

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: 53 (1975)

Heft: 3

Artikel: Industrielles Drahtfernsehen = Télévision industrielle par câble

Autor: Hadorn, Ernst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875589>

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: 15.01.2026

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

Industrielles Drahtfernsehen

Télévision industrielle par câble

Ernst HADORN, Bern

621.397.13:654 172(494)

Zusammenfassung. Die Begriffe «öffentliche» und «industrielle» Drahtfernsehtetze werden definiert. Anschliessend wird dargelegt, warum die schweizerischen PTT-Betriebe die Anlagen für das «industrielle» Fernsehen als PTT-eigene Anlagen bauen und die Übertragungsleitungen den Kunden im Abonnement zur Verfügung stellen. Dann wird kurz auf die Technik der Übertragung von Fernsehsignalen auf Kabeln eingetreten und die im Netz der PTT verwendeten Kabel und einige typische Netze vorgestellt.

Résumé. L'auteur définit les notions de réseaux de télévision par câble «publics» et «industriels», puis explique pourquoi l'Entreprise des PTT construit les installations de télévision «industrielle» en tant qu'équipements lui appartenant et cède en abonnement au client les lignes de transmission. L'article se poursuit par une brève esquisse de la technique de transmission par câble des signaux de télévision et décrit quelques réseaux typiques ainsi que les câbles utilisés par les PTT.

Televisione industriale via cavo

Riassunto. In questo articolo vengono definiti i concetti delle reti di televisione via cavo «pubblica» e «industriale». Successivamente, vien spiegato perché l'Azienda svizzera delle PTT costruisce in proprio gli impianti per la televisione «industriale» e perché dà in abbonamento ai clienti le linee di trasmissione. Inoltre, si accenna brevemente alla tecnica della trasmissione di segnali televisivi su cavi e, per terminare, vengono descritti i cavi impiegati dalle PTT e alcuni tipi di reti.

1 Einleitung

Das Thema Drahtfernsehen ist aktuell. In der Tages- und Fachpresse findet man laufend Berichte darüber; in den politischen Gremien und in der Öffentlichkeit wird immer wieder über das Drahtfernsehen diskutiert. Mit reger Phantasie wird über die politischen, die organisatorischen, die betrieblichen und auch über die technischen, weniger aber über die wirtschaftlichen Aspekte des Drahtfernsehens geschrieben und gesprochen. Verwirklichte Technik wird kräftig mit theoretischen Möglichkeiten gewürzt. Schlagzeilen, wie «Kabelfernsehen – Medium ohne Grenzen», «Die verkabelte Gesellschaft», «Kabelfernsehen – Massenkommunikation auf neuen Wegen» usw. wecken fragwürdige Bedürfnisse und rufen oft den Eindruck hervor, die Zukunft der Nachrichtentechnik liege vor allem in den neuen Kabelverteilnetzen der Grossgemeinschaftsantennenanlagen.

Dieser Artikel soll nüchtern und klärend orientieren. Das bedeutet Verzicht auf spektakuläre Zukunftsperspektiven, hat aber den Vorteil, dass der Bereich des heute Verwirklichtbaren nicht verlassen wird.

Zum besseren Verständnis des Standortes der schweizerischen PTT-Betriebe hinsichtlich des Baus von Drahtfernsehtetzen sollen vorerst einige grundsätzliche Überlegungen angestellt werden.

2 Öffentliche und industrielle Drahtfernsehtetze

Will man zwischen dem *öffentlichen* und dem *industriellen* Fernsehen unterscheiden, so spricht man besser vom «öffentlichen» und vom «nichtöffentlichen» Fernsehen.

Als *öffentliche Sendungen* bezeichnet man allgemein solche, die zum unmittelbaren Empfang durch die Allgemeinheit bestimmt sind, also die nationalen Radio- und Fernsehprogramme der Rundfunkdienste, beispielsweise der SRG sowie die allenfalls von staatlichen oder privaten Gesellschaften gesendeten Lokal- oder Regionalprogramme, sofern sie für den Empfang durch die Allgemeinheit bestimmt sind.

Im Gegensatz zu diesen sind die «*nichtöffentlichen*» *Sendungen* nicht für die Allgemeinheit, sondern an einen bestimmten, beschränkten Empfängerkreis gerichtet. Die

1 Introduction

La télévision par câble est un thème fort actuel. Les articles à ce sujet abondent dans les quotidiens et les journaux spécialisés; on en parle dans les réunions politiques ou en public. Toutefois, si les aspects politiques, d'organisation, d'exploitation et technologiques font quelquefois l'objet de débats très fantaisistes, les orateurs et les rédacteurs s'étendent moins souvent sur les considérations économiques de la télévision par câble. Il est de bon goût d'orner ce qui est techniquement réalisable de fioritures relevant du domaine des possibilités théoriques. Aussi les slogans tels que «La télévision par câble: source d'information illimitée», «La télévision par câble bouleversera les communications de demain», «Les câbles, nouveaux liens sociaux», etc., ne manquent-ils pas de susciter des besoins équivoques et de suggérer que l'avenir des télécommunications réside surtout dans les nouveaux réseaux de distribution par câble des grandes installations d'antennes collectives. Cet article veut informer tout en restant objectif. Aussi a-t-on délibérément renoncé aux perspectives d'avenir spectaculaires, en mettant l'accent sur ce qui est aujourd'hui réalisable.

Quelques considérations de principe permettront de mieux comprendre la situation actuelle de l'Entreprise des PTT dans le domaine de la construction de réseaux de télévision par câble.

2 Réseaux de télévision par câble publics et industriels

Pour marquer la différence entre la *télévision publique* et la *télévision industrielle*, il est préférable de parler de télévision «publique» et de télévision «non publique».

Par *émissions publiques*, on entend en général celles qui sont destinées à être reçues directement par la collectivité, soit les programmes nationaux des émetteurs de radio-diffusion et de télévision. Il peut s'agir, par exemple, des programmes locaux ou régionaux diffusés par la Société suisse de radiodiffusion (SSR) ou des sociétés d'Etat ou privées, dans la mesure où ils sont destinés à la réception publique.

nichtöffentlichen Fernsehsendungen werden auch als «Gebrauchs-», «betriebliches» oder «industrielles» Fernsehen bezeichnet. Unter dieses fallen beispielsweise für Banken bestimmte Börsenfernsehsendungen, Sendungen von Schriftbildern für die Unterschriftenkontrolle, für die Überwachung von Verkehrsanlagen oder von Produktionsanlagen und die Videoübertragungen zwischen Computer und Terminalen.

Als *öffentliches Drahtfernsehnnetz* bezeichnet man sinngemäss ein Drahtfernsehnnetz, das nur der Übertragung öffentlicher Sendungen dient. Sobald auch industrielle Sendungen über das Netz geleitet werden, verliert es den Charakter des öffentlichen Drahtfernsehnnetzes und wird zum *industriellen Drahtfernsehnnetz*.

Die Verteilnetze der Gemeinschaftsantennenanlagen werden so, unabhängig davon, ob der Besitzer eine öffentlich-rechtliche oder eine private Institution ist, als öffentliche Drahtfernsehnnetze bezeichnet; die Konzession zum Betrieb dieser Netze gestattet nur die Übertragung der öffentlichen Fernsehprogramme. Öffentliche Drahtfernsehnnetze werden bei der Konzessionierung und bezüglich Regalgebühren bevorzugt behandelt, da sie eine sinnvolle Ergänzung der drahtlosen Versorgung mit öffentlichen Fernsehprogrammen, die den PTT-Betrieben obliegt, darstellen.

3 Warum werden die Anlagen für das industrielle Fernsehen als Anlagen der PTT-Betriebe erstellt?

Für den Bau und den Betrieb öffentlicher Drahtfernsehnnetze erteilen die PTT-Betriebe Konzessionen. Sie verzichten zurzeit selber auf den Bau und den Besitz solcher Netze.

Für das industrielle Fernsehen erstellen die PTT-Betriebe jedoch die Anlagen selbst und stellen den Interessenten die Übertragungskanäle im Abonnement zur Verfügung. Warum dieser Unterschied?

Die Funktion der öffentlichen Drahtfernsehnnetze (Gemeinschaftsantennenanlagen mit Verteilungsnetzen) ist durch die Konzessionsbestimmungen eindeutig gegeben. Zentral empfangene oder später allenfalls auch zentral produzierte Fernsehsignale sind über das Netz gleichzeitig allen Abonnenten zuzuleiten. Die Übertragung ist einfachgerichtet. Probleme der Geheimhaltung der Informationen bestehen nicht. So können die Verteilnetze mit einfachen Mitteln, das heisst auch mit minimalem Kostenaufwand, erstellt werden. Wünscht man ausnahmsweise einmal einen Informationsfluss in der Gegenrichtung, zum Beispiel vom Fernsehteilnehmer zum Studio oder zur Betriebsleitung, so steht dazu das überall vorhandene und auch geeignete Telefonnetz zur Verfügung.

Wie der Hochfrequenz-Telefonrundspruch beweist, kann über das bestehende Telefonkabelnetz parallel und unabhängig vom Telefonbetrieb ein Rundspruchverteilsnetz betrieben werden. Leider genügt dieses Netz den höheren technischen Anforderungen für die Verteilung von Fernsehprogrammen nicht. Der Bau neuer, separater Verteilnetze (auf der Basis koaxialer Leiter) ist für die Übertragung der Fernsehprogramme nötig. Industrielle Drahtfernsehanlagen sind in ihrer Funktion nicht so eindeutig bestimmt wie die Verteilnetze der Gemeinschaftsantennenanlagen. In der Regel handelt es sich heute zwar um einfache, fest geschaltete Punkt-Punkt-Verbindungen, doch sind auch Netze vom Charakter eines Verteilsnetzes mit einer kleineren Zahl ausgewählter Teilnehmer in Betrieb. Die von den

A l'encontre de cela, les *émissions non publiques* ne sont pas destinées à la collectivité, mais à un cercle défini et restreint d'usagers. Les émissions de télévision non publiques sont aussi qualifiées d'émissions de télévision «industrielle» ou «utilitaire». Font notamment partie de cette catégorie les émissions de télévision boursière des banques, les émissions de libellés aux fins de contrôles de signatures, les installations servant à la surveillance à distance de la circulation routière ou de chaînes industrielles de production, ainsi que les transmissions vidéo entre ordinateurs et terminaux.

Par analogie, on appelle *réseau de télévision par câble public* un réseau réservé exclusivement à la transmission d'émissions publiques. Dès que ce réseau sert aussi à véhiculer des émissions industrielles, il perd le caractère de réseau public et devient un *réseau de télévision par câble industriel*.

De ce fait, les réseaux de distribution des installations d'antennes collectives sont considérés comme réseaux de télévision par câble publics, indépendamment du fait que le propriétaire soit une institution de droit public ou une entreprise privée; la concession permettant d'exploiter ces réseaux n'autorise que la transmission de programmes publics de télévision. En ce qui concerne les taxes de régie et l'octroi des concessions, les réseaux publics de télévision par câble jouissent d'un certain privilège, vu qu'ils complètent de manière rationnelle l'apport par voie radioélectrique des programmes de télévision publics aux usagers, couverture qui est l'affaire de l'Entreprise des PTT.

3 Pourquoi l'Entreprise des PTT réalise-t-elle les installations de télévision industrielle en tant qu'équipements lui appartenant?

L'Entreprise des PTT accorde des concessions pour la construction et l'exploitation de réseaux de télévision publics par câble. Pour l'instant, elle renonce à la construction et à la propriété de tels réseaux.

En revanche, l'Entreprise des PTT établit elle-même les installations de télévision industrielle et cède les canaux de transmission aux intéressés en abonnement. Pourquoi cette différence?

La fonction des réseaux publics de télévision par câble (installations d'antennes collectives et réseaux de distribution) est clairement définie par les dispositions de la concession. Les signaux de télévision captés ou éventuellement produits à un stade ultérieur en un point central doivent être distribués simultanément à tous les abonnés par le biais du réseau de câbles. La transmission est unidirectionnelle et il ne se pose aucun problème de maintien du secret des informations. Il est dès lors possible d'établir les réseaux de distribution avec des moyens simples et bon marché. S'il est nécessaire, à titre exceptionnel, de véhiculer des informations dans le sens inverse, à savoir entre le téléspectateur et le studio ou la direction du service, on dispose partout du réseau téléphonique qui se prête d'ailleurs fort bien à cet usage.

La télédiffusion à haute fréquence prouve qu'il est possible d'utiliser le réseau des câbles téléphoniques parallèlement et indépendamment de l'exploitation téléphonique pour distribuer des programmes de radiodiffusion. Malheureusement, ce réseau ne répond pas aux exigences techniques plus élevées que pose la distribution de pro-

PTT-Betrieben im Abonnement abgegebenen Übertragungsstrecken können auch Teile von Fernsehbild-Wählnetzen sein. Als Übertragungswege dienen in den einfachsten Fällen paarsymmetrische Leitungen in vom PTT-Telefonnetz unabhängigen Kabeln oder aber in der Regel koaxiale Leiter. Diese können nötigenfalls mit Koaxialpaaren, die anderen Zwecken dienen, in gemeinsamen Kabeln zusammengefasst werden. Bis heute sind aber alle in der Schweiz erstellten Kabelanlagen für das industrielle Fernsehen als vom PTT-Telefonnetz unabhängige Anlagen erstellt worden. Immerhin liegen die Kabel meist in den Kabelkanälen der PTT. Der Wunsch der PTT-Betriebe, die Kabelanlagen der industriellen Fernsehnetze in eigener Hand zu behalten, ist aber vor allem durch die künftige Entwicklung der Telefontabelnetze begründet.

Schon heute sind die Telefontabel mit einem beachtlichen Anteil Leitungen belegt, die nicht mit dem öffentlichen Telefon- oder Telegrafennetz verbunden sind, etwa Datenleitungen mit verschiedensten Übertragungsgeschwindigkeiten. Das Telefontabelnetz ist längst zu einem allgemeinen Fernmeldenetz geworden. Seine Möglichkeiten zur Fernsteuerung und Fernmeldung, zum Beispiel automatische Einbruchmeldung, Feuermeldung, Zählerablesungen, zur Stereo-Rundspruchübertragung usw., sind noch bei weitem nicht ausgeschöpft.

Im Telefon-Fernnetz wird seit Jahrzehnten mit hochfrequenter Übertragung und unter Ausnützung breiter Frequenzbänder gearbeitet. Die Koaxialkabelanlagen, die das Rückgrat des Fernnetzes bilden, eignen sich technisch schon heute zur Übertragung von Fernsehbildern. Wenn diese Möglichkeit nicht ausgenutzt wird, so einerseits darum, weil bisher für Richtstrahlverbindungen noch freie Frequenzen zur Verfügung standen, und weil andererseits dank dieser Richtstrahlverbindungen wirtschaftlichere Lösungen möglich waren. Im Telefon-Bezirkskabelnetz werden ebenfalls immer mehr hochfrequente Übertragungssysteme eingesetzt, und in neuester Zeit hat der für Breitbandübertragungen bestens geeignete koaxiale Leiter in der Form der Minikoaxialpaare auch im Bezirkskabel Einzug gehalten.

Im Teilnehmerkabelnetz arbeitet man zurzeit noch ausschliesslich mit paarsymmetrischen Leitungen, die auf den tonfrequenten Betrieb zugeschnitten sind; doch zeigt sich schon öfters die Notwendigkeit, breitbandige Leitungen bis zu gewissen Teilnehmern führen zu können. Künftige Bedürfnisse werden die PTT-Betriebe zwingen, auch im Teilnehmernetz individuell schaltbare, das Gesprächsgeheimnis gewährleistende Breitbandleitungen und sogar fernsehbildtüchtige Leitungen bereitzustellen. In diesem Zeitpunkt wird es dann zweckmässig sein, das Netz der industriellen Fernsehkabelanlagen mit den Breitbandleitungen des allgemeinen Fernmeldenetzes schrittweise zusammenzufassen. Diese Entwicklung sinnvoll zu steuern ist nur möglich, wenn die industriellen Fernsehnetze, die breitbandigen Datennetze und andere Breitbandsysteme von einer gemeinsamen Stelle, den PTT-Betrieben, geplant und ausgebaut werden.

Auch die technische Entwicklung der industriellen Fernsehnetze zeigt deren enge Verflechtung mit den anderen Fernmeldeanlagen. So werden Steuersignale und Sprechverbindungen zum Betrieb der industriellen Fernsehnetze nur in seltenen Fällen über Koaxialleiter, die der Bildübertragung dienen, geleitet; in der Regel werden dazu Leitungen in Telefontabeln benützt. Industrielle Fernsehnetze dienen oft nur zur Übertragung von Tabellen mit Zahlen

grammes de télévision. De ce fait, il est nécessaire de construire de nouveaux réseaux de distribution séparés, constitués par des conducteurs coaxiaux, pour la transmission des programmes de télévision. Quant à leur fonction, les installations de télévision industrielle par câble ne sont pas aussi clairement définies que les réseaux de télédistribution. En règle générale, il s'agit néanmoins de liaisons point à point simples, connectées à demeure. Cependant, il existe aussi des réseaux ayant le caractère d'un réseau de distribution auquel sont reliés un faible nombre d'abonnés déterminés. Les sections de transmission que l'Entreprise des PTT cède en abonnement peuvent aussi être des parties de réseaux vidéo à sélection. En tant que voies de transmission, il est possible de recourir, dans des cas simples, à des lignes à paires symétriques cheminant dans des câbles indépendants du réseau téléphonique des PTT ou, très généralement, à des câbles coaxiaux. Au besoin, de tels conducteurs peuvent être réunis dans un même câble avec d'autres paires coaxiales servant à des fins différentes. Jusqu'ici, toutes les installations de câbles réservées en Suisse à la télévision industrielle ont cependant été établies en tant que circuits indépendants du réseau téléphonique des PTT. En règle générale, les câbles sont toutefois tirés dans les canalisations des PTT. Pourtant, si l'Entreprise des PTT désire être propriétaire des installations de câbles des réseaux de télévision industrielle, c'est avant tout en raison du développement futur du réseau des câbles téléphoniques.

Aujourd'hui déjà, les câbles téléphoniques comprennent un nombre important de conducteurs non reliés au réseau téléphonique ou télégraphique public, notamment des circuits de données opérant à des vitesses de transmission différentes. Depuis longtemps déjà, le réseau des câbles téléphoniques est devenu un réseau de télécommunication à usage général. Les possibilités qu'il offre pour la télécommande, la télésignalisation – par exemple l'alarme automatique en cas d'effraction ou d'incendie – la télélecture de compteurs, la transmission de programmes stéréophoniques, etc., sont loin d'être épuisées.

Dans le réseau téléphonique interurbain, on utilise depuis des décennies déjà la transmission à haute fréquence reposant sur l'emploi de larges bandes de fréquences. A l'heure actuelle, le réseau des câbles coaxiaux – véritable infrastructure du réseau de télécommunication – se prête, du point de vue technique, à la transmission d'images. La raison pour laquelle il n'a pas été tiré parti de cette possibilité réside, d'une part, dans le fait que des fréquences libres étaient jusqu'ici disponibles pour les transmissions par faisceaux hertziens, d'autre part, dans celui que cette solution permettrait de réaliser des liaisons plus rentables. Les systèmes de transmission à haute fréquence se sont également multipliés dans le réseau des câbles téléphoniques ruraux, où l'on a introduit depuis peu les paires mini-coaxiales qui se prêtent de manière idéale aux transmissions à large bande.

Pour l'instant, seules les lignes à paires symétriques sont utilisées dans le réseau des câbles d'abonnés prévus pour la transmission de signaux à fréquence acoustique. Toutefois, il apparaît de plus en plus souvent nécessaire de desservir certains abonnés au moyen de circuits à large bande. En vue de faire face aux besoins futurs, l'Entreprise des PTT devra également équiper le réseau des abonnés de circuits à large bande, commutables individuellement, capables d'assurer à la fois le secret des

und Buchstaben oder von Maschinenschriftbildern. Diese Information könnte technisch ohne weiteres über eine schmalbandige Datenleitung, also über normale paarsymmetrische Telefonleitungen übertragen und am Leitungsende mit Hilfe eines Datenterminals auf einem Bildschirm dargestellt werden. Die videomässige Bildaufnahme, -übertragung und -wiedergabe wird nur gewählt, weil heute der Aufwand für die Umwandlung der Information in Daten am Anfang und in die Bildinformation am Ende so gross wäre, dass sie mit Einsparungen auf kurzen Übertragungsstrecken nicht kompensiert werden könnte. Die rasche technische Entwicklung der Datengeräte bewirkt jedoch eine laufende Verschiebung der Wirtschaftlichkeitsgrenze in Richtung kürzerer Übertragungsstrecken, so dass ursprünglich als Fernseheinrichtungen konzipierte Anlagen von reinen Datensystemen abgelöst werden, wobei wieder die normalen paarsymmetrischen Leitungen des PTT-Fernmeldenetzes für die Übertragung genügen. Auch hier wäre es wenig sinnvoll, die industriellen Fernsehübertragungsstrecken als private Anlagen und die Datenübertragungsstrecken als PTT-Anlagen zu betreiben.

Erbauer von Gemeinschaftsantennenanlagen weisen immer wieder darauf hin, dass in den koaxialen Netzen noch grosse Reserven an Übertragungskapazität lägen, die man für die verschiedensten Zwecke günstig ausnützen könne. Dies stimmt nur bedingt. Wohl lässt sich über koaxiale Leiter ein sehr breites Frequenzband übertragen. Die in der Schweiz zurzeit in Betrieb stehenden Anlagen bieten in der Regel bis zu 12 Fernsehkanäle in Frequenzmultiplex über ein Koaxialpaar. Die Teilnehmer können also unter den ihnen dauernd ins Haus gelieferten bis zu 12 Programmen frei wählen. Sollte aber zum Beispiel dem Abonnenten der individuelle Zugriff zu einer grösseren Bild- oder Programmbibliothek angeboten werden oder möchte man über die Netze einen Fernsehtelefonbetrieb aufbauen, so müsste man zwischen einem Verteilzentrum und jedem Hausanschluss individuelle, in beiden Richtungen betreibbare Fernseh- und Daten- oder Fernseh- und Telefonleitungen zur Verfügung stellen. Die Verteilnetze der Gemeinschaftsantennenanlagen lassen sich wohl mit einem gewissen Aufwand durch den Einsatz von Zweiwegverstärkern und Filtern für vereinzelte Übertragungskanäle von einigen Teilnehmern zum Verteilzentrum ausbauen, sobald aber ein gleicher Dienst für eine grössere Zahl von Teilnehmern angeboten werden soll, muss das Kabelnetz neu gestaltet werden, und die Kosten steigen um ein Mehrfaches. Parallel zum PTT-Fernmeldenetz entstünden dann ähnliche, private Fernmeldenetze. Eine unerwünschte Aufsplitterung der Mittel (Finanzen, Rohmaterial, Ausrüstungen und Personal) auf zwei ähnlich gelagerte Dienstleistungsbetriebe und eine weitere Zunahme der Tiefbauarbeiten in Strassen wären die unvermeidliche Folge. Der Ausbau der Gemeinschaftsantennenverteilsysteme zu universellen Fernmeldenetzen ist deshalb rein volkswirtschaftlich gesehen nicht zu empfehlen.

4 Allgemeines zur Technik der Übertragung von Fernsehsignalen über Kabel

Fernsehsignale werden auf verschiedenste Arten in Kabeln übertragen. Bereits bezüglich *Frequenzband* und *Frequenzlage* kann in weitem Bereich gewählt werden (Fig. 1). Beim Fernsehbild wird das Bildauflösevermögen durch die Aufnahmekamera bestimmt. Die CCIR¹-Norm mit einer

¹ Comité Consultatif International des Radiocommunications

communications et la transmission de signaux de télévision. A cette époque, il sera rationnel d'intégrer par étapes le réseau des câbles de télévision industrielle à celui des circuits à large bande du réseau général des télécommunications. Seule une planification et une extension coordonnées par un organe centralisé de l'Entreprise des PTT permettront d'avoir une influence sur le développement des réseaux de télévision industrielle, de données et des autres systèmes à large bande.

Si l'on observe le développement technique des installations de télévision industrielle, on s'aperçoit à quel point il est étroitement lié à celui des autres installations de télécommunication. Ainsi, les signaux de commande et de conversation servant à l'exploitation des installations de télévision industrielle ne sont que rarement acheminés par l'intermédiaire de conducteurs coaxiaux; on se sert en général à cet effet des circuits des câbles téléphoniques. Souvent, les installations de télévision industrielle ne sont utilisées que pour la transmission de tableaux composés de chiffres et de lettres ou de textes dactylographiés. Du point de vue technique, il serait aisément possible de transmettre cette information sur un circuit de données à bande étroite, c'est-à-dire sur une ligne téléphonique normale à paires symétriques, et de la visualiser en fin de ligne sur l'écran d'un terminal de données. Si la prise de vue, la transmission et la reproduction se font en technique vidéo, c'est uniquement en raison des frais trop élevés qu'entraîne aujourd'hui encore la conversion de l'information en données au début de la chaîne et la transposition en images à la fin, frais qui ne peuvent être compensés par des économies sur les sections de transmission courtes. Toutefois, le développement rapide des équipements de données milite de plus en plus – économiquement parlant – en faveur des itinéraires courts, si bien que des installations conçues à l'origine pour l'acheminement de signaux vidéo se trouvent relayées par des systèmes de données purs où la transmission peut être assurée par des circuits à paires symétriques normaux du réseau des PTT. Il serait également peu rationnel, en l'occurrence, d'exploiter les sections de transmission vidéo industrielles en tant qu'installations privées et les circuits de données comme équipements des PTT.

Les constructeurs d'installations d'antennes collectives soulignent souvent que leurs réseaux de câbles coaxiaux comportent encore une forte réserve de capacité de transmission, qui pourrait être utilisée économiquement à diverses fins. Or, cela n'est vrai que dans certaines conditions. Il est exact que les conducteurs coaxiaux permettent de transmettre une très large bande de fréquences. En règle générale, les installations actuellement exploitées en Suisse disposent, par l'intermédiaire de paires coaxiales, d'une capacité de 12 canaux de télévision multiplexés en fréquence. Les abonnés à un tel système peuvent donc choisir à volonté l'un des 12 programmes qui leur sont continuellement offerts à domicile. Néanmoins, si l'on voulait permettre à l'abonné d'accéder individuellement à une grande bibliothèque d'images ou de programmes, ou si l'on désirait établir sur ces réseaux de distribution un service visiotéléphonique, il serait nécessaire de mettre à disposition, dans les deux directions, des circuits vidéo-informatiques ou visiotéléphoniques individuels reliant un centre de distribution aux raccordements privés. Par l'adjonction, liée à une certaine dépense, de filtres et d'amplificateurs bidirectionnels, il est bien possible d'étendre

Videobandbreite von 25 Hz...5 MHz ist auf die Möglichkeiten der Kamera abgestimmt. Elektronische Bilder aus Videospeichern und Computern können detailreicher als Kamerabilder sein. Damit sich auch hier die volle Qualität auf dem Bildschirm ausnützen lässt, ist unter Umständen auf dem Übertragungskanal ein breiteres Frequenzband nötig (zum Beispiel 25 Hz...10 MHz). Will man aber an Frequenzband sparen, so kann der Bildinhalt, etwa durch Reduktion des Bildformates (Videophon), reduziert werden. Bei unseren weiteren Betrachtungen gehen wir von der CCIR-Norm aus; Ausnahmen werden besonders erwähnt. Bezüglich Frequenzlage werden heute Linienausrüstungen für die Übertragung im Bereich von 25 Hz bis etwa 790 MHz angeboten. Sie sind aber immer nur für einen Teil dieses Bereiches und nicht für das gesamte Frequenzspektrum verwendbar.

Je nach Verwendungszweck besteht die Möglichkeit, mit verschiedenen *Netzstrukturen* die wirtschaftlichste Lösung zu finden. Sind zum Beispiel Fernsehsignale von einem Punkt aus im «Einbahnverkehr» parallel zu einer Vielzahl von Empfängern zu übertragen, so werden Netze gebaut, die in ihrer Struktur eher einem Starkstromversorgungs- als einem Telefonnetz gleichen. Solche Netze sind aber nicht oder nur beschränkt für die Übermittlung von Signalen in der Gegenrichtung geeignet. Punkt-Punkt-Verbindungen andererseits verlangen in der Regel die «Geheimhaltung» des zu übertragenden Signals und zum Teil die Möglichkeit der Übertragung in der Gegenrichtung. Netze, die diesen Forderungen genügen, sind aber unter anderem wegen der komplizierteren Kabelkonstruktionen und präziseren Filtern technisch aufwendiger und deshalb auch wesentlich teurer.

Auch die verlangte maximale *Übertragungsdistanz* ist bei der Wahl des Übertragungssystems mitbestimmend. Die Kabeldämpfung steigt mit zunehmender Frequenz und entsprechend sinkt die zulässige Verstärkerfeldlänge. Da aber auch die Zahl der in Serie schaltbaren Verstärkerfelder begrenzt ist, ist die maximale Reichweite von Systemen mit hohen Frequenzen beschränkt. Mit grossen, dämpfungsarmen Koaxialleitungen lässt sich die Reichweite erhöhen, doch fallen dann die finanziellen Auswirkungen ins Gewicht.

Die Fernsehübertragung ist im Verhältnis zur Telefonie- oder zur Datenübertragung eine sehr kostspielige Angelegenheit. Der Aufwand für die möglichen Lösungen unterscheidet sich beträchtlich; der Wirtschaftlichkeit kommt daher besondere Bedeutung zu. Nicht immer ist die technisch einfachste Lösung die preiswerteste; verhältnismässig komplizierte Ausrüstungen werden billig, wenn sie in sehr grossen Serien hergestellt und sozusagen «ab Lager» bezogen werden können. Einfachste Einzelanfertigungen dagegen sind kaum zu bezahlen. Dies gilt vor allem für die Linienausrüstungen und in etwas vermindertem Masse auch für die Kabel. Ein Universal-Drahtfernnetz, das möglichst allen künftigen Bedürfnissen gerecht wird und auf dem die verschiedensten Übertragungssysteme eingesetzt werden können, stellt aus diesen Gründen grundsätzlich immer eine extrem teure Lösung dar.

Besonders bei den über kurze Distanzen betriebenen industriellen Fernsehanlagen werden oft Tabellen oder ruhende Texte übertragen. Hier ist der *Informationsgehalt* gegenüber den bewegten Bildern, wie sie beispielsweise im öffentlichen Fernsehprogramm die Regel bilden, verschwin-

l'emploi des réseaux de distribution d'installations d'antennes collectives à la communication d'un nombre limité d'abonnés avec le centre de distribution sur certains canaux. Toutefois, dès qu'un service analogue doit être offert à un plus grand nombre d'utilisateurs, le réseau de câbles doit être aménagé à nouveau et les frais montent en flèche. Il en résulterait des réseaux de télécommunication privés, établis en parallèle à ceux des PTT. Une dispersion indésirable des moyens (finances, matières premières, équipements et personnel) sur deux entreprises de services analogues et une nouvelle recrudescence des travaux de génie civil sur les voies publiques en seraient les conséquences inévitables. Ne serait-ce que du point de vue de l'économie politique, il n'est pas recommandable de transformer les réseaux de distribution d'antennes collectives en réseaux de télécommunication à usage général.

4 Généralités concernant la technique de transmission par câble des signaux de télévision

Il existe divers moyens de transmettre des signaux de télévision par câble. Un large choix est offert aux niveaux de la *bande de fréquences* et de la *position en fréquence* (fig. 1). Le pouvoir de résolution d'une image de télévision est déterminé par la caméra de prise de vue. La norme CCIR¹ (largeur de bande vidéo de 25 Hz...5 MHz) tient compte des possibilités de la caméra. Les images électroniques fournies par les mémoires vidéo ou les ordinateurs peuvent être plus riches en détails que celles des caméras. Afin que cette qualité soit pleinement mise en valeur par les écrans de visualisation, il est parfois nécessaire de recourir à une bande de fréquences plus large sur le canal de transmission (par exemple 25 Hz...10 MHz). Néanmoins, si l'on veut faire des économies de largeur de bande, il est possible de diminuer la teneur en informations de l'image, en réduisant le format (visiophone). Les considérations qui suivent s'appuient sur la norme CCIR, les exceptions étant mentionnées séparément. En ce qui concerne le spectre des fréquences transmises, on trouve actuellement des équipements de ligne fonctionnant dans la gamme de 25 Hz à quelque 790 MHz. Un équipement déterminé ne peut cependant être utilisé que dans une partie de cette plage et non pour le spectre entier.

¹ Comité Consultatif International des Radiocommunications

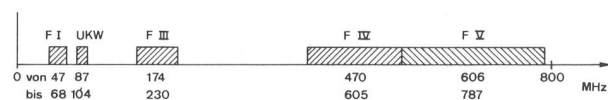


Fig. 1
Frequenzspektren für Fernsehübertragungen – Spectres de fréquences pour transmissions télévisuelles

Drahtlose Übertragungen – Transmissions radioélectriques

Von – De

Bis – A

Übertragungen auf Draht – Transmissions par fil

a) Video- und HF-Übertragung – Transmission vidéo et HF

Video-Bild – Image vidéo

Beispiele von HF-Bildsignalen – Exemples de signaux vidéo HF

(keine Normierung – pas de normalisation)

Beispiel eines Subkanals im VHF-System – Exemple d'un sous-canal dans le système VHF

b) VHF-Übertragung – Transmission VHF

Sonderkanäle – Canaux spéciaux

dend klein. Diese Informationen könnten im Prinzip auch mit einer billigen Datenleitung übermittelt werden.

Es gibt auch, zur Übertragung ruhender Bilder, *Systeme mit langsamer Bildabtastung* (slow scan), die etwa 1000mal langsamer als beim normalen Fernsehen sind. Das modulierte Bildsignal umfasst einen so schmalen Frequenzbereich (200...2400 Hz), dass für die Übertragung gewöhnliche Telefonleitungen genügen. Entsprechende Geräte werden aber nur in kleinsten Serien hergestellt und sind deshalb teurer. Sie leisten ähnliche Dienste wie die Apparate zur Faksimileübertragung (die jedoch nicht zu den Fernsehgeräten gezählt werden).

5 Kabelarten für die Übertragung von Fernsehsignalen

51 Paarsymmetrische Leitungen

Paarsymmetrisch aufgebaute Kabel, zum Beispiel jene der Telefonortsnetze, eignen sich nur beschränkt für die Übertragung hochfrequenter Signale. Bei diesen Leitungen sinkt die Nebensprechdämpfung mit steigender Frequenz, so dass sich die auf verschiedenen Kabelpaaren übertragenen HF-Signale gegenseitig beeinflussen können. In einer homogenen Anlage mit durchgehend gleichem Kabeltyp könnte mit Hilfe eines aufwendigen HF-Abgleiches die Nebensprechdämpfung wohl verbessert werden, doch ist dieser nur für einen ganz beschränkten Frequenzbereich optimal und nicht über die ganze Videobandbreite möglich.

Die Dämpfung der paarsymmetrischen Leitungen ist im HF-Bereich recht hoch. So muss schon bei 5 MHz und 0,4 mm Aderdurchmesser mit etwa 60 dB/km, bei 0,6 mm mit etwa 45 dB/km und bei 0,8 mm mit etwa 38 dB/km gerechnet werden. Für die Fernsehbildübertragung arbeitet man deshalb mit Vorteil im Videobereich von 25 Hz...5 MHz.

Bei den schweizerischen PTT-Betrieben ist der HF-Bereich von 175...340 kHz bereits für den HF-Telefonrundspruch belegt. Videomässige Fernsehbildübertragungen auf Telefonleitungen würden den HF-TR-Betrieb zumindest in Form eines erhöhten Geräuschpegels stören. Es ist auch zu bedenken, dass der Inhalt der Bildinformation bei ungenügender Nebensprechdämpfung auf parallellaufenden Leitungen «mitgesehen» werden kann und deshalb das Informationsgeheimnis nicht gewährleistet ist. Die PTT-Betriebe können also die Fernsehbildübertragung auf Telefon Teilnehmerleitungen nur in Ausnahmefällen für provisorische und kurzfristige Anwendungen, ohne Gewähr für das Informationsgeheimnis und nur nach individueller Prüfung des Einflusses auf bestehende HF-Systeme zulassen.

Fernsehbildübertragungen über paarsymmetrische Leitungen sind ohne technische Schwierigkeiten auf besonderen, vollständig vom Telefonnetz unabhängigen Kabeln möglich. Die Zahl der im gleichen Kabel parallel übertragbaren Bilder hängt vom Kabelaufbau, der Zahl der Paare, der Zahl und Länge der Verseilschritte und von der geforderten Bildqualität ab.

52 Koaxiale Leitungen

Koaxiale Leiter sind für die Übertragung breiter Frequenzbänder bestens geeignet. Die Nebensprechdämpfung zwischen den einzelnen Koaxialleitern eines Kabels steigt mit zunehmender Frequenz. Um das Nebensprechen von Koaxialpaaren bei Frequenzen unterhalb 1 MHz zu verbessern, schirmt man die Aussenleiter zusätzlich mit Eisenbändchen magnetisch ab. Übertragungen im Videobereich bedingen

Suivant le but d'utilisation, la solution la plus économique est dictée par le choix approprié des *structures de réseau*. S'il s'agit, par exemple, de transmettre à plusieurs destinataires des signaux de télévision «à sens unique» et en parallèle, le réseau considéré aura une structure ressemblant plutôt à celle d'un réseau d'alimentation en courant fort qu'à celle d'un réseau téléphonique. Toutefois, de tels réseaux ne se prêtent pas ou se prêtent mal à la transmission des signaux dans le sens opposé. D'autre part, les liaisons point à point exigent en règle générale le maintien du «secret» des correspondances et, parfois, la possibilité de communiquer sur des voies de retour. Or, les réseaux qui offrent ces facilités sont plus compliqués du point de vue technique et plus coûteux, notamment en raison des câbles de construction plus complexe et des filtres d'une précision supérieure.

La *longueur maximale du trajet* est également déterminante lors du choix du système de transmission. L'affaiblissement des câbles s'accroît aux fréquences plus élevées et la longueur admissible de la section d'amplification diminue en conséquence. Vu que le nombre des sections d'amplification pouvant être connectées en série est aussi limité, la portée maximale des systèmes opérant à des fréquences élevées est restreinte. Elle peut pourtant être augmentée par l'emploi de tubes coaxiaux de fort diamètre présentant peu d'affaiblissement, mais il en résulte des frais non négligeables.

Comparée à la téléphonie ou à la transmission de données, la transmission d'images vidéo revient extrêmement cher. Suivant la solution retenue, les coûts peuvent varier dans une forte proportion, raison pour laquelle il importe de vouer une attention particulière à la rentabilité. La solution technique la plus simple n'est pas toujours la plus économique. Des équipements relativement complexes deviennent bon marché, lorsqu'ils peuvent être fabriqués en grande série et livrés du stock. Les appareils conçus spécialement, même très simples, sont hors de prix. Cette remarque s'applique surtout aux équipements de ligne, mais aussi, dans une moindre proportion, aux câbles. Construire un réseau de télévision par câbles à usage universel, capable de satisfaire à tous les besoins potentiels et susceptible d'être utilisé pour les systèmes de transmission les plus divers, représente donc toujours une solution très coûteuse.

Souvent, seuls des tableaux ou des textes immobiles sont transmis par le biais d'installations de télévision industrielle, surtout sur de courts trajets. En pareil cas, la *teneur en informations* est extrêmement modeste, comparée à celle qui caractérise les images animées des programmes de télévision officiels classiques. Ces images à faible teneur en informations peuvent en principe également être transmises par l'intermédiaire de lignes de données moins onéreuses.

Il existe aussi des *systèmes à balayage lent* (slow scan), opérant à une vitesse 1000 fois inférieure à celle de la télévision ordinaire, qui servent à transmettre des images fixes. Le signal vidéo modulé occupe une plage si étroite (200...2400 Hz) que des lignes téléphoniques conventionnelles suffisent à le transmettre. Les appareils de ce genre ne sont fabriqués qu'en petites séries et sont de ce fait coûteux. Leur fonction ressemble à celle des équipements servant à transmettre des fac-similés (dispositifs que l'on ne range toutefois pas dans la catégorie des téléviseurs).

ausserdem galvanisch getrennte, das heisst isolierte Aussenleiter.

Für die Übertragung von Fernsehbildern steht eine reiche Auswahl an Koaxialkabeln zur Verfügung. Bei der Wahl des geeigneten Kabels sind neben den elektrischen Eigenschaften auch die grossen Preisunterschiede und die verschiedenen mechanischen Eigenschaften zu berücksichtigen.

Aus dem Sortiment der Telefon-Fern- und -Bezirkskabel können folgende Typen verwendet werden:

– *Kabel mit 4 Grosskoaxialtuben 2,6/9,5 mm*

Qualitativ hochwertige Koaxialpaare, geeignet für lange Übertragungsstrecken und für Videoübertragung; teures Kabel; wegen der mechanisch empfindlichen Koaxialpaare auch hohe Trasseekosten. Dämpfung bei 5 MHz etwa 5,3 dB/km.

- Die im Telefonnetz verwendeten 10tubigen Kleinkoaxialkabel eignen sich wegen der blanken und mit dem Bleimantel elektrisch verbundenen Aussenleiter nicht für Videoübertragung. An deren Stelle werden die *Kabel mit 6 oder 12 Kleinkoaxialtuben 1,2/4,4 mm* mit isolierten Aussenleitern verwendet. Es handelt sich auch hier um qualitativ hochwertige Koaxialpaare, geeignet für längere Übertragungsstrecken und für Videoübertragung. Wegen der mechanisch empfindlichen Koaxialpaare entstehen verhältnismässig hohe Trasseekosten. Dämpfung bei 5 MHz etwa 12 dB/km.

– *Kabel mit 8, 16 oder 40 Minikoaxialtuben 0,65/2,8 mm*

Für diese Koaxialleiter werden bezüglich der Impedanzunterschiede in den Spleissungen und der Impedanzregelmässigkeit in den Kabelsektionen weniger enge Toleranzen gesetzt. Die Tuben sind wohl für die videomässige Übertragung von Fernsehbildern geeignet, vorläufig ist aber der Einsatz nur in Anlagen mit einem einzigen Verstärkerfeld vorgesehen. Das Kabel ist preisgünstig und mechanisch robust. Dämpfung bei 5 MHz etwa 22 dB/km.

- *Kabel mit 6 oder 12 flexiblen «Kleinkoaxialtuben» 0,65/4,0 mm*
Koaxialpaare mit Vollpolyäthylenisolation. Aussenleiter aus doppeltem Cu-Geflecht. Jedes Koaxialpaar mit PE-Mantel isoliert. Keine magnetische Abschirmung, deshalb nur beschränkte Pegeldifferenzen auf diesem Kabel zulässig. Die Koaxialtube ist so dimensioniert, dass sie mit dem normalen Spleissmaterial auf das Kleinkoaxialpaar 1,2/4,4 mm gespleisst werden kann. Das Koaxialpaar 0,65/4,0 mm ist mechanisch sehr robust und flexibel. Wegen des arbeitsintensiven Aufbaus des Aussenleiters ist dieses Kabel jedoch verhältnismässig teuer. Dämpfung bei 5 MHz etwa 24 dB/km.

– *Kabel mit 2, 8, 16 oder 40 flexiblen Minikoaxialtuben 0,44/2,44 mm*

Koaxialpaare mit Vollpolyäthylenisolation. Aussenleiter aus doppeltem CU-Geflecht mit magnetischem Schirm in Bandform als Zwischenlage. Geschaffen als flexiblen Anschlusskabel an die Minikoaxialkabel 0,65/2,8 mm. Wird nur in ganz kurzen Längen zum Abschluss von Minikoaxialstrecken verwendet. Robustes und flexibles Koaxialpaar, jedoch teuer. Dämpfung bei 5 MHz etwa 36 dB/km.

5 Genres de câbles servant à la transmission de signaux vidéo

51 Lignes à paires symétriques

Les câbles à paires symétriques, par exemple ceux des réseaux téléphoniques locaux, ne se prêtent que de manière limitée à la transmission de signaux à haute fréquence. L'affaiblissement diaphonique de telles lignes s'accroît avec la fréquence, si bien que les signaux HF transmis sur diverses paires d'un câble peuvent s'influencer mutuellement. Dans une installation homogène équipée uniquement de câbles du même type, il est possible d'améliorer l'affaiblissement diaphonique au moyen d'un équilibrage HF assez compliqué. Toutefois, celui-ci n'est optimal que pour une plage de fréquences très limitée et ne porte pas sur toute la largeur de bande vidéo.

Dans la gamme HF, l'affaiblissement des lignes à paires symétriques est considérable. Il s'élève à quelque 60 dB/km à 5 MHz pour un diamètre de conducteur de 0,4 mm, à quelque 45 dB/km pour 0,6 mm et à quelque 38 dB/km pour 0,8 mm. Pour cette raison, il est avantageux de transmettre les images de télévision dans la plage vidéo de 25 Hz...5 MHz.

Dans le réseau de l'Entreprise des PTT suisses, la plage HF de 175...340 kHz est déjà occupée par la télédiffusion HF. Le fait de transmettre des images vidéo sur des lignes téléphoniques conduirait à tout le moins à une perturbation du service de la télédiffusion à haute fréquence, sous forme d'un niveau de bruit accru. Il faut aussi considérer que l'information véhiculée par les signaux vidéo pourrait – si le taux de diaphonie atteignait une valeur élevée – être «vue» sur des lignes cheminant en parallèle, ce qui compromettrait le maintien du secret des communications.

Par conséquent, l'Entreprise des PTT n'admet la transmission d'images vidéo sur des lignes téléphoniques d'abonnés qu'exceptionnellement, pour des emplois provisoires et de courte durée, sans garantir le secret des communications et après s'être assurée que les systèmes HF existants ne s'en trouvent pas perturbés.

Il est possible, sans difficultés techniques, de transmettre des images de télévision sur des lignes à paires symétriques établies dans des câbles spéciaux entièrement indépendants du réseau téléphonique. Le nombre des images pouvant être transmises en parallèle sur le même câble dépend de sa structure, du nombre de paires, du nombre et de la longueur des pas de toronnage ainsi que de la qualité d'image exigée.

52 Conducteurs coaxiaux

Les conducteurs coaxiaux se prêtent parfaitement à la transmission de larges bandes de fréquences. L'affaiblissement diaphonique entre les divers conducteurs coaxiaux d'un câble augmente avec la fréquence. En vue d'améliorer le taux de diaphonie des câbles coaxiaux aux fréquences inférieures à 1 MHz, on entoure les conducteurs extérieurs d'un ruban de fer constituant un blindage magnétique supplémentaire. Les transmissions dans la gamme vidéo exigent, en outre, des conducteurs extérieurs séparés galvaniquement, c'est-à-dire isolés.

Le choix des câbles coaxiaux permettant la transmission d'images est extrêmement riche. Pour déterminer le câble le mieux approprié, il y a lieu de tenir compte, en plus des caractéristiques électriques, des fortes différences de prix et des spécifications mécaniques.

6 Kabelanlagen der schweizerischen PTT-Betriebe für die Übertragung von Fernsehsignalen

Neben den einfachen Punkt-Punkt-Verbindungen, die heute noch in den meisten Fällen die wirtschaftlichste Lösung darstellen, wurden im Laufe der letzten Jahre zwei Arten von Kabelnetzen erstellt.

61 Das VHF-Netz Genf

In der VHF-Anlage Genf wurde 1968 versucht, mit dem preisgünstigen Baumaterial von Gemeinschaftsantennen eine Anlage für industrielle Punkt-Punkt-Fernsehübertragungen zu erstellen (Fig. 2).

Im Prinzip handelt es sich um je eine VHF-Sammelschiene auf getrennten Koaxialpaaren für jede Übertragungsrichtung. Entlang der VHF-Schienen besteht bei jedem Verstärkerpunkt die Möglichkeit, Fernsehverbindungen ein- oder auszukoppeln. Das zur Verfügung stehende Material bedingte Verstärkerfeldlängen von 310...388 m, so dass Abonnenten, die entlang der Anlage liegen, mit verhältnismässig kurzen Anschlusskabeln bedient werden können.

Da für den Bau die bestehenden Kabelkanäle des Telefons benützt wurden, erwies es sich als zweckmässig, die Anlage durch die Telefonzentralen zu schlaufen und die Verstärker in bestehenden Verstärkerschächten unterirdisch zu montieren. Beim VHF-Kabelnetz kann man unterscheiden zwischen dem Stammeleitungsnetz, das die in den Zentralen aufgestellten VHF-Schaltstellen miteinander verbindet und dem Zubringernetz, das die Verbindungen von den Abonnenten zu den VHF-Schaltstellen und von den Abonnenten zu den Verstärkern im Zuge der Stammkabel umfasst.

Parmi les câbles téléphoniques interurbains et ruraux dont nous disposons, il est possible d'utiliser les types suivants:

- Câbles à 4 tubes coaxiaux de grand diamètre 2,6/9,5 mm

Il s'agit de paires coaxiales à hautes performances, se prêtant bien à l'établissement de longs tronçons et à la transmission de signaux vidéo. En revanche, ce câble est cher et la sensibilité à l'endommagement mécanique des paires coaxiales se traduit par des tracés d'un coût de construction élevé. L'affaiblissement à 5 MHz est de quelque 5,3 dB/km.

- Les petits câbles coaxiaux à 10 tubes utilisés dans le réseau téléphonique ne se prêtent pas à la transmission de signaux vidéo, en raison du conducteur extérieur nu relié électriquement à la gaine de plomb. On les remplace pour cet usage par les câbles à 6 ou 12 tubes coaxiaux de petit diamètre 1,2/4,4 mm à conducteurs extérieurs isolés. Il s'agit aussi, en l'occurrence, de paires coaxiales de haute qualité, se prêtant bien à la construction de longs tronçons et à la transmission de signaux vidéo. Les frais d'établissement des tracés sont relativement élevés, vu la sensibilité des paires coaxiales à l'endommagement mécanique. L'affaiblissement à 5 MHz s'élève à quelque 12 dB/km.

- Câbles à 8, 16 ou 40 tubes minicoaxiaux 0,65/2,8 mm

En ce qui concerne les différences d'impédances dans les épissures et la constance d'impédance le long des trajets, ces conducteurs coaxiaux doivent satisfaire à des exigences moins poussées. Bien que ces tubes se

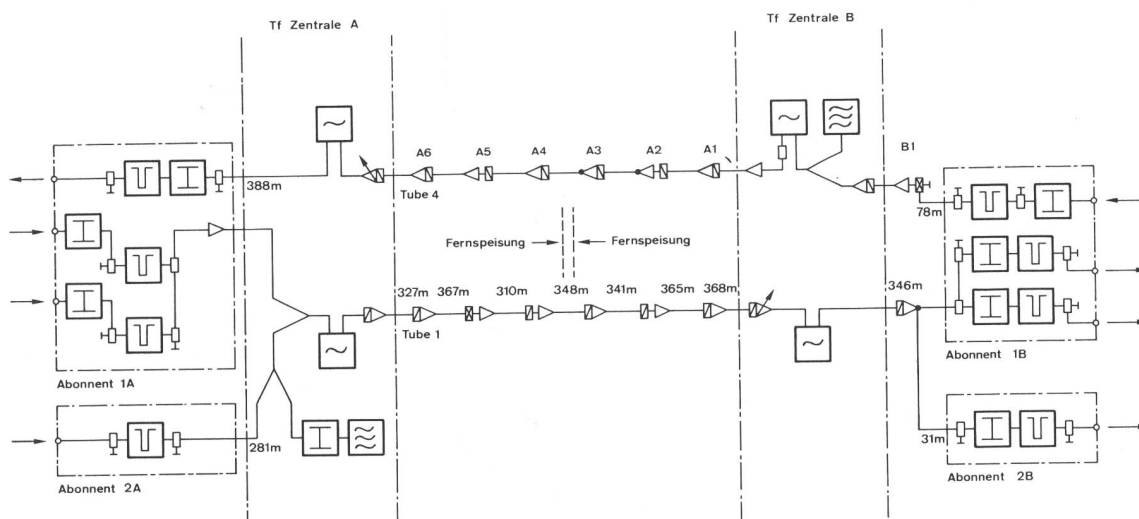


Fig. 2a
VHF-Netz für industrielles Fernsehen in Genf - Réseau VHF de télévision industrielle à Genève

Telefonzentrale A, B - Central téléphonique A, B
Fernspeisung - Téléalimentation
Abbonent 1A, 1B, 2A, 2B - Abonné 1A, 1B, 2A, 2B

- ⚡ Linien- und Verteilverstärker mit automatischer Verstärkungskorrektur - Amplificateur de ligne et de distribution avec correction automatique de gain (C.A.G.)
- ⚡ Linien- und Verteilverstärker - Amplificateur de ligne et de distribution
- ⚡ Linienverstärker mit automatischer Verstärkungskorrektur - Amplificateur de ligne C.A.G.
- ⚡ Linienverstärker - Amplificateur de ligne

- ⚡ Thermokorrektor - Thermocorrecteur
- ⚡ Richtkoppler - Coupleur directionnel
- ⚡ Fernspeisung - Téléalimentation

- ⚡ Pilot - Pilote
- ⚡ Kanalfilter - Filtre de canal
- ⚡ Koppler - Coupleur
- ⚡ Dämpfungsglied - Atténuateur

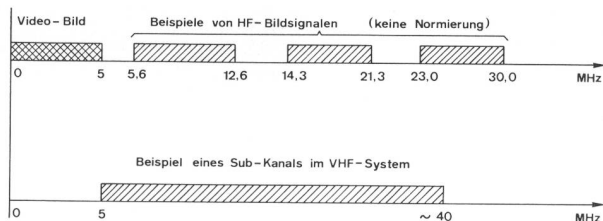


Fig. 2b
Frequenzspektren für Video- und HF-Übertragungen – Spectres de fréquences pour transmissions vidéo et HF

Vidéo - Image vidéo

Beispiele von HF-Bildsignalen (keine Normierung) – Exemples de signaux image HF (pas de normalisation)

Beispiel eines Sub-Kanals im VHF-System – Exemple d'un sous-canal dans le système VHF

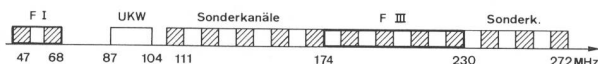


Fig. 2c
Frequenzspektren für VHF-Übertragungen – Spectres de fréquences pour transmissions VHF

Sonderkanäle - Canaux spéciaux

Die Übertragung der Fernsehsignale geschieht im Bereich 47...230 MHz auf CCIR-normierten Kanälen der Fernsehbander I und III, wobei Nachbarkanäle nicht belegt werden. So können je Koaxialpaar gleichzeitig sechs Verbindungen betrieben werden.

In den Telefonzentralen sind die VHF-Schaltstellen untergebracht, mit Netzgeräten für die Fernspeisung der Verstärker, der Piloteinspeisung und den Schaltmitteln für die Sammlung und Verteilung der Fernsehsignale (Fig. 3). Hier wäre es auch möglich, Kanalumsetzer vorzusehen. Zurzeit werden die Fernsehsignale jedoch auf der ganzen Übertragungsstrecke im gleichen Frequenzbereich übertragen. Eine Umsetzung hätte nur dann einen Sinn, wenn damit bei einer künftigen, stärkeren Belegung der Anlage eine bessere Ausnützung der Koaxialpaare in den Stammkabeln erreicht werden könnte. Ein auch nur auf einem kurzen Teilstück der VHF-Sammelschiene vorhandener FS-Kanal sperrt heute noch die zusätzliche Verwendung des gleichen Kanals auf der ganzen Länge dieser Schiene.

Ein grösserer Aufwand musste in der Genfer Anlage getrieben werden, um den Kunden die Geheimhaltung der übertragenen Bildinformation zu gewährleisten. Jeder Übertragungskanal ist an beiden Enden mit besonders entwickel-

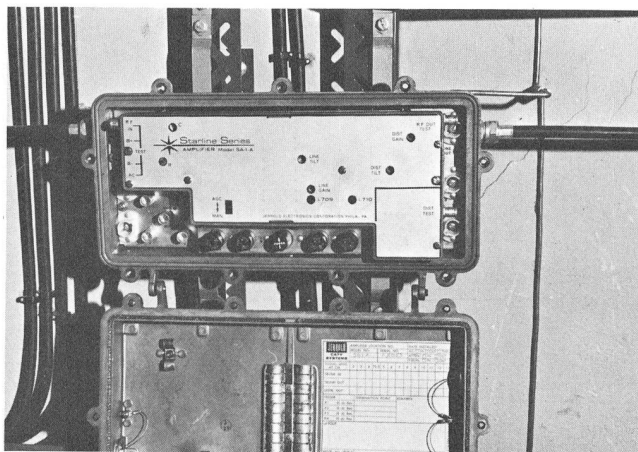


Fig. 3
Offener Verstärkerkasten in einer Zentrale – Coffret d'amplification ouvert dans un central

prêtent à la transmission d'images vidéo, on ne les utilise pour l'instant que dans des installations n'ayant qu'une seule section d'amplification. Ce câble est d'un prix modéré et d'une bonne robustesse mécanique. A 5 MHz, il présente un affaiblissement de quelque 22 dB/km.

- Câbles à 6 ou 12 «tubes coaxiaux de petit diamètre» flexibles 0,65/4,0 mm

Ce sont des paires coaxiales à isolation en polythène plein. Le conducteur extérieur est constitué par une double tresse en brins de cuivre. Chaque paire coaxiale est isolée par une gaine de polythène. Ce câble n'a pas de blindage magnétique, raison pour laquelle seules des différences de niveau limitées sont admissibles. Les dimensions du tube coaxial permettent son interconnexion par épissure, à l'aide de matériel normal, avec la paire coaxiale de petit diamètre 1,2/4,4 mm. Du point de vue mécanique, la paire coaxiale 0,65/4,0 mm est très robuste et flexible. Pourtant, vu la structure compliquée du conducteur extérieur, ce câble est relativement coûteux. L'affaiblissement à 5 MHz s'élève à quelque 24 dB/km.

- Câbles à 2, 8, 16 ou 40 tubes minicoaxiaux flexibles 0,44/2,44 mm

Il s'agit de paires coaxiales à isolation en polythène plein. Le conducteur extérieur est constitué par une tresse double de brins de cuivre avec un écran magnétique intermédiaire fait d'un ruban enroulé. Prévu comme cordon de raccordement flexible au câble minicoaxial 0,65/2,8 mm, il n'est utilisé que pour de faibles longueurs terminales sur les tronçons minicoaxiaux. Les paires coaxiales de ce type sont robustes et flexibles, mais leur prix est élevé. L'affaiblissement à 5 MHz s'élève à quelque 36 dB/km.

6 Installations de câbles utilisées par l'Entreprise des PTT suisses pour la transmission de signaux de télévision

En plus des liaisons point à point simples qui, aujourd'hui encore, représentent souvent la solution la plus économique, deux genres de réseaux de câbles ont été établis au cours des années écoulées.

61 Le réseau VHF de Genève

L'installation VHF de Genève, construite en 1968, constitue une tentative de réaliser une série de liaisons point à point de télévision industrielle au moyen de matériel peu coûteux utilisé habituellement dans les réseaux d'installations d'antennes collectives (fig. 2). En principe, chacune de ces liaisons comprend une ligne collective VHF formée par des paires coaxiales séparées pour chaque direction de transmission. A chaque point d'amplification jalonnant la ligne VHF, il est possible d'injecter ou d'extraire des signaux de télévision. Le matériel à disposition exigea l'implantation d'amplificateurs à des distances de 310...388 m, ce qui permet de desservir les abonnés jouxtant le trajet avec des câbles de raccordement relativement courts.

Etant donné que les canalisations des câbles téléphoniques furent utilisées pour la construction de l'installation, il se révéla rationnel de faire passer les circuits par les centraux téléphoniques et de monter les amplificateurs dans les chambres souterraines existantes. Quant au

ten, und deshalb auch recht teuren Kanalfiltern abgeschlossen. Diese weisen eine Grunddämpfung im Durchlassbereich von weniger als 3,5 dB auf und sperren die Bildträger der unerwünschten Kanäle mit mindestens 60 dB.

Netze vom Typ der Genfer Anlage könnten in Ortsnetzen interessant sein, wenn eine grössere Zahl von Fernsehverbindungen über einige Kilometer weitgehend parallel geführt werden müssten. Das heute, sechs Jahre nach dem Bau, zur Verfügung stehende neue Material liesse auch die Belegung zusätzlicher Sonderkanäle zu, so dass bis zu 30 Fernsehkanäle je Koaxialpaar betrieben werden könnten.

Das Genfer Netz wurde für den Betrieb von Punkt-Punkt-Verbindungen gebaut. Die Netzkonzeption erlaubt aber auch die Schaltung von Verteilnetzen, das heisst ein auf die VHF-Sammelschiene eingespeistes Fernsehsignal kann an beliebig vielen Orten abgenommen und auf Bildschirme geführt werden.

62 Telekurs-Videoverteilnetze

Diese Netze werden gebaut, um in den Städten Zürich, Bern, Genf, Lausanne, Lugano und Chiasso bis zu 24 Videosignale von einem zentralen Digital-Videoconverter zu den Kunden der Telekurs AG – vor allem Grossbanken – zu übertragen.

Der Digital-Videoconverter ist eine Ausrüstung, in der die Videosignale elektronisch gespeichert werden. Die «Bilder» bestehen nur aus alphanumerischen Tabellen, deren Lage in Schriftzeilen und Kolonnen genau bestimmt ist. Es ist auch nur zwischen hellen und dunklen Bildpunkten (keine Grautöne) zu unterscheiden. Die Informationen werden von einem Computer bei der Telekurs AG über Datenleitungen von 1200 oder 2400 bit/s in die Videoconverter eingeschrieben und laufend nachgeführt. Die Kosten für einen Digital-Videoconverter sind heute noch so hoch, dass je Stadt nur einer verwendet wird, und sich für die Verteilung der Information zu den Kunden die recht aufwendige, videomässige Bildübertragung lohnt. Die Kunden liegen nahe beieinander, die Übertragungsstrecken sind deshalb kurz. In einigen Fällen ist eine grosse Zahl Bildschirme je Kunde zu bedienen. Das Converterbild gestattet eine bessere Bildauflösung als das Kamerabild, weshalb das auf den Leitungen zu übertragende Bildsignal den Frequenzbereich 50 Hz...10 MHz umfassen muss. Diese Umstände führten zum Entscheid, auch im Verteilnetz die Fernsehsignale videomässig zu übertragen. Die von den PTT-Betrieben für die Telekurs-Anlagen bereitzustellenden Verteilnetze sind einfach aufgebaut (Fig. 4). Da für jedes Fernsehsignal ein besonderes Koaxialpaar nötig ist, wurden auf allen Strecken je zwei 12tubige Koaxialkabel ausgelegt. Je nach Verstärkerfeldlänge sind Kabel mit unterschiedlicher spezifischer Dämpfung eingesetzt. An den Leitungsenden sorgen Entzerrer, Brummkompensationsschaltungen und Verteilverstärker für die Regenerierung des Signals und für die Verteilung in bis zu vier Richtungen. Das Netz ist für maximal fünf Verstärkerfelder in Serie konzipiert.

In den Telekurs-Netzen werden über 950 Videoverteilverstärker eingesetzt; es handelt sich um die grössten uns bekannten Netze dieser Art. Ob solche auch künftig noch gebaut werden, hängt vor allem von den Kosten der Digital-Videoconverter ab. Sinken diese – was wegen der raschen Entwicklung auf dem Gebiet der integrierten Schaltungen zu erwarten ist – so ist es denkbar, dass später jeder Abonnent seinen eigenen Digital-Videoconverter besitzen wird, und die Information auf einfachen Datenkanälen bis zum Kunden übertragen werden kann.

réseau de câbles VHF, on distingue le réseau des câbles principaux, reliant entre eux les points de commutation VHF établis dans les centraux, et le réseau d'apport constituant la jonction des abonnés aux points de commutation VHF et aux amplificateurs jalonnant les câbles principaux. La transmission des signaux de télévision se fait dans la plage de 47...230 MHz, sur les canaux CCIR normalisés des bandes de télévision I et III, les canaux adjacents n'étant pas occupés. Il est ainsi possible de transmettre simultanément six liaisons sur chaque paire coaxiale.

Les centraux téléphoniques abritent les points de commutation VHF, les dispositifs de téléalimentation des amplificateurs et d'injection de la fréquence pilote ainsi que les organes collecteurs et de distribution des signaux de télévision (fig. 3). A ce niveau, il serait aussi possible de prévoir des équipements de transposition de canaux. Pour l'instant, les signaux de télévision sont transmis dans tout le réseau sur la même bande de fréquences. Une transposition ne serait rationnelle que s'il en résultait une meilleure utilisation des paires coaxiales des câbles principaux, lors d'une occupation future plus dense des voies de transmission. Même s'il n'est employé que sur un court trajet de la ligne collectrice VHF, un canal vidéo est bloqué aujourd'hui encore pour d'autres transmissions similaires sur l'ensemble du trajet. Pour que les clients raccordés à l'installation de Genève bénéficient du secret des communications, il a été nécessaire de mettre en œuvre des moyens assez importants. En tant que terminaison de chaque canal de transmission, on a placé aux deux extrémités des circuits des filtres de voies développés spécialement et, partant, assez coûteux. Ils présentent un affaiblissement fondamental dans la bande passante de moins de 3,5 dB et bloquent les porteuses image des canaux indésirables à 60 dB au moins.

Les dispositifs tels que l'installation de Genève pourraient être intéressants dans les réseaux locaux, dans le cas de la transmission d'un nombre important de liaisons vidéo en parallèle sur quelques kilomètres. Six ans après la construction du réseau précité, on dispose d'un matériel nouveau qui permettrait l'occupation supplémentaire de canaux spéciaux, autorisant la transmission de 30 canaux vidéo au maximum par paire coaxiale.

Le réseau de Genève a été construit pour l'exploitation de liaisons point à point. Il est cependant conçu de manière à pouvoir être aussi utilisé à des fins de distribution, en ce sens qu'un signal injecté sur la ligne collectrice VHF peut être extrait à un point quelconque et conduit à un écran de visualisation.

62 Les réseaux de télédistribution de Telekurs

Ces réseaux, construits dans les villes de Zurich, Berne, Genève, Lausanne, Lugano et Chiasso, permettent de transmettre jusqu'à 24 signaux vidéo entre un convertisseur central numérique-vidéo et les clients de Telekurs SA, en majeure partie de grands établissements bancaires.

Le convertisseur numérique-vidéo est un équipement permettant de mémoriser des signaux vidéo par voie électronique. Les «images» se présentent sous forme de tableaux alphanumériques ayant une disposition en lignes et en colonnes parfaitement déterminée. Seuls des points d'image clairs ou foncés doivent être différenciés (pas de demi-teintes grises). Les informations provenant d'un ordinateur implanté au siège de Telekurs SA sont transmises aux convertisseurs vidéo par le biais de lignes de données

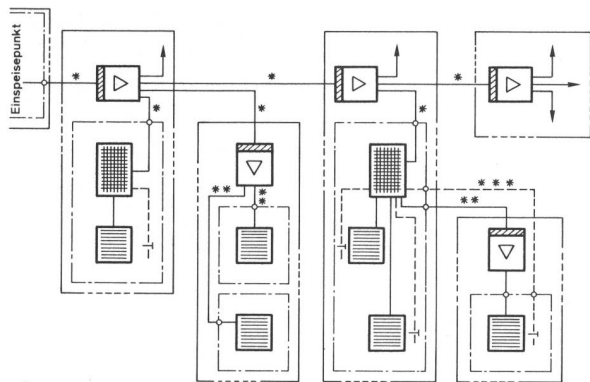


Fig. 4
Telekurs-Video-Verteilnetz – Réseau de distribution vidéo de Telekurs

- Einspeisepunkt – Point d'alimentation
- Gebäudegrenzen – Limites du bâtiment
- Bereich der Teilnehmerinstallationen – Secteur des installations de l'abonné
- Video-Verteilverstärker PTT – Amplificateur PTT de distribution vidéo
- Video-Koordinatenschalter – Sélecteur crossbar vidéo
- Bildschirm – Ecran de visualisation
- * Koaxialpaar, 1× pro FS-Programm – Paire coaxiale, une pour chaque programme TV
- ** Koaxialpaar, 1× pro Bildschirm – Paire coaxiale, une par écran de visualisation
- *** Steuerleitungen – Lignes de commande

63 Videoschaltnetze – Breitbandschaltnetze

Für industrielle Fernsehverbindungen sind heute meist noch einzeln geschaltete Punkt-Punkt-Verbindungen bereitzustellen. Die zu überbrückenden Entfernungen waren bisher klein, die Anlagen weit verstreut, und konkrete Angaben über künftige Bedürfnisse im gleichen Gebiet sind nicht erhältlich. Darum wurden fast ausschließlich individuelle, auf die zurzeit zu bedienenden Kunden ausgerichtete, ein- oder mehrtubige Kabelanlagen erstellt. Eine Ansammlung solcher Anlagen, zum Beispiel in Stadtzentren, würde aber wegen der vielen kleinen Kabel rasch zu einer schlechten Ausnutzung der Kabelkanäle und zu einem unrationellen Einsatz der Bauorgane führen. Wo weitere Bedürfnisse zu erwarten sind, ist man also interessiert, Anlagen zu erstellen, die als Baustein eines künftigen Netzes mit Reserven dienen können. Das Prinzip eines solchen Videoschaltnetzes ist in *Figur 5* dargestellt. Es besteht aus den in regelmäßigen Abständen eingeführten

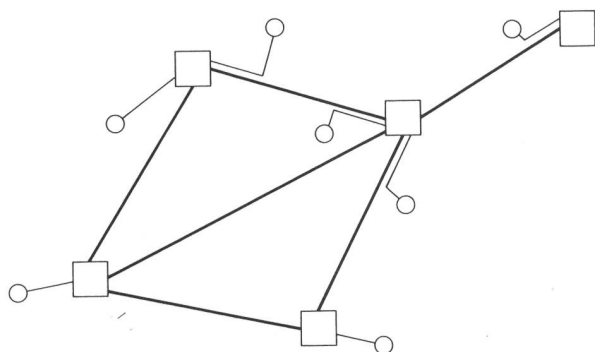


Fig. 5
Video- und Breitbandschaltnetz – Réseau à commutation vidéo et à large bande

- Koaxialschaltstelle – Point de commutation des câbles coaxiaux
- Teilnehmer – Abonné
- Stammkoaxialkabel – Câble coaxial principal
- Teilnehmerkoaxialanschlusskabel – Câble coaxial de raccordement d'abonné

à 1200 ou 2400 bits/s et sont continuellement mises à jour. Actuellement, le prix d'un convertisseur numérique-vidéo est si élevé qu'un appareil seulement est utilisé dans chaque ville et que la distribution de l'information au client sous la forme compliquée d'un signal vidéo est rentable. Les sections de transmission sont courtes, car les clients sont peu éloignés les uns des autres. Dans certains cas, plusieurs écrans de visualisation par client doivent être desservis. Le convertisseur fournit une image d'une plus haute définition qu'une caméra, raison pour laquelle l'image occupe un spectre allant de 50 Hz...10 MHz sur les circuits de transmission. Vu ces conditions, il a été décidé de transmettre également les signaux sous forme de signaux vidéo sur le réseau de distribution. La structure des réseaux de distribution que l'Entreprise des PTT met à la disposition de Telekurs SA est simple (*fig. 4*). Vu que la transmission de chaque signal de télévision exige une paire coaxiale spéciale, deux câbles coaxiaux à 12 tubes chacun ont été posés pour l'ensemble du circuit. Suivant la longueur de la section d'amplification, il a été fait usage de câbles d'un affaiblissement spécifique différent. Aux extrémités des câbles des filtres correcteurs de distorsion, des compensateurs de ronflement et des amplificateurs de distribution régénèrent et distribuent les signaux qui peuvent être répartis dans quatre directions au plus. Le réseau a été conçu pour un nombre de cinq sections d'amplification en série au maximum.

Les réseaux de Telekurs SA comprennent plus de 950 amplificateurs vidéo; il s'agit, à notre connaissance, des plus grands réseaux de ce genre. Le coût des convertisseurs numériques-vidéo déterminera en premier lieu s'il en sera construit encore d'autres. Si le prix de tels équipements baisse – ce qui est possible en raison du développement rapide des circuits intégrés dans ce domaine – il est concevable que chaque abonné possédera plus tard son propre convertisseur numérique-vidéo, ce qui permettra de transmettre l'information aux clients par le biais de canaux de données simples.

63 Réseaux vidéo à commutation – réseaux à commutation à large bande

Pour les liaisons de télévision industrielle, on met aujourd'hui généralement à disposition des liaisons point à point commutables séparément. Jusqu'ici, les distances à franchir étaient faibles, les installations disséminées, et les informations concrètes sur les besoins futurs dans un secteur donné manquaient. Pour cette raison, on se contenta d'établir presque exclusivement des installations de câble à un ou à plusieurs tubes adaptées aux besoins immédiats des clients. Toutefois, une prolifération de telles installations, par exemple au cœur des villes, conduirait vite à un emploi peu rationnel des canalisations, en raison du grand nombre des petits câbles, et à une dispersion des efforts du personnel de construction. De ce fait, on a donc tout intérêt à construire des installations pouvant servir d'infrastructure à des réseaux futurs, en prévoyant des réserves, partout où des besoins sont pressentis. La *figure 5* montre le schéma de principe d'un tel réseau image à commutation. Il consiste en points de commutation coaxiaux implantés à intervalles réguliers, en câbles coaxiaux de jonction principaux et en câbles coaxiaux de raccordement desservant les abonnés. Dans les câbles coaxiaux principaux, les circuits de divers abonnés sont

Koaxialschaltstellen, den verbindenden Stammkoaxialkabelanlagen und den Koaxialanschlusskabeln zu den Abonnenten. In den Stammkoaxialkabeln werden die Leitungen verschiedenster Kunden in vielpaarigen Gebilden zusammengefasst und auch Reservekoaxialpaare für künftige Bedürfnisse bereitgestellt. In den Schaltstellen sind die Leitungen mit Verstärkern abgeschlossen und die Signaldurchschaltung geschieht bei einheitlichem Pegel. In einer späteren Ausbauphase, bei stark gestiegenen Leitungsbedürfnissen, wäre auch die Mehrfachausnützung der Koaxialpaare auf den Stammkabeln und auf den Abonnentenanschlusskabeln, das heisst ein teilweiser Übergang von der Videoübertragung auf eine HF- oder VHF-Übertragung, zu prüfen.

Da neben dem Bedarf an Fernsehleitungen auch ein solcher an sehr breitbandigen Datenleitungen zu erwarten ist und auch für diese neue Kabelnetze geschaffen werden müssen, wird man danach trachten, die Videoschaltnetze so zu bauen, dass sie auch für die breitbandigen Datenleitungen verwendet werden können. Man wird dann nicht mehr von Videoschaltnetzen, sondern allgemein von Breitbandschaltnetzen sprechen.

réunis en faisceaux multipaires comprenant aussi des réserves de conducteurs coaxiaux pour les besoins futurs. Aux points de commutation, les lignes aboutissent à des amplificateurs, et la connexion des signaux se fait à un niveau normalisé. Lors d'un agrandissement ultérieur, si les besoins en circuits augmentent fortement, il y aurait lieu d'examiner la possibilité d'usage multiple des paires coaxiales occupant les câbles principaux et des câbles de raccordement d'abonnés, ce qui reviendrait à un passage partiel du mode de transmission vidéo au mode de transmission HF ou VHF.

Vu qu'indépendamment des circuits de télévision, des circuits de données à très large bande seront aussi nécessaires, et qu'il faudra, pour ceux-ci, aménager de nouveaux réseaux de câbles, on s'efforcera de construire les réseaux vidéo à commutation de manière à pouvoir aussi les utiliser en tant que circuits de données à large bande. Il ne sera dès lors plus question de réseaux vidéo à commutation, mais généralement de réseaux à commutation à large bande.

Die nächste Nummer bringt unter anderem

Vous pourrez lire dans le prochain numéro

A. Kündig	Ein Beitrag zur Entwicklung von Daten- und Teilnehmergeräten für zukünftige Digitalnetze
A. Baumann W. Neu W. Schenk	Entwicklung eines Datenmultiplexers für PCM-Übertragungssysteme Développement d'un multiplexeur de données pour systèmes de transmission MIC
P. Günter	Kanalsysteme für Telefon- und Elektroinstallationen Systèmes de canaux pour installations téléphoniques et électriques
W. Zach	Trasmissione di segnali mediante un sistema di codificazione a multifrequenze nella rete telefonica svizzera
