

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 50 (1972)

Heft: 5

Artikel: Entwicklungstendenzen des Fernsehens im Lichte der Bestrebungen des CCI R = Tendances de développement de la télévision à la lumière des études du CCIR

Autor: Bernath, Konrad Walter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874656>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 11.05.2025

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

Entwicklungstendenzen des Fernsehens im Lichte der Bestrebungen des CCIR¹

Tendances de développement de la télévision à la lumière des études du CCIR¹

Konrad Walter BERNATH, Bern

621.397.13.001.6

Zusammenfassung. Einleitend wird der Stand der technischen Entwicklung des Fernsehens, wie er sich in den Empfehlungen des CCIR¹ manifestiert, kurz dargestellt. Im folgenden Abschnitt wird auf aktuelle Zielsetzungen einschlägiger internationaler Gremien eingegangen; Tabellen vermitteln einige Zwischenergebnisse. Die mutmasslich wichtigsten, langfristigen Entwicklungsrichtungen werden im Schlusskapitel angedeutet.

Résumé. L'introduction est consacrée à une brève description du développement de la télévision, tel qu'il se manifeste dans les recommandations du CCIR¹. La seconde partie de l'article traite des buts actuels fixés par diverses commissions internationales compétentes; des tableaux illustrent quelques résultats intermédiaires. Les tendances de développement les plus importantes, auxquelles il faut s'attendre à longue échéance, font l'objet de la dernière partie de l'exposé.

Tendenze di sviluppo della televisione al lume degli studi del CCIR

Riassunto. L'introduzione è dedicata a una breve descrizione dello stato di sviluppo tecnico della televisione, come è concepita nelle raccomandazioni del CCIR¹. Segue quindi una relazione sugli obiettivi d'attualità delle diverse commissioni internazionali competenti; degli specchietti illustrano alcuni risultati intermedi. L'ultima parte dell'articolo accenna alle presumibili, più significative tendenze di sviluppo a lunga scadenza.

1. Einleitung

Die Neuentwicklung nachrichtentechnischer Konsumgüter ist unbestrittenes Primat der Industrie. Internationalen Organisationen, wie etwa dem CCIR, fällt die Aufgabe zu, ordnend einzugreifen, um neue technische Errungenschaften in definierter Qualität einem möglichst breiten Kreis von Menschen dienstbar zu machen. Angesichts der grossen Bedeutung des Massenmediums Fernsehen für die Wirtschaft vieler Länder ist es weiter nicht verwunderlich, dass die internationale Normung auf diesem Sektor des Nachrichtenwesens besonders schwierig durchzuführen ist, denn Standardisierung bedeutet für die Industrie, dass sie sich – mehr oder minder, je nach den nationalen Zollschranken – in einen internationalen Markt teilen muss.

Mit der 1970, anlässlich der 12. Plenarversammlung, eingebrachten Empfehlung 470 konnte im CCIR das alte Ziel einheitlicher Fernsehnormen doch noch einigermaßen verwirklicht werden. In dieser Empfehlung wird ausgesagt, dass künftig nur noch 525- oder 625-Zeilensysteme der NTSC-, PAL- oder SECAM-Farbnorm neu eingeführt werden sollen. (Als interessantes Detail ist zu erwähnen, dass auf Wunsch der UdSSR auch das amplitudenmodulierte SECAM IV unter den empfohlenen Systemen aufgeführt ist.) Zu den wichtigen im CCIR bewältigten Detailaufgaben der Fernsehnormung sind zu zählen [1]:

- Erarbeitung von Planungsgrundlagen (Empfehlungen 417-2, 418-2, 419)
- Prüfzeilenempfehlungen 420-2 und 473
- Weitverkehrsempfehlung 421-2
- Normen für den internationalen Fernsehprogrammaustausch auf Film (Empfehlung 265-2)
- Normen für die Querspur-Magnetbandaufzeichnung (Empfehlung 469)
- Videocharakteristiken eines monochromen 625-Zeilens-Fernsehsignals für den internationalen Programmaustausch (Empfehlung 472).

¹ Comité Consultatif International des Radiocommunications.

1. Introduction

Le développement de nouveaux biens de consommation dans le domaine de l'information est sans conteste un objectif primaire de l'industrie. Les organisations internationales, comme par exemple le CCIR, ont pour mission d'établir des règlements permettant d'offrir, dans une qualité définie, ces nouvelles techniques à de larges couches de la population. Etant donnée la signification importante du moyen de communication de masse «télévision» pour l'économie d'un grand nombre de pays, il n'est pas étonnant qu'une normalisation internationale dans ce secteur de l'information soit particulièrement difficile à réaliser. En effet, la standardisation signifie pour l'industrie qu'elle doit – plus ou moins selon les barrières douanières nationales – se partager un marché international.

Avec la recommandation 470 apportée en 1970 lors de la douzième assemblée plénière, un des anciens postulats du CCIR tendant à l'introduction de normes de télévision uniques a pu être réalisé dans une certaine mesure. Cette recommandation prévoit, qu'à l'avenir, seuls des systèmes à 525 ou 625 lignes, selon les normes couleur NTSC, PAL ou SECAM, pourront être introduits (il est intéressant de relever que, sur demande de l'URSS, le système à modulation d'amplitude SECAM IV figure parmi les systèmes recommandés). Parmi les questions de détail devant être traitées par le CCIR dans le domaine des normes télévisuelles, il y a lieu de citer [1]:

- Mise au point de documents de planification (avis 417-2, 418-2, 419).
- Insertion de signaux spéciaux dans l'intervalle de suppression de trame de signaux de télévision (avis 420-2, 473).
- Spécifications pour une transmission de télévision sur une grande distance (avis 421-2).
- Normes pour l'échange international de programmes de télévision sur film (avis 265-2).

¹ Comité Consultatif International des Radiocommunications.

Eine Reihe von Berichten, die hier nicht genannt werden können, sind als Vorstufen für kommende Empfehlungen zu betrachten.

2. Aktuelle Zielsetzungen internationaler Gremien auf dem Fernsehgebiet

Ein Blick in den Aufgabenkatalog des CCIR und CMTT² sowie der UER³ lässt erkennen, dass nicht nur die apparative, sondern auch die system- und betriebstechnische Entwicklung des Mediums «Fernsehen» mit der Einführung des Farbfernsehens noch keinesfalls abgeschlossen ist [1], [7]. Aus der Liste zukunftsgerichteter Studienprogramme wären etwa zu erwähnen:

- Beschaffenheit eines stereoskopischen Fernsehsystems
- Verhältnis Bild- zu Synchronisiersignal
- Vereinfachung der Synchronisiersignale
- Festlegung von Farbfernseh-Toleranzen
- Weltnorm für das Satellitenfernsehen
- Satellitenfernsehen für Gemeinschaftsempfang
- Fernsehsystem für Satelliten-Direktempfang
- Verringerung der Kanalkapazität für ein Fernsehsignal
- Norm für Schrägspur-Magnetband-Bildaufzeichnungsgeräte.

Bei den geostationären Satelliten zeichnen sich schon heute vier Anwendungsstufen ab:

- Satelliten für – meist interkontinentalen – Programmaustausch
- Satelliten für die Programmverteilung an die Rundfunksender
- Satelliten für Gemeinschaftsempfang
- Satelliten für Direktempfang.

Die Satelliten der ersten Gruppe sind bekanntlich bereits eingeführt, werden aber aus wirtschaftlichen Gründen vorwiegend für Telephonieübertragungen eingesetzt. Für die zweite und dritte Anwendungsklasse liegen detaillierte Projekte vor [2], [8], [9].

Fernseh-Rundfunksatelliten sollten nach den ersten Plänen ganze Kontinente bestrahlen. Man hat inzwischen die politischen und sprachlichen Schwierigkeiten einer solchen Lösung erkannt und tendiert heute mehr auf eine Versorgung von Sprach- und Kulturregionen. Als Endlösung durchaus anzustreben, technisch-wirtschaftlich aber wohl noch auf Jahrzehnte hinaus nicht zu verwirklichen, ist der Direktempfang von Satellitensendungen in herkömmlicher Modulationsart (Restseitenband-Amplitudenmodulation). Rund hundertmal geringere Sendeleistungen und entsprechend leichtere Satelliten und Trägerraketen er-

- Normes pour l'échange international de programmes de télévision sur bande magnétique (avis 469).
- Caractéristiques aux fréquences vidéo d'un système de télévision à utiliser pour l'échange international des programmes, système monochrome à 625 lignes (avis 472).

Une série de rapports, qui ne peuvent être mentionnés ici, sont à considérer comme travaux préliminaires pour des recommandations à venir.

2. Objectifs actuels d'organismes internationaux dans le domaine de la télévision

Un regard jeté sur la liste des tâches du CCIR et du CMTT², ainsi que de l'UER³, permet de se rendre compte que le développement, non seulement dans le domaine des appareils mais encore dans celui des systèmes de transmission et de la technique d'exploitation, est loin d'être terminé avec l'introduction de la télévision en couleur [1], [7]. Les programmes d'études suivants pour un avenir plus ou moins éloigné mériteraient d'être mentionnés:

- Propriétés d'un système de télévision stéréoscopique
- Rapport du signal image au signal de synchronisation
- Simplification des signaux de synchronisation
- Détermination de tolérances pour la télévision en couleur
- Norme mondiale pour la télévision par satellites
- Télévision par satellites pour la réception collective
- Systèmes de télévision par satellites pour la réception individuelle
- Diminution de la capacité du canal pour un signal télévisuel
- Normes pour les appareils d'enregistrement télévisuels à pistes magnétiques obliques.

Quatre possibilités d'utilisation se dessinent actuellement déjà pour les satellites géostationnaires:

- Les satellites pour l'échange – le plus souvent intercontinental – de programmes
- Les satellites pour la distribution de programmes aux émetteurs de radiodiffusion
- Les satellites pour la réception collective
- Les satellites pour la réception individuelle.

Comme chacun le sait, les satellites du premier groupe ont déjà été introduits. Cependant, pour des questions économiques, ils sont utilisés avant tout pour des transmissions téléphoniques. Des projets détaillés quant aux satellites de la 2ème et 3ème classe d'utilisation existent déjà [2], [8], [9].

² Commission Mixte CCIR/CCITT pour les Transmissions Télévisuelles et sonores

³ Union Européenne de Radiodiffusion

² Commission Mixte CCIR/CCITT pour les Transmissions Télévisuelles et sonores

³ Union Européenne de Radiodiffusion

Tabelle I

Typische Systemdaten möglicher künftiger Fernseh-Rundfunkdienste im Bereich VI (Region 1: 11,7...12,5 GHz). Die Satelliten befinden sich auf meridiannaher geostationärer Bahn [1], [2], [3], [8], [9], [13].

	Satelliten- Gemeinschafts- empfang	Einzelempfang Satellit	Einzelempfang Satellit	Einzelempfang terrestrisch
<i>Allgemein</i>				
Modulationsart	FM	AM	FM	AM
Rauschbandbreite (Bild) [MHz]	17	6	21	6
Zeilenzahl	525	625	625	625
<i>Empfangsseite</i>				
videofrequenter bewerteter Rauschabstand [dB]*	42	45	45	≥ 43
Rauschabstand vor Demodulation [dB]*	18	44	18	≥ 42
Empfängerrauschzahl [dB]	4	6	9	12
Eingangsträgerleistung [dB (W)]*	− 110	− 86	− 104	≥ − 82
Antennengewinn bezüglich Isotropstrahler [dB]	43	39	37	38
Empfangsfeldstärke [dB (μV/m)]*	36	65	47	≥ 70
<i>Sendeseite</i>				
Strahlungsart der Antenne	Richtstrahl	Richtstrahl	Richtstrahl	Rundstrahl
Strahlbreite (3-dB-Punkt) bei Richtstrahler [Grad]	1,4	1,4	1,4	—
Antennengewinn bezüglich Isotropstrahler [dB]	38	38	38	10
Senderleistung [kW]	0,05	80	0,8	1–10
ungefähre Versorgungsfläche [km ²]	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	3.10 ^{3**}

* Während etwa 99% der Zeit, restliche Zeit ungünstigere Werte (Witterungseinfluss)

** Größenordnungsmässige Angabe für flaches Gebiet bei einer effektiven Sendeantennenhöhe von etwa 200 m und Sichtverbindung

geben sich bei Anwendung der Breitband-Frequenzmodulation, weshalb alle neueren Projekte auf diese Modulationsart ausgelegt sind. Im engeren europäischen Raum dürfte sich der künftige Fernseh-Satellitenrundfunk auf Band VI (11,7...12,5 GHz) beschränken (Tabelle I). Ob sich frequenzmodulierte Bildsignale in diesem Bereich für den Einzelempfang eignen, kann heute noch nicht abschliessend beurteilt werden. Es ist denkbar, dass neue Technologien den Weg zum preiswerten FM/AM-Konverter und Mikrowellen-Massenprodukt freilegen [10]. Möglicherweise erwächst in den kommenden Jahren der Frequenzmodulation im digitalen Vielphasensystem, das bei vergleichbarer Senderleistung weniger Schutzabstand erfordert, eine ernsthafte Konkurrenz [23].

Meridiannahe geostationäre Satelliten ergeben auch im Alpengebiet (Elevation rund 36°) eine fast hundertprozentige Versorgung, so dass es denkbar ist, dass vielleicht einmal in ferner Zukunft, unter Mitbeteiligung der Schweiz und Österreichs, für den deutschen Sprachraum ein Rundfunksatellit lanciert wird. Vorprojekte dieser Art sind für den französischen und englischen Kulturraum Europas bereits ausgearbeitet; man rechnet dort mit einer Einführung entsprechender neuer Dienste in den achtziger Jahren.

Selon les premiers plans établis, les satellites radio-phoniques et de télévision auraient dû couvrir des continents entiers. On s'est rendu compte depuis lors des difficultés politiques et linguistiques qu'une telle solution pouvait présenter. La tendance actuelle est à la recherche de systèmes permettant la couverture de régions formant une entité linguistique et culturelle. En tant que solution finale, il faut rechercher un système permettant la réception individuelle d'émissions par satellites en modulation conventionnelle (modulation d'amplitude à bande latérale résiduelle). Une telle solution ne sera cependant pas réalisable avant plusieurs décennies, pour des raisons techniques et économiques. L'utilisation de la modulation de fréquence à large bande permet la mise en œuvre de puissances d'émissions environ 100 fois inférieures, diminuant ainsi considérablement le poids des satellites et des lanceurs correspondants. C'est pourquoi les projets les plus récents font appel à ce genre de modulation. Dans l'espace européen relativement réduit, il devrait être possible de se contenter, pour les transmissions par satellites de radiodiffusion, de la bande VI (1,7...12,5 GHz, tableau I). Il n'est actuellement pas possible de prévoir définitivement si des signaux images transmis dans cette bande en modulation de fré-

Das Satellitenfernsehen kann universeller gestaltet werden, wenn man ihm die Möglichkeit bietet, den Begleittönen in zwei oder mehreren Sprachen abzustrahlen. Nicht alle Programmbeiträge eignen sich aber für eine solche sprachliche «Erweiterung». Eine naheliegende und bis heute in ihrer Einfachheit nicht übertrifene Lösung für das simultane Übertragen mehrerer Begleittöne besteht darin, dass man oberhalb des Videokanals eine entsprechende Zahl frequenzmodulierter Tonträger unterbringt. Komplexere Verfahren nutzen die Zeilen- oder Bildaustastlücken des Fernsehsignals für die Übermittlung weiterer Toninformation aus. Systeme dieser Art benötigen keine zusätzliche Übertragungsbandbreite und sind auch sonst mit den bestehenden Fernschnormen kompatibel. Von besonderem Interesse ist der Sonderfall zweier hinreichend voneinander entkoppelter Tonkanäle, da dann wahlweise Stereoton oder zweisprachiger Kommentar übermittelt werden kann. Versuche haben ergeben, dass sich bei unserer Fernschnorm

quenz seront propres à la réception individuelle. Il y a cependant lieu de s'attendre que de nouvelles technologies ouvrent la voie à des convertisseurs modulation de fréquence/modulation d'amplitude avantageux et à la production en masse d'équipements pour ondes hyperfréquences [10]. Il est également possible qu'une modulation digitale et à plusieurs phases, qui pour une puissance d'émission comparable demande un rapport de protection entre canaux plus faible, représente, dans les années à venir, une concurrence sérieuse à la modulation de fréquence [23].

Les satellites géostationnaires placés sur orbite à proximité du méridien (élévation environ 36°) permettent une couverture presque totale, même dans la région des Alpes. Il n'est pas impossible que, dans un avenir plus ou moins éloigné, et avec la collaboration de la Suisse et de l'Autriche, un satellite de radiodiffusion soit lancé pour couvrir la zone de langue allemande. Des projets préliminaires analogues ont été mis au point pour les zones

Tableau I

Caractéristiques typiques de systèmes possibles des services télévisuels futurs dans la bande VI (Région 1: 11,7...12,5 GHz). Les satellites se trouvent sur une orbite géostationnaire proche du méridien [1], [2], [3], [8], [9], [13].

	Réception collective par satellite	Réception individuelle par satellite	Réception individuelle par satellite	Réception individuelle terrestre
<i>Généralités</i>				
Genre de modulation	FM	AM	FM	AM
Largeur de bande de bruit (image) [MHz]	17	6	21	6
Nombre de lignes	525	625	625	625
<i>Côté réception</i>				
Rapport signal désiré/non désiré de bruit pondéré en fréquence vidéo [dB]*	42	45	45	≥ 43
Rapport signal désiré/non désiré de bruit avant la démodulation [dB]*	18	44	18	≥ 42
Facteur de bruit du récepteur [dB]	4	6	9	12
Puissance de la porteuse à l'entrée [dB (W)]*	— 110	— 86	— 104	≥ — 82
Gain de l'antenne par rapport à un rayonnement isotrope [dB]	43	39	37	38
Intensité du champ à la réception [dB (μV/m)]*	36	65	47	≥ 70
<i>Côté émission</i>				
Genre de rayonnement de l'antenne	unidirectionnel	unidirectionnel	unidirectionnel	omnidirectionnel
Angle du faisceau rayonné (point 3 dB) pour les antennes unidirectionnelles [degrés]	1,4	1,4	1,4	—
Gain de l'antenne par rapport à un rayonnement isotrope [dB]	38	38	38	10
Puissance de l'émetteur [kW]	0,05	80	0,8	1-10
Surface approximative couverte [km²]	10 ⁶	10 ⁶	10 ⁶	3.10 ^{3**}

* Pendant 90% du temps, pour le reste, valeurs moins favorables admises (influences météorologiques).

** Indication ayant le caractère d'un ordre de grandeur pour une zone non montagneuse, une hauteur effective de l'antenne d'émission d'environ 200 m et une liaison optique.

in allen Bändern ein zusätzlicher FM-Ton unterbringen lässt, ohne dass sich Gleich- oder Nachbarkanalstörungen einstellen [11], [12].

Der terrestrische Fernseh Rundfunk im Bereich VI bildet gewissermaßen den Gegenpol zum entsprechenden Satellitenrundfunk, eignet er sich doch der Natur nach mehr für die regionale Versorgung. Die quasioptische Ausbreitung der verwendeten Zentimeterwellen und Witterungseinflüsse beschränken den Versorgungsradius auf etwa 30 km. Da sich nur unter Sichtbedingung eine hinreichende Empfangsfeldstärke erzielen lässt, kann auch in Ballungszentren eine Vollversorgung nur zusammen mit dem Drahtfernsehen verwirklicht werden; die drahtlose Strecke übernimmt dann unter Umständen mehr die Funktion eines wirtschaftlichen Quartierzubringers [21]. Vor allem kleinere Länder, die sich keine eigenen Rundfunksatelliten leisten können, dürften gut daran tun, Möglichkeiten und Grenzen einer terrestrischen Fernsehversorgung im letzten noch einigermaßen «witterungsfesten» Rundfunkband in die vorausschauende

culturelles europäisches de langue française et anglaise; les pays intéressés comptent avec l'introduction des nouveaux services correspondants pour les années 1980.

Les systèmes de télévision par satellites pourraient être conçus de façon plus universelle, s'il était possible de transmettre les commentaires en deux ou plusieurs langues. Une solution facile, qui jusqu'ici n'a pas été dépassée pour sa simplicité, consisterait, pour la transmission simultanée de plusieurs commentaires, à placer en dessus du canal vidéo un nombre correspondant de porteuses son en modulation de fréquence. Des procédés plus complexes utilisent pour la transmission d'informations sonores supplémentaires les intervalles de lignes et de trames. Les systèmes de ce genre n'exigent aucune largeur de bande supplémentaire pour la transmission et sont, de plus, compatibles avec les normes de télévision actuelles. Le cas particulier d'utilisation de deux canaux sonores suffisamment découplés est très intéressant, puisqu'il permet au choix la transmission stéréophonique de l'information sonore ou celle d'un commentaire en deux langues. Des essais ont démontré qu'avec notre norme de télévision, un canal sonore supplémentaire en modulation de fréquence pourrait être créé dans toutes les bandes, sans qu'il faille s'attendre à des perturbations sur le canal reçu ou sur les canaux voisins [11], [12].

La transmission terrestre de la télévision dans la bande VI représente, en quelque sorte, l'opposé de la transmission par satellites. De par sa nature, elle convient plus spécialement à une couverture régionale. La propagation quasi-optique des ondes centimétriques utilisées et l'influence des conditions météorologiques en limite la portée à environ 30 km. Un champ suffisant pour la réception ne pouvant être obtenu qu'en cas de liaisons visuelles avec l'émetteur, la couverture totale des grandes agglomérations ne peut se faire bien souvent qu'avec l'aide d'une transmission par fil; la transmission sans fil représente ainsi, selon les circonstances, une possibilité d'alimenter de façon économique les quartiers d'une ville [21]. Les petits pays, ne pouvant souvent pas faire les frais d'un satellite de radiodiffusion en propre, seraient bien inspirés de tenir compte dans leur planification des possibilités et limites d'un système terrestre de distribution télévisuelle, voire de chercher à obtenir, en dernier ressort, l'octroi d'une bande radio pas trop sensible aux conditions météorologiques. Le fait que plusieurs services doivent se partager ces bandes ne rend certes pas la tâche facile [2], [13], [20].

Les pays en voie de développement, qui utilisent la télévision souvent avec succès en tant que moyen d'enseignement, sont intéressés à l'établissement sur le plan international de directives techniques réglant les questions de réception. Des groupes de travail particuliers se sont préoccupés de ces questions au sein du CCIR, à l'exclu-

Tabelle II

CCIR-Spezifikationen für Hausantennenanlagen für Einzel- und Kollektivempfang [1]

Kabelimpedanz (Nennwert)	75 Ω (unsymmetrisch), bzw. 300 Ω (symmetrisch)
Amplitudengangschwankung in beliebigem Kanal	Antenne: innerhalb 2 dB restliche Anlage: innerhalb 3 dB
maximale Rauschzahl	9 dB (Band I/III)...15 dB, (Band V)
maximaler Reflexionskoeffizient	Kopplungselemente und Filter: 0,33 restliche passive Elemente: 0,25 (Band I/III) bzw. 0,33 (Band IV/V) aktive Schalteile: 0,33
Intermodulation, Kreuzmodulation, Fremdstörungen	entsprechend CCIR-Schutzabstandsempfehlung 418-2 und -bericht 306-1 bzw. 479.
Signalpegel an Empfängerbuchse	— 20...— 51 dBm* (Band I/III) bzw. — 30 ...—48 dBm* (Band IV/V)
Mindestentkopplung zwischen Empfängern	22 dB

* 0 dBm = 48,6 dB (mV) an 75 Ω .

Planung miteinzubeziehen. Dass sich verschiedene Dienste in diesen Bereich teilen müssen, erleichtert die Aufgabe keineswegs [2], [13], [20].

Die Entwicklungsländer, die das Fernsehen häufig mit Erfolg für Schulungszwecke einsetzen, sind an internationalen technischen Richtlinien für die Empfangsseite interessiert. Besondere Arbeitsgruppen haben sich im CCIR dieser Fragen angenommen, wobei aber grosse Gemeinschaftsantennenanlagen vorerst noch ausgeklammert sind (vgl. *Tabelle II*). In einer neu gebildeten Kommission soll ferner ein altes, zentrales Anliegen – die Festlegung von Toleranzen für Verzerrungen und Geräusche sowie deren Aufteilung auf die einzelnen Abschnitte des Übertragungsweges vom Bildgeber zum Empfänger – neu angegangen werden. Man verspricht sich davon zunächst eine wirkungsvollere Fassung der ohnehin revisionsbedürftigen Weitverkehrsempfehlung 421. Die Lösung dieser Aufgabe stösst auf fast unüberwindliche Schwierigkeiten, da es bisher noch nicht gelungen ist, für den Normalfall des gleichzeitigen Vorhandenseins verschiedenartiger Verzerrungen und Geräusche allgemeingültige Beziehungen zwischen objektivem, das heisst messbarem Störmass und subjektiver Störwirkung abzuleiten. Toleranzen für Pflichtenhefte werden heute gewöhnlich in der Weise festgelegt, dass man vereinfachend annimmt, dass in einem beliebigen Beobachtungsintervall eine einzelne Störungsart die andern dominiert. Dies führt, unter Berücksichtigung der mutmasslichen Additionsgesetze [1], erfahrungsgemäss zu Netzen mit ausgewogenen Qualitätseigenschaften, die sich beim heutigen Stand der Technik noch ohne allzu grosse Schwierigkeiten verwirklichen lassen (*Tabelle III*). Dabei ist zu beachten, dass die Betriebstoleranz, um die es hier geht, eine statistische Grösse ist, die im Sinne der Stichprobenrechnung, zum Beispiel während 90% der Zeit mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% eingehalten sein muss. Die im Pflichtenheft aufgeführte Abnahmetoleranz – eine determinierte Grösse – sollte in der Regel zahlenmässig etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Betriebstoleranz betragen [14], [15].

Sehr intensiv wird zur Zeit in einer Reihe von Ländern an der Automatisierung von Schalt- und Überwachungsfunktionen gearbeitet. Man verspricht sich davon nicht nur Personaleinsparungen, sondern auch eine weitere Hebung der Bildqualität. Grundlage für die Automation auf dem Übertragungssektor bilden die erwähnten Prüfzellenempfehlungen [22].

Empfängergrundfarben und Farbmischkurven des Bildgebers bestimmen beim Farbfernsehen primär die Güte der Farbwiedergabe. Die heutigen Empfängerprimärfarben weichen zum Teil beträchtlich von den im CCIR-Bericht 407-1 für eine Reihe von Normen aufgeführten Werten ab, weshalb eine Angleichung angezeigt erscheint. Ein im Schosse der

Tableau II

Spécifications CCIR concernant les installations d'antennes pour réception individuelle ou collective [1]

Impédance des câbles (valeur nominale)	75 Ω (asymétrique), ou 300 Ω (symétrique)
Fluctuations d'amplitude dans un canal quelconque	Antenne: inférieur à 2 dB, reste de l'installation: inférieur à 3 dB
Facteur de bruit maximum	9 dB (bande I/III)...15 dB (bande V)
Coefficient de réflexion maximum	Éléments de couplage et filtres: 0,33, autres éléments passifs: 0,25 (bande I/III), ou 0,33 (bande IV/V), éléments actifs: 0,33
Intermodulation (produits de 2 ^e ou 3 ^e ordre), perturbations extérieures	Conformément à l'avis du CCIR concernant le rapport de protection contre les brouillages mutuels 418-2 et aux rapports 306-1 et 479 (New Delhi, 1970)
Niveau du signal aux bornes du récepteur	— 20...— 51 dBm* (bande I/III), ou — 30...— 48 dBm* (bande IV/V)
Découplage minimum entre les récepteurs	22 dB

* 0 dBm = 48,6 dB (mV) sous 75 Ω .

sion, pour l'instant, des problèmes touchant les installations d'antennes réceptrices communes (voir *tableau II*). De plus, une commission récemment créée doit s'occuper à nouveau d'un ancien postulat, d'intérêt général, visant à fixer les tolérances pour les distorsions et les bruits ainsi que leur répartition dans les différents secteurs d'une transmission, de la source d'image au récepteur. On espère ainsi arriver à une rédaction plus efficace de l'avis 421 de la recommandation du CCIR concernant les spécifications pour une transmission de télévision sur une grande distance, qui de toute façon devrait être révisé. La solution de ce problème se heurte à des difficultés presque insurmontables, étant donné que jusqu'ici, il n'a pas encore été possible, pour le cas normal où plusieurs distorsions et bruits différents apparaissent simultanément, d'établir des relations valables d'une façon générale entre l'importance

Tabelle III

Provisorische Farbfernseh-Betriebstoleranzen und deren Aufteilung auf die einzelnen Abschnitte des Gesamtübertragungsweges von der Bildquelle bis zum Sender/Umsetzer (PAL-System, CCIR-Norm B/G). Definitionen nach CCIR. Die Angaben gelten für eine internationale Verbindung (Bezugskreis von 2500 km Länge). Im nationalen Rahmen sind die erzielten Bildqualitäten im Mittel um eine halbe Note besser, bei interkontinentalen Verbindungen etwa um eine halbe Note schlechter (5stufige CCIR-Vorzugsskala, New Delhi, 1970). Allfällige qualitätsmindernde Einflüsse des drahtlosen Pfades zwischen Sender und Heimempfänger sowie der Empfangsanlage selber sind nicht mitberücksichtigt. Ausserdem wird vorausgesetzt, dass in einem beliebigen Beobachtungsintervall eine einzelne Verzerrungsart die andern dominiert [1], [6], [17], [15].

		Amplituden- ungleichheit (Amplitudengang- fehler bei Farbräger)	Verzögerungs- ungleichheit (Gruppenlaufzeit- fehler bei Farbräger)	Luminanz- nichtlinearität [%]	differentielle Amplitude [± %]	differentielle Phase [± Grad]	Chrominanz- Luminanz- Übersprechen [± %]
<i>Additionsgesetz (nach CCIR) $h = *$</i>		2	2	3/2	3/2	3/2	3/2
<i>Anteil Studioseite</i>							
Coder		0,2	5	1	~ 0	~ 0	~ 0
Magnetbandaufzeichnung		1,4	60	11	8	9	4
restliche Studioausrüstung		0,6	40	3	5	6	2
<i>Anteil Übertragung</i>							
mobiles Richtstrahlnetz (2 FM-Abschnitte)		1,0	60	8	8	9	6
fixes nationales Richtstrahlnetz inkl. feste Zubringerstrecken (1 FM-Abschnitt)		0,9	50	5	7	7	5
fixes internationales Netz (1 CMTT-Bezugskreis, 2500 km)		1,6	90	12	13	13	11
Stationsverkabelung		0,2	10	2	3	3	1
Fernsehsender		1,1	50	12	8	9	8
2 Umsetzer in Kette, einschliesslich drahtlose Signalzuführungspfade**		1,4	80	13	10	10	13
<i>Gesamtnetz</i>	Toleranz	3,2	169	35	32	34	27
	Note***	3½	3½	3½	3½	3½	3½
<i>permanentes Netz</i> (Gesamtnetz ohne mobile Richtstrahlverbindungen)	Toleranz	3,0	158	32,5	29	31	25,5
	Note***	3½	3½	3½	3½	4	3½
<i>permanentes Hauptnetz</i> (Gesamtnetz ohne mobile Richtstrahlverbindungen und ohne Umsetzer)	Toleranz	2,6	136	27	25	27	19
	Note***	4	4	4	4	4	4

* Gesamtverzerrung $D_{\text{total}} = \left[\sum_{i=1}^n (D_i)^h \right]^{1/h}$, D_i = Einzelverzerrung

** Es werden gute Empfangsverhältnisse mit geringen Reflexionseinflüssen vorausgesetzt

*** CCIR-Vorzugsskala für Bildqualitätsbewertung (New Delhi, 1970):

5 = sehr gut (excellent)

2 = nicht (ganz) befriedigend (poor)

4 = gut (good)

1 = schlecht (bad)

3 = ziemlich gut (fair)

Tableau III

Tolérances d'exploitation pour la télévision en couleur et leur répartition dans les différents secteurs de la transmission, de la source d'image à l'émetteur, respectivement au réémetteur (système PAL, norme CCIR B/G). Les indications sont valables pour une liaison internationale (1 circuit fictif de référence de 2500 km de longueur). La qualité des images est en moyenne d'un demi-point supérieure, à l'échelon national, et d'un demi-point inférieure, pour les liaisons intercontinentales (échelle de préférence CCIR à cinq points, New Delhi, 1970). Il n'est pas tenu compte des influences éventuelles diminuant la qualité, dues soit à la transmission sans fil entre l'émetteur et le récepteur domestique, soit à l'installation de réception elle-même. De plus, il est admis que pendant la durée d'une observation quelconque, un seul genre de distorsion domine les autres [1], [6], [14], [15].

		Ecart d'amplitude [± dB] (Erreur d'amplitude de la sous- porteuse couleur)	Erreur de temps de propagation de groupe de la sous-porteuse couleur [± ns]	Distorsion de non- linéarité de la lumi- nance [%]	Gain différentiel [± %]	Phase différentielle [± degrés]	Diaphotie chro- minance-luminance [± %]
<i>Loi d'addition (selon CCIR) h = *</i>		2	2	3/2	3/2	3/2	3/2
<i>Quote-part studio</i>							
Codeur		0,2	5	1	~ 0	~ 0	~ 5
Enregistrement magnétique		1,4	60	11	8	9	4
Autres équipements de studio		0,6	40	3	5	6	2
<i>Quote-part transmission</i>							
Réseau mobile à faisceaux hertziens (2 sections FM)		1,0	60	8	8	9	6
Réseau à faisceaux hertziens national fixe, y compris les circuits d'accès (1 section FM)		0,9	50	5	7	7	5
Réseau fixe international (1 circuit fictif de référence CMTT, 2500 km)		1,6	90	12	13	13	11
Câblage de la station		0,2	10	2	3	3	1
Emetteur de télévision		1,1	50	12	8	9	8
2 réémetteurs en série, y compris la section d'amenée du signal**		1,4	80	13	10	10	13
<i>Réseau entier</i>	Tolérance	3,2	169	35	32	34	27
	Note***	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½
<i>Réseau permanent</i> (réseau entier sans les liaisons mobiles par faisceaux hertziens)	Tolérance	3,0	158	32,5	29	31	25,5
	Note***	3 ½	3 ½	3 ½	3 ½	4	3 ½
<i>Réseau permanent de base</i> (réseau entier sans les liaisons mobiles par faisceaux hertziens et sans les réémetteurs)	Tolérance	2,6	136	27	25	27	19
	Note***	4	4	4	4	4	4

* Distorsion totale $D_{\text{total}} = \left[\sum_{i=1}^n (D_i)^h \right]^{1/h}$, D_i = distorsion individuelle.

** De bonnes conditions de réception sont admises (peu d'échos).

*** Echelle de préférence CCIR pour l'évaluation de la qualité des images (New Delhi, 1970):

5 = excellent	2 = médiocre (poor)
4 = bon (good)	1 = mauvais (bad)
3 = assez bon (fair)	

UER ausgearbeiteter Vorschlag könnte hier wegweisend sein [16].

Wichtig nicht nur für das Fernsehen, sondern auch für die moderne Audiovision, ist die Festlegung von internationalen Normen für Schrägspur-Bildmagnetbandgeräte. Mit Rücksicht auf die beträchtlichen apparativen Investitionen auf dem Bildungssektor ist zu hoffen, dass diese Standardisierung nicht mehr allzulange auf sich warten lässt.

Das Normkonversionsproblem für den interkontinentalen Farbprogrammaustausch kann heute als gelöst betrachtet werden; sowohl ein vollelektronisches (englisches) Gerät als auch eine preisgünstige auf elektrooptischer Grundlage arbeitende (deutsche) Apparatur haben sich in der Praxis gut bewährt.

3. Ausblick

Die prospektiven Zielsetzungen auf dem Gebiet der Übertragung bewegter Bilder lassen sich in zwei Gruppen einteilen:

- weitere technische und betriebliche Optimierung bestehender Dienste
- systemtechnische Studien und apparative Entwicklungen in Richtung neuartiger Anwendungen.

Was die erstgenannte Kategorie betrifft, zeichnen sich Bestrebungen ab, den nach heutigen technologischen Erkenntnissen unnötig hohen Kanalkapazitätsbedarf der Synchronzeichen zu reduzieren. Parallel dazu wird geprüft, inwieweit redundanzmindernde Codierverfahren auf das Bildsignal anwendbar sind. Es scheint, dass sich der Informationsfluss nur dann bedeutend vermindern lässt, wenn von digitalisierten Bildsignalen ausgegangen wird. Da diese beim Heimfernsehen Basisbandbreiten von ungefähr 100 MHz benötigen, ist klar, dass sie sich nur entweder ungetrügert im Studiobereich oder aber getrügert im Bereich extrem kurzer Wellen übertragen lassen. Unschön ist auch, dass sich redundanzmindernde Methoden beim Farbfernsehen offenbar nur dann konsequent anwenden lassen, wenn die Chrominanzinformation in der Grundform videofrequenter Farbdifferenzsignale vorliegt. Mit differentieller Pulsecodemodulation (DPCM) lässt sich – unter Auswertung der Korrelation örtlich benachbarter Bildpunkte –, ohne nennenswerte Beeinträchtigung der Bildqualität, die Bandbreite etwa auf einen Drittel vermindern; raffiniertere Techniken, welche die Korrelation zeitlich aufeinanderfolgender Einzelbilder mit auswerten, erreichen bei entsprechendem apparativem Mehraufwand Reduktionsfaktoren von etwa 7. Für das Leuchtdichtesignal wird dann noch rund 1 bit je Abtastwert benötigt. Es ist zweckmässig, die Redundanz eines Fernsehsignals in eine objektive und eine subjektive Komponente zu zerlegen. Jene umfasst, «was

objective, c'est-à-dire mesurable, de la perturbation et son effet subjectif. Les tolérances fixées dans les différents cahiers des charges sont déterminées en ce sens que l'on admet, par mesure de simplification, qu'au cours de la durée d'une observation quelconque, un seul genre de perturbation domine les autres. Cela conduit, compte tenu des lois d'addition auxquelles il faut s'attendre [1], et selon l'expérience, à des réseaux dont les propriétés qualitatives sont équilibrées, et qui, étant donné le développement actuel de la technique, peuvent être réalisés sans de trop grandes difficultés (*tableau III*). Il y a lieu de remarquer à ce sujet que la tolérance d'exploitation, dont il s'agit en l'occurrence, est une grandeur statistique qui, dans le sens du calcul par échantillonnage, doit par exemple apparaître avec une probabilité de 95% pendant 90% du temps. La valeur numérique de la tolérance de recette mentionnée dans le cahier des charges – qui est une grandeur déterminée – devrait en règle générale varier entre la moitié et les deux tiers de la tolérance d'exploitation [14], [15].

Actuellement, une série de pays s'occupent activement de problèmes touchant l'automatisation de fonctions de commutation et de surveillance. On espère ainsi, non seulement réaliser des économies de personnel, mais encore obtenir une amélioration supplémentaire de la qualité des images. Les avis déjà mentionnés du CCIR, concernant l'insertion de signaux spéciaux dans l'intervalle de suppression de trame de signaux de télévision, constituent des documents de base dans ce domaine [22].

En télévision en couleur, la qualité de restitution des couleurs est déterminée en premier lieu par les couleurs primaires du récepteur et par l'allure des courbes spectrales de la caméra de prise de vue. Les couleurs primaires des récepteurs actuels diffèrent en partie d'une façon importante des valeurs d'une série de normes fixée par le CCIR dans son rapport 407-1. Une adaptation de ces conditions est souhaitable. La proposition élaborée au sein de l'UER pourrait indiquer la voie à suivre [16].

L'établissement de normes internationales pour les appareils d'enregistrement magnétique vidéo à piste oblique n'est pas seulement important pour la télévision, mais encore pour les moyens d'information audio-visuelle modernes. Etant donnés les investissements importants auxquels il faut consentir pour l'acquisition d'appareils de ce genre, dans le domaine de l'enseignement par exemple, il faut espérer qu'une standardisation ne se fera pas trop attendre.

Le problème des normes de conversion pour l'échange intercontinental de programmes de télévision en couleur peut être aujourd'hui considéré comme résolu; tant un appareil entièrement électronique (de fabrication anglaise) qu'un dispositif électro-optique avantageux (d'origine allemande) ont fait leurs preuves en pratique.

das Empfangsgerät (mit guter Wahrscheinlichkeit) bereits weiss», diese verkörpert, «was der Betrachter nicht sieht» [17], [18]. Zu beachten ist, dass Redundanzverminderung im allgemeinen höhere Störempfindlichkeit mit sich bringt.

Während sich ein Stereoton beim Fernsehen im Prinzip leicht verwirklichen lässt, stösst das Errichten eines stereoskopischen Farbfernsehendienstes auf erhebliche technische Schwierigkeiten. Ob ein Stereobild unter heutigen Bildbetrachtungsbedingungen bei diesem Medium überhaupt sinnvoll ist, muss allerdings bezweifelt werden. (Sonderanwendungen, etwa für Lehrzwecke, seien ausgenommen.)

Nicht mehr ins Gebiet der «science fiction» gehört – wie eine japanische Entwicklung gezeigt hat – die drahtlose Zeitungsübermittlung mit Hilfe verhältnismässig billiger Heimfaksimilegeräte [19]. Der vorläufig noch beschränkten technischen Qualität und Formatgrösse steht das bestehende Argument höchster Aktualität gegenüber. Die Ausstrahlung kann über das normale Fernnetz erfolgen, mit Zusatzgeräten sogar während der Fernsehsendungen (Ausnutzung der Bild- oder Zeilenaustastlücken).

Man spricht heute viel von «integrierten Kommunikationsnetzen» und versteht darunter in der Regel im engeren Sinne eine Ergänzung des bestehenden Telephonnetzes durch strukturell gleichartige oder ähnliche Bild- und Datennetze, wobei im Endausbau alle Signale bis zum Teilnehmer digital geführt würden. Es wird zwischen symmetrischen (Fernsehtelephon) und asymmetrischen Diensten (Übermittlung von Bilddokumenten, Schriftstücken, Computerdaten usw. auf Abfrage hin) unterschieden. Neuerungen dieser Art sind ihrem Wesen nach leitergebunden; für die internationale Normung ist deshalb das *Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique* (CCITT) zuständig.

3. Perspectives d'avenir

Les buts prospectifs dans le domaine de la transmission d'images mobiles peuvent être répartis en deux groupes:

- Continuer d'optimiser les techniques et l'exploitation des services existants
- Poursuivre les études de systèmes techniques et les développements d'appareils en vue d'applications nouvelles.

En ce qui concerne la première catégorie, les efforts réalisés tendent à réduire la capacité des canaux de transmission nécessaires à l'acheminement des signaux de synchronisation, qui selon les connaissances technologiques actuelles est inutilement trop élevée. Parallèlement, on examine dans quelles mesures des procédés de codification diminuant la redondance pourraient être appliqués au signal vidéo. Il apparaît que le flux d'informations ne pour-

rait être fortement réduit qu'en faisant appel à des signaux vidéo digitalisés. Comme ceux-ci nécessitent une largeur de bande de base d'environ 100 MHz pour la télévision domestique, il est clair que leur application ne pourrait se faire, sans avoir recours à la technique des courants porteurs, que dans le domaine des studios, ou alors en faisant appel à cette technique, en réalisant les transmissions à l'aide d'ondes hyperfréquences. Un inconvénient réside aussi dans le fait que les méthodes tendant à réduire la redondance ne peuvent être appliquées systématiquement en télévision en couleur qu'à la condition que l'information de chrominance soit disponible sous forme de signaux de différence de couleur transmis dans la bande des fréquences vidéo. La largeur de bande nécessaire peut être réduite à environ un tiers, sans diminution de la qualité de l'image, par l'utilisation de la modulation par impulsions et codage différentiel (DPCM), en tenant compte de la corrélation entre les points d'image localement voisins. Des techniques plus raffinées, faisant intervenir la corrélation entre les images se succédant dans le temps, permettent, en tant que l'on admette des investissements plus importants dans le domaine des appareils, un facteur de réduction d'environ 7. La transmission du signal de luminance ne nécessite plus qu'environ 1 bit d'information par valeur d'échantillonnage. Il est judicieux de décomposer la redondance d'un signal télévisuel en une composante objective et une composante subjective. La première comprend «ce que le récepteur de télévision (avec une bonne probabilité) sait déjà» et la seconde matérialise «ce que le téléspectateur ne voit pas» [17], [18]. Il y a lieu de remarquer qu'une diminution de la redondance conduit en général à une plus grande sensibilité aux perturbations.

Alors qu'en télévision conventionnelle la transmission stéréophonique du son peut être en principe facilement réalisée, la mise sur pied d'un service de télévision stéréoscopique en couleur se heurte à des difficultés techniques importantes. Il est toutefois permis de douter, étant données les conditions actuelles de vision de l'image, que la transmission stéréoscopique ait un sens (mises à part les applications particulières dans le domaine de l'enseignement par exemple).

Comme l'a montré un développement japonais, la transmission sans fil des journaux à l'aide d'un récepteur domestique de fac-similé relativement bon marché, n'est plus du domaine de la science-fiction [19]. A la qualité technique pour l'instant encore limitée et au format réduit, on peut opposer un argument de poids résidant dans la très haute actualité des informations transmises. L'émission peut se faire par le truchement du réseau de télévision normal, et à l'aide d'appareils accessoires, pendant la transmission des programmes ordinaires (utilisation des intervalles de la trame et des lignes).

De nos jours, il est souvent question de «réseaux de communication intégrés» et l'on comprend par là, en règle générale, au sens restreint du terme, l'extension du réseau téléphonique existant par des réseaux de transmission d'images et de données de structure semblable. L'équipement final de ces réseaux permettrait la transmission jusqu'à l'abonné de tous les signaux sous forme digitale. Il y a lieu de faire la différence entre les raccordements symétriques

(vidéo-téléphone) et les raccordements asymétriques (permettant la transmission sur demande de documents photographiques, écrits, données émanant ou à destination d'ordinateurs). Les nouveautés de ce genre sont, de par leur nature, liées à un réseau de transmission par fil; les normes internationales qui s'y rapportent relèvent de la compétence du Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique (CCITT).

Bibliographie

- [1] CCIR: XIIth Plenary Assembly, New Delhi, 1970; Vol. V, Parts 1 and 2. UIT, Genf.
- [2] CCIR: Report of the Special Joint Meeting, Geneva, 1971; Parts I and II. UIT, Genf.
- [3] K. H. Sakowski: Results of propagation measurements in cities at 12 GHz. Nachrichtentechn. Z. 24 (1971) Heft 11, S. 585...588.
- [4] J. Feldmann: On the reception and transmitter power for 12 GHz television. UER-Bericht Com. T. (K) 184 vom 1. 10. 1969.
- [5] O. Goes, G. Heinzelmann, K. Vogt: Sendernetzplanung für einen terrestrischen Fernsehrundfunk im Fernsehbereich 11,7-12,7 GHz. Rundfunktechn. Mitt. 12 (1968) Heft 5, S. 202...211.
- [6] K. Bernath: Provisorische Richtlinien für die Betriebstoleranz der wichtigsten Verzerrungsarten und deren Aufteilung auf die einzelnen Abschnitte des Übertragungsweges beim PAL-Farbfernsehsystem. Bericht Nr. P 40.179/24. 3. 1970, Abteilung Forschung und Entwicklung PTT, Bern.
- [7] UER: Rapports de la Commission technique. Centre technique de l'UER, Bruxelles.
- [8] Special issue on satellite communications. Proc. IEEE 59 (1971) No. 2.
- [9] Q. B. McClannan: A satellite system for CATV. Proc. IEEE 58 (1970) No. 7, p. 987...1001.
- [10] H. N. Toussaint, R. Hoffmann: Integrierte Mikrowellenschaltungen; Stand und Tendenzen der Entwicklung. Frequenz 25 (1971) Heft 4, S. 100...110.
- [11] S. Dinsel: Ein zweiter Tonträger – eine Möglichkeit zur Übertragung eines weiteren Tonkanals beim Fernsehen. Rundfunktechn. Mitt. 14 (1970), Heft 6, S. 275...282.
- [12] G. G. Gassmann: Compressed multisound (COM); ein neues Tonübertragungsverfahren für das Satellitenfernsehen. Funk-Technik 7 (1970) Heft 10, S. 371...373.
- [13] Actes finals de la Conférence administrative mondiale des télécommunications spatiales. Genf 1971.
- [14] C. A. Siocos: Statistical principles in the supervision of technical performance in the color television network of the CBC. IEEE Trans. on Broadcasting, BC-15 (1969), No. 2, p. 33...38.
- [15] K. W. Bernath: Farbfernsehen und Farbtreue. AGEN-Mitteilungen Juli 1970, Heft 11.
- [16] Groupe ad hoc de l'UER sur les couleurs primaires en télévision en couleur: Rapport sur la réunion tenue à Londres les 14 et 15 septembre 1970. Doc. Com. T. (C) 7 du Centre Technique de l'UER, Bruxelles.
- [17] L. Stenger, G. Wengenroth: Possibilities of digital encoding and transmission of colour television signals. Nachrichtentechn. Z. 24 (1971) Heft 6, S. 321...325.
- [18] F. Jaeschke, J. Ost: Nachrichtenreduktion beim Fernsehen. Fernmelde-Ing. 25 (1971) Heft 4, S. 1...20.
- [19] Pressemeldung Asahi-Shimbun vom 25. Sept. 1969
- [20] G. Hansen: Fernsehen auf Zentimeterwellen. Rundfunktechn. Mitt. 12 (1968) Heft 5, S. 197...198.
- [21] H. Rindfleisch: Neue Möglichkeiten der Verbreitung von Fernsehprogrammen. Rundfunktechn. Mitt. 12 (1968) Heft 5, S. 199...201.
- [22] M. I. Kriwoschejew: Probleme der zukünftigen Entwicklung des Fernsehens. Nachrichtentechnik 21 (1971) Heft 8, S. 284...289.
- [23] A. Brown: Satellite broadcasting: Possible advantages of using digital modulation for television. BBC Research Dept. Report No. 1971/25.