

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 44 (1966)

Heft: 9

Artikel: Das Weltseekabelnetz = Le réseau mondial de câbles sous-marins

Autor: Timmerman, W. / Dawidziuk, B.M. / Hvidsten, T.N.M.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874586>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 30.04.2026

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

Das Weltseekabelnetz²

Le réseau mondial de câbles sous-marins²

Zusammenfassung. Im vorliegenden Beitrag wird der Einfluss von Seekabeln mit Unterwasserverstärkern auf das internationale Fernmeldewesen und insbesondere auf den interkontinentalen Telefonverkehr beschrieben. Die technischen Eigenschaften der zur Überbrückung des Atlantischen Ozeans erstellten Kabel sind bereits vielfach beschrieben worden; daher wird hier die Betonung auf die betrieblichen und wirtschaftlichen Aspekte der Seekabel und auf ihre Rolle im Weltnachrichtenverkehr im Vergleich zu anderen Weltverkehrsmitteln gelegt.

Résumés. Cet article décrit les effets de l'introduction des systèmes de câbles sous-marins pourvus de répéteurs sur les télécommunications internationales et, en particulier, sur le service téléphonique intercontinental. On a déjà beaucoup écrit et discuté des systèmes de câbles utilisés à travers l'Atlantique; l'exposé suivant traitera donc plus spécialement des aspects opérationnel et économique des câbles sous-marins, du rôle qu'ils peuvent jouer dans les communications mondiales et de la façon dont ils se comparent aux autres moyens de transmission à grande distance.

Riassunto. L'articolo descrive gli effetti dell'introduzione dei cavi sottomarini muniti di amplificatori subacquei sulle telecomunicazioni internazionali e, in particolare, sul servizio telefonico intercontinentale. Le caratteristiche tecniche dei cavi che attraversano l'Atlantico sono già state esposte ripetutamente; l'autore ha pertanto tenuto a trattare più specialmente gli aspetti economici e d'esercizio dei cavi sottomarini ed a comparare il loro ruolo nelle telecomunicazioni mondiali a quello assunto dagli altri mezzi di trasmissione a grande distanza.

1. Nachrichtenmittel vor 1956

Vermutlich hätte die Weltgeschichte einen anderen Verlauf genommen, wenn der Nachrichtenverkehr zwischen den Ländern der Erde die heutigen Einrichtungen, Bequemlichkeiten und Gütenormen gehabt hätte. *Marco Polo* (1254 bis 1324) hätte nicht sein Leben in Gefahr bringen müssen, um ein Handelsmonopol mit dem Osten zu errichten, denn heute hat jedermann direkten Zugang zu den Produktionszentren für die Beschaffung von lebensnotwendigen oder gemeinnützigen Dienstleistungen, Nahrungsmitteln und Gütern. Jahrhunderte hindurch ist der Handel tatsächlich der Hauptantrieb gewesen, der Männer in die entferntesten Teile unseres Planeten führte, um Vorteile für sich oder ihr Land zu gewinnen. Heute verlangt die Wirtschaft jedes Landes einen Handelsausgleich, andernfalls leidet der Wohlstand des Landes. Das Fehlen eines angemessenen Nachrichtenverkehrs mit der Aussenwelt beeinträchtigt sowohl das Handelsvolumen als auch die Konkurrenzfähigkeit eines Landes. Diese Tatsachen können nicht mehr unbeachtet bleiben, noch kann ihre Tragweite als unbedeutend angesehen werden.

1.1 Die Notwendigkeit des Nachrichtenverkehrs wächst ständig

Forschungen nach einem Zusammenhang zwischen Nachrichten- und Handelsvolumen ergaben, dass beim Vorhandensein von Fernmeldeleitungen hoher Güte zu mässigen Preisen die Gesamteinnahmen aus dem Fernmeldeverkehr zwischen zwei Ländern im Durchschnitt, gering gerechnet, 0,5% des gesamten Handelsvolumens zwischen den beiden Ländern beträgt [1, 2]. Dieses Ergebnis geht aus *Tabelle I* hervor.

¹ Mitarbeiter der Standard Telephones and Cables Ltd (ITT), London.

² Leicht gekürzter Nachdruck, mit freundlicher Bewilligung des Laboratoire central de télécommunications, Paris, aus «Elektrische Nachrichtentechnik» Nr. 1/1966, S. 82...93.

1. Les moyens de communication avant 1956

Il est probable que l'histoire aurait été profondément modifiée si, dans le passé, il avait existé entre les pays du monde des moyens de communication présentant le même développement, les mêmes facilités et la même qualité que ceux d'aujourd'hui. Nous pouvons remarquer par exemple, en nous écartant quelques instants du sujet, que *Marco Polo* (1254–1324) n'aurait pas eu besoin de risquer sa vie pour instaurer un monopole commercial avec l'Orient puisque chacun a aujourd'hui un accès direct aux centres de production pour obtenir des marchandises ou services essentiels. L'histoire montre que le commerce a été, à travers les siècles, le principal motif qui a poussé les hommes vers les parties les plus reculées de notre planète afin de procurer des bénéfices à un individu ou à une nation. La croissance normale d'un pays exige aujourd'hui un équilibre de sa balance commerciale. L'absence de moyens de communication adéquats avec le monde extérieur réduit à la fois le volume du commerce et le pouvoir de concurrence d'un pays. Ces faits ne peuvent plus être ignorés ni considérés comme d'importance secondaire.

1.1 Les besoins de communications continuent à croître

Les nombreuses études qui ont été faites pour établir une relation entre l'importance des communications et celle du commerce ont mis en lumière une corrélation assez remarquable; on a trouvé que, lorsque les moyens de communication sont efficaces et les tarifs raisonnables, le rapport du revenu des communications, évalué avec prudence, au montant des échanges commerciaux est de 0,5% (*tableau I*, [1], [2]). En général, ces conditions ne sont remplies que

¹ Collaborateurs de Standard Telephone and Cables Ltd (ITT), Londres.

² Reproduction, légèrement abrégée, autorisée par le Laboratoire central de télécommunications, Paris, de la «Revue des télécommunications» No. 1/1966, p. 81 à 95.

Tabelle I Fernmeldegebühren der Britischen PTT-Verwaltung

Tableau I Revenu des communications internationales du Post Office britannique

Gesamteinnahmen aus dem britischen internationalen Fernmeldeverkehr 1963/64 in 1000 £ Revenu brut des communications internationales du Royaume-Uni (1963/64), en 1000 £								
	Telephon	Telex	Telegraph	Spalten 1...3 gesamt	Gesamteinnahmen in beiden Ländern in Mio £	Handelsvolumen beider Länder in Mio £	Prozentualer Anteil der Gebühren am Handelsvolumen	Gebühr für ein 3-Minuten-Gespräch in sh
	Téléphone	Télex	Télégraphe	Total des colonnes 1...3	Revenu total aux deux extrémités des circuits, en mill. de £	Montant des échanges commerciaux entre les pays, en mill. de £	Rapport du revenu des communications au montant des échanges commerciaux, en %	Prix d'une communication de 3 mn, en sh
	1	2	3	4	5 (= 2×4)	6	7	8
Grossbritannien-Frankreich								
Royaume-Uni-France	930	129	212	1271	2,550	348	0,73	6/-
Grossbritannien-Niederlande								
Royaume-Uni-Pays-Bas	510	175	77	762	1,320	384	0,34	7/-
Grossbritannien-Belgien								
Royaume-Uni-Belgique	301	84	57	442	0,880	193	0,45	7/-
Grossbritannien-Deutschland								
Royaume-Uni-Allemagne	923	369	171	1463	2,930	448	0,65	10/-
Grossbritannien-Norwegen								
Royaume-Uni-Norvège	190	140	69	399	0,800	153	0,52	16/-
Grossbritannien-Schweden								
Royaume-Uni-Suède	316	162	80*	558	1,120	336	0,33	16/-
Grossbritannien-USA								
Royaume-Uni-Etats-Unis	2192	633	450*	3275	6,550	859	0,76	60/-

* geschätzt

£ = Pfund Sterling = ca. Fr. 12.-

sh = Shilling = ca. Fr. -.60

* Estimé

£ = livre sterling

sh = shilling

Allgemein wurden diese Vorbedingungen nur dort angetroffen, wo die Übertragung durch verhältnismässig geringe Investitionen erfordernde Koaxialkabel oder Mikrowellen-Richtstrahlsysteme erfolgte. Wo die Entfernungen grösser wurden und die Strecken nicht über Land gingen, sondern Meere zu kreuzen hatten, verhinderten zunächst technische Schwierigkeiten und dann der Kapitalbedarf die Beschaffung von Sprechkreisen hoher Güte. Die Einnahmen aus diesem internationalen und interkontinentalen Nachrichtenverkehr stellen nur einen Bruchteil des Möglichen dar, wobei besonders das Fernsprechwesen, bei dem der grösste Anteil der Gebühren anfällt, noch in den Kinderschuhen steckt. Ein weiterer Anreiz vom Standpunkt des Telephonbetriebs ist die Tatsache, dass die Bedienungskosten in den Endämtern beim Fernsprechen nur etwa ein Achtel derjenigen bei der Telegraphie betragen. Da der internationale Handel im Mittel um 6...7% im Jahr wächst, ist der zu erwartende Gebührenanfall aus dem internationalen Nachrichtenverkehr offensichtlich enorm und wartet nur auf die Einführung rationeller und qualitativ hochwertiger Übertragungssysteme.

s'il est possible de disposer de circuits internationaux de haute qualité sur câbles coaxiaux existants ou sur faisceaux hertziens dont les prix de premier établissement sont relativement faibles. Lorsqu'il s'est agi de distances plus grandes et que l'on a envisagé des trajets qui n'étaient pas seulement terrestres, mais impliquaient également la traversée des mers et des océans, c'est tout d'abord la technologie et, ensuite, l'importance du capital à investir qui ont empêché la réalisation de tels circuits de haute qualité. Aujourd'hui encore, le revenu des communications internationales et intercontinentales sur les circuits les plus modernes n'est qu'une petite fraction du revenu en puissance et, en particulier, la téléphonie qui constitue la principale source de profits est encore dans l'enfance. Ce dernier mode d'utilisation présente un autre avantage; les frais d'exploitation des installations terminales sont en effet huit fois plus faibles pour la téléphonie que pour la télégraphie. Comme les échanges commerciaux internationaux s'accroissent au taux moyen de 6 à 7% par an, le revenu potentiel des communications internationales est énorme et sa mise en valeur n'attend que la réalisation de systèmes de transmission efficaces et de haute qualité.

1.2 Telegraphenkabelnetz

Beim internationalen Weitverkehr übernahmen die Telegraphenkabel in der Mitte des vorigen Jahrhunderts von den Schiffen die Aufgabe schnellster Nachrichtenübermittlung.

Das Kabellegen war zur damaligen Zeit der kleinen Schiffe und beschränkten technischen Möglichkeiten wegen kein besonders einfaches Geschäft; es wurden trotzdem grosse Summen in dieses Nachrichtenverkehrsmittel investiert. Praktisch haben sich sämtliche Kabel inzwischen bezahlt gemacht, gleichzeitig haben sie aber die Ausbreitung des Weltnachrichtenverkehrs gefördert. Heute verlassen sich die Regierungen, die internationale Geschäftswelt und Privatpersonen auf diese Einrichtungen. Wie zu erwarten war, folgten die Seekabel bereits bestehenden Schiffsrouten und verbanden die Handelszentren als die hauptsächlichsten Verkehrserzeuger in den Entwicklungsländern. Telegraphenseekabel haben sich als sehr zuverlässiges Verkehrsmittel erwiesen; wenn sie einmal gelegt sind, sind sie gegen störende Eingriffe von aussen praktisch unverletzbar. Allerdings konnten sie den Verkehr nicht direkt an landeinwärtsgelegene Punkte bringen, ohne von Umsetzern Gebrauch zu machen; ausserdem war ihre Verkehrskapazität begrenzt. Andererseits gestatten Erdkabel, Nachrichtenverkehr an mehreren Stellen längs der Strecke aufzunehmen und abzugeben, wodurch die Auslastung des Kabels merklich verbessert wird. Der Telegraphenverkehr ist gegenüber dem Telephonverkehr insoweit im Vorteil, als er nicht durch Zeitunterschiede, Warten auf sofortige Verbindung und Zeitverlust beim Rückrufen der Teilnehmer beeinträchtigt wird, so dass ein sehr hoher Wirkungsgrad zu erreichen ist.

Technisch sind die Telegraphenseekabel nicht viel über den Stand von 1856 hinausgewachsen. Die Kanalaufteilung und in manchen Fällen der Einsatz von Zwischenverstärkern haben die Kanalkapazität des Kabels vergrössert, jedoch ist die höchste bekannte Kanalzahl immer noch nur zwölf.

1.3 Kurzwellen-Richtfunk

Durch die Arbeiten von *Marconi* und durch die Entwicklung von leistungsfähigen Vakuumröhren wurden neue Wege zur Übertragung auf weite Entfernungen gangbar gemacht. Infolge der verhältnismässig geringen Kosten und des hohen Richtvermögens der Antennenanlagen sowie der Möglichkeit, zu verabredeten Zeiten Verbindung mit in verschiedenen Richtungen liegenden Stationen aufzunehmen, stand dem Kurzwellen-Richtfunk von Anfang an ein weites Anwendungsgebiet offen. Und tatsächlich findet sich heute fast in jedem Lande der Erde zumindest eine dieser für hohe Leistungen ausgerüstete Funkanlage. Ursprünglich beschränkte sich das Arbeitsgebiet dieser Anlagen auf die Übertragung von Telegraphiesignalen. Doch bald erweiterte es sich auf Telephoniekanäle von 2400 Hz Bandbreite nach

1.2 Le réseau de câbles télégraphiques

C'est au milieu du siècle dernier que les communications à longue distance par câbles télégraphiques ont commencé à remplacer le transport de messages par bateaux comme le moyen de transmission le plus rapide entre continents.

La pose des câbles n'était pas une sinécure à cette époque où les navires étaient petits et les possibilités techniques très limitées; des sommes importantes ont été investies dans ces moyens de communication. En fait, tous les câbles ont procuré des bénéfices tout en stimulant l'évolution des communications mondiales et ils sont devenus indispensables aux gouvernements, aux maisons de commerce et aux particuliers. Comme il fallait s'y attendre, les trajets des câbles télégraphiques sous-marins ont suivi les grandes routes de navigation; ils ont relié entre eux les centres commerciaux et favorisé ainsi le trafic avec les pays en cours de développement. L'expérience a montré que les câbles de cette nature, une fois installés, sont des moyens de communication de grande sécurité à l'abri de toute influence extérieure. Cependant, ils ne pouvaient pas amener directement les messages aux centres situés à l'intérieur des terres et une translation était alors nécessaire. De plus, leur débit est très limité. En revanche, lorsque leur trajet est judicieusement choisi, ces câbles permettent aux Compagnies exploitantes de recueillir et d'écouler du trafic le long du parcours, ce qui augmente leur rendement de façon appréciable. Le trafic télégraphique présente également sur la téléphonie l'avantage de ne pas être gêné par les différences entre fuseaux horaires et de ne pas être sujet aux pertes de temps pour attente de circuits disponibles et rappel des abonnés; cela permet d'obtenir un très bon rendement des voies.

Du point de vue technique, les câbles télégraphiques n'ont pas fait de progrès considérables depuis 1856. La division en voies et, dans certains cas, l'insertion de répéteurs-régénérateurs de conception simple ont accru le débit des câbles, mais le plus grand nombre de voies obtenu jusqu'ici sur un câble n'est encore que de douze.

1.3 Transmissions radio sur ondes courtes

L'invention de *Marconi* suivie de celle du tube à vide amplificateur ont été à l'origine d'une ère nouvelle dans les moyens de communication. La modicité du capital à investir, les réseaux d'antennes directives de grande efficacité et la possibilité de travailler avec plusieurs correspondants, suivant un horaire pré-établi, au cours d'une même journée, ont valu aux transmissions radio par ondes courtes une réputation bien méritée. En fait, tous les pays du monde disposent maintenant d'au moins une station de grande puissance à ondes courtes pour liaisons internationales. Les premiers émetteurs fonctionnaient en mode A1, c'est-à-dire par tout ou rien; par la suite, les progrès ont rendu possible la téléphonie dans une

CCIR-Empfehlung und schliesslich auf vier Sprechkreise je Sender mit Einseitenbandübertragung.

Obgleich solche Übertragungen dem Einfluss von Erscheinungen unterworfen sind, die durch Schwund und Sonnenflecken hervorgerufen werden, und obgleich die Zahl der möglichen Trägerfrequenzen durch die stets wachsende Nachfrage beschränkt ist, hat die Erfahrung doch gezeigt, dass, wo es sich um nur wenige Sprechkreise handelt, eine Kurzwellenanlage die wirtschaftlichste Übertragungsart bietet. Es ist daher zu erwarten, dass auf geraume Zeit hinaus manche Länder mit geringem Verkehrsangebot sich ausschliesslich dieser Übertragungsform zur Überbrückung von grossen Entfernungen bedienen werden.

1.4 Die ersten Fernsprechseekabel

Bei den ersten Fernsprechseekabeln erforderte jeder Sprechkreis eine Doppelleitung, die je nach Länge des Kabels bespult oder unbespult war. Die meisten dieser Kurzstrecken-Seekabel sind noch heute in Betrieb und gewähren eine vollkommen hinreichende Übertragungsgüte. Für sehr grosse Entfernungen würden diese Leitungen jedoch hinsichtlich Signalverzerrung, Pegelstabilität und Systemgeräusch den heute üblichen Anforderungen an interkontinentale Leitungen nicht mehr genügen. Zur Verbesserung ihrer Übertragungseigenschaften, und damit zur Verlängerung ihrer Reichweite, wurde schon vor Ausbruch des letzten Weltkrieges in Grossbritannien und in den Vereinigten Staaten die Entwicklung von Unterwasserverstärkern aufgenommen. So baute im Jahre 1943 die *Britische PTT-Verwaltung* (GPO) ihre ersten starren, mit Gleichstrom gespeisten Unterwasser-Zweidrahtverstärker in ein Kabel ein, das zwischen England und Irland verlegt wurde. Im Jahre 1946 wurde ein ähnlicher Verstärker in einem Kabel zwischen Grossbritannien und Deutschland verwendet [3]. Während sich das Interesse Englands hauptsächlich auf Zwischenverstärker für Flachseegewässer zur Verwendung rund um die britischen Inseln richtete, zielten amerikanische Entwicklungsarbeiten auf Verstärker für grosse Meerestiefen ab. Die beim Legen von Seekabeln mit Bewehrung üblicher Art bestehenden Probleme zwangen die Konstrukteure, einen biegsamen Zwischenverstärker mit kleinem Durchmesser zu entwickeln, der zusammen mit dem Kabel bewehrt wurde. Dadurch kann der Verstärker zusammen mit dem Kabel auch über die Legevorrichtung des Schiffes abrollen und sich frei drehen, so dass Kabelknicke vermieden werden. Allerdings konnten Richtungsweichen, die beim Betrieb über ein einziges Kabel in beiden Übertragungsrichtungen unvermeidlich sind, nicht im Kabel untergebracht werden. Hieraus entstand die Zweikabelpraxis der *American Telephone and Telegraph Company* (ATT). Das erste Kabel dieser Art wurde 1950 zwischen Key West in Florida und Habana auf Kuba gelegt [4].

Ermutigt durch den Erfolg des ersten Kabels mit Zwischenverstärkern und durch die wachsende Nach-

bande de fréquences vocales de 2400 Hz; plus récemment, les techniques de bande latérale unique (BLU) ou de bandes latérales indépendantes (BLI) ont permis d'obtenir jusqu'à 4 voies à fréquence vocale de qualité CCIR ou le nombre équivalent de voies télégraphiques. Les transmissions de ce type peuvent cependant être perturbées à des époques plus ou moins prévisibles par les effets d'évanouissement ou par l'activité des taches solaires. Le nombre de voies utilisables dans les transmissions radio à ondes courtes est limité par l'encombrement croissant du spectre de fréquences dans la gamme de fréquences la plus favorable. Du point de vue de l'exploitant, il est certain que la radio à ondes courtes constitue encore le moyen de transmission le plus économique et de nombreux pays continueront donc à compter exclusivement sur ce procédé dans le proche avenir parce que quelques voies sont suffisantes pour l'écoulement de leur trafic.

1.4 Les débuts des câbles téléphoniques sous-marins

Les premiers câbles sous-marins pour transmission téléphonique ne fournissaient qu'un seul circuit à fréquence vocale par paire symétrique chargée ou non chargée selon la longueur de ce circuit. La plupart de ces câbles sont encore en service aujourd'hui et assurent une transmission de qualité suffisante sur les distances considérées, mais ils ne satisfont évidemment pas aux normes de haute qualité des circuits intercontinentaux en ce qui concerne le temps de propagation de groupe, la stabilité des niveaux, le facteur de bruit et l'équivalent de référence au niveau zéro.

Un peu avant la deuxième guerre mondiale, la mise au point d'un répéteur immergé destiné à améliorer et allonger les systèmes de câbles téléphoniques sous-marins a été entrepris en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis suivant des conceptions différentes.

Le Post Office britannique (GPO) a posé, en 1943, son premier répéteur rigide bidirectionnel sur un câble Angleterre-Irlande. Ce répéteur était alimenté en courant continu circulant sur le câble. Un répéteur similaire a été installé en 1946 sur un câble reliant le Royaume-Uni à l'Allemagne [3]. Ces répéteurs pour eaux peu profondes présentaient un intérêt particulier pour les câbles à installer autour des Iles Britanniques; mais les études américaines se sont portées dès le début vers les applications aux câbles de grands fonds. Les problèmes ayant trait à la pose des câbles sous-marins classiques avec armure de fils d'acier ont alors conduit les techniciens à l'adoption de répéteurs flexibles de petit diamètre (serpents) placés sous la même armure que le câble. Cela permet le passage continu sur l'appareillage du bateau et la libre rotation du câble sur lui-même pour éviter la formation de coques. Comme il n'est pas possible d'insérer dans ces répéteurs des filtres directionnels pour exploitation bilatérale, cela a conduit aux systèmes à deux câbles de l'*American Telephone and*

frage nach direkten Fernsprechkreisen, legten Grossbritannien und andere europäische Länder Kurzstrecken-Flachseekabel mit Zwischenverstärkern der *Standard Telephones and Cables Ltd* (STC). Einige technische Daten dieser Zwischenverstärker sind in *Tabelle II* angegeben.

Telegraph Company (ATT). Le premier système de ce type a été posé en 1950 entre Key West (Floride) et La Havane (Cuba) [4].

Encouragés par le succès des premiers câbles munis de répéteurs et poussés par l'augmentation des demandes de circuits téléphoniques directs, la Grande-

Tabelle II Technische Daten der ersten Unterwasserverstärker

Tableau II Données techniques sur les premiers câbles à répéteurs immergés

Verbindung	Jahr	Art des Zwischenverstärkers	Art des Kabels	Anzahl der 4-kHz-Sprechkreise	Höchste Frequenz kHz	Verstärkung dB	Abstand der Verstärker sm	Zwischenverstärker-Spannung V	Speisestrom mA	Lieferant
Câble	Année	Type de répéteur	Type de câble	Capacité en voies de 4 kHz	Fréquence supérieure en ligne kHz	Gain du répéteur dB	Espace-ment entre répéteurs milles marins	Tension du répéteur V	Courant en ligne mA	Fournisseur
Grossbritannien-Deutschland		einseitig	Spezial							
Royaume-Uni-Allemagne	1946	unidirectionnel	spécial	5	44	75	**	240	630	GPO
Key West-Habana		biegsam								
Key West-La Havane	1950	flexible	0,46'' PE	24	108*	65	36	60	230	WE
Niederlande-Dänemark		einseitig								
Hollande-Dänemark	1950	unidirectionnel	0,935'' PE	36	356	62	40	220	715	STC
Grossbritannien-Niederlande		einseitig								
Royaume-Uni-Hollande	1950	unidirectionnel	0,62'' Pg	60	552	60	16	250	316	GPO
Schottland-Norwegen		zweiseitig								
Ecosse-Norvège	1954	bidirectionnel	0,935'' PE	36	352	58,8	38,8	125	311	STC
TAT-1 (Überquerungsstrecke)		biegsam								
TAT-1 (section principale)	1956	flexible	0,62'' PE	36	164*	60,7	37,5	63	225	WE
TAT-1 (kanadischer Abschnitt)		zweiseitig								
TAT-1 (section canadienne)	1956	bidirectionnel	0,62'' PE	60	552	60	20,4	123	316	STC

* Übertragung in einer Richtung. Für den vollständigen Sprechkreis sind zwei Kabel erforderlich
 ** 1 Zwischenverstärker auf 197 sm
 sm = Seemeile
 PE = Polyäthylen Dielektrikum
 Pg = Paragutta Dielektrikum
 GPO = Britische PTT
 WE = Western Electric Company (USA)
 STC = Standard Telephones and Cables Ltd

* Transmission unilatérale
 Deux câbles sont nécessaires pour réaliser des circuits complets
 ** 1 répéteur sur 197 milles marins
 Diélectrique: PE = Polyéthylène
 Pg = Paragutta
 Fournisseur: GPO = General Post Office
 WE = Western Electric Company (Etats-Unis)
 STC = Standard Telephones and Cables Ltd

2. Internationale Seekabelsysteme 1956 bis 1965

Figur 1 zeigt den gegenwärtigen Stand des weltumspannenden Seekabelnetzes und die Zahl der verfügbaren Telephon-Sprechkreise. Heute besteht kein Zweifel, dass Fernsprech-Seekabel wirtschaftlich sehr lohnend sind und dass das anfänglich in die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit dieser Kabel gesetzte Vertrauen vollauf gerechtfertigt war.

2.1 Überbrückung des Atlantischen Ozeans

Der grosse Erfolg des Nahverkehrs-Seekabels bildete die Grundlage für ehrgeizigere Pläne, auch den Atlantischen Ozean mit drahtgebundenen Telephonikanälen zu überbrücken. Die in Grossbritannien und USA vorliegenden Erfahrungen wurden ausgetauscht, und das erste transatlantische Kabel wurde geplant,

Bretagne und les autres pays d'Europe ont posé en eaux peu profondes plusieurs systèmes de câbles sous-marins à portée moyenne dont les répéteurs ont été fournis par la *Standard Telephones and Cables Ltd.* (STC). Quelques détails techniques sur ces répéteurs sont donnés sur le *tableau II*.

2. Les systèmes de câbles sous-marins internationaux (1956-1965)

La *figure 1* montre l'état actuel du réseau mondial des câbles sous-marins et le nombre des circuits téléphoniques. Il ne fait plus de doute que les câbles téléphoniques sous-marins présentent un grand intérêt économique et que la confiance initiale dans leurs qualités techniques et dans leur sécurité était entièrement justifiée.

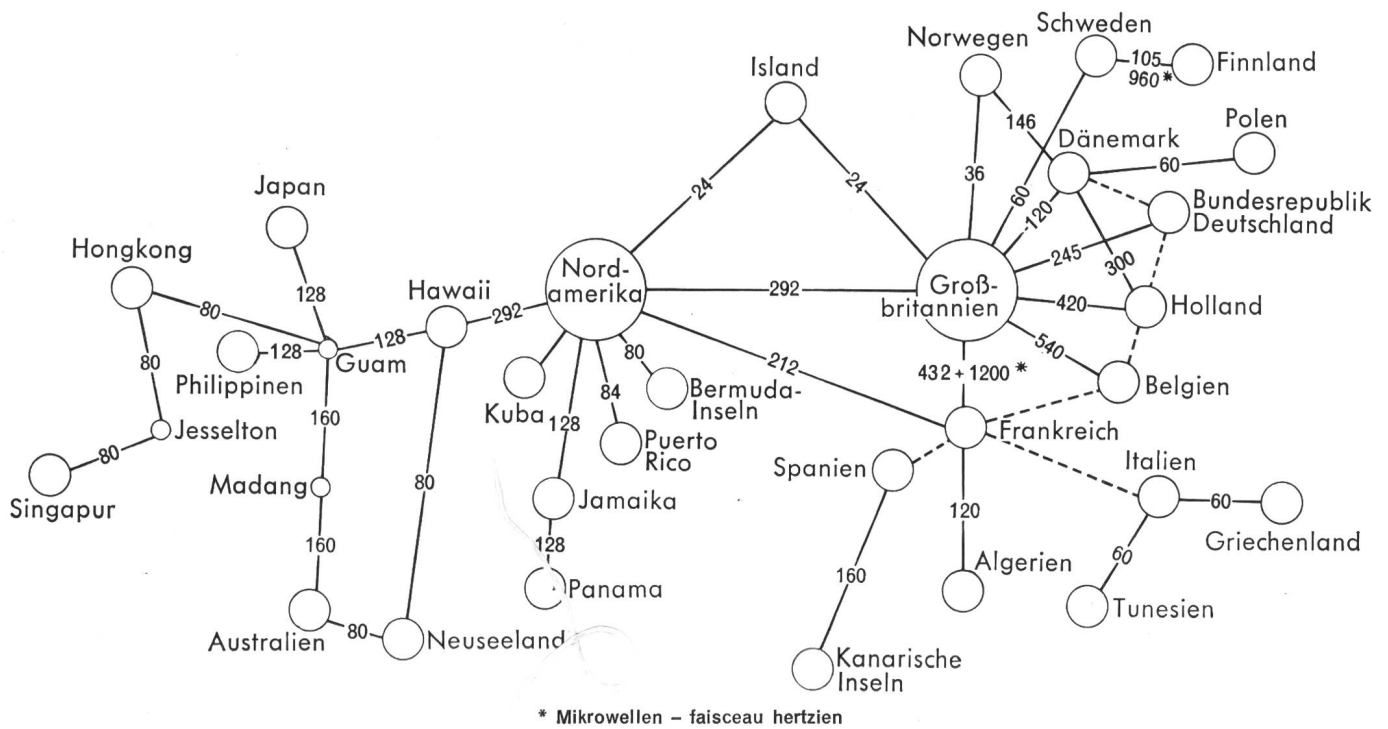


Fig. 1

Gegenwärtiger Stand des Seekabelnetzes und Anzahl der Fernsprechkreise
 Etat actuel du réseau des câbles sous-marins et nombre des circuits téléphoniques

gebaut und verlegt. Es wurde unter dem Namen Trans-Atlantic Telephone Cable 1 (TAT-1) bekannt [5].

Die biegsamen Einweg-Zwischenverstärker amerikanischer Konstruktion wurden mit dem konventionellen, mit Stahldraht bewehrten Kabel von 0,62 Zoll Durchmesser zur Überkreuzung der tiefen Teile des Atlantiks verwendet. Die systembedingte Spannung von 2000 V schloss die Möglichkeit aus, ein direktes Kabel zwischen den USA und Grossbritannien zu legen. Deshalb wurde eine weiter nordwärts gelegene, kürzere Route gewählt, ähnlich wie im Falle des ersten transatlantischen Telegraphenkabels. Landungspunkte wurden in Oban (Schottland) und Clarenville (Neufundland) gewählt.

Es wurde für jede Übertragungsrichtung ein Kabel verwendet. Ursprünglich waren damit 36 Sprechkreise von je 4 kHz vorhanden; seit 1956 ist durch die Zulassung von Schmalbandkanälen von je 3 kHz und die Anwendung des «Time Assignment Speech Interpolation» (TASI)-Verfahrens [6, 7] die Bereitstellung von 84 Sprechkreisen möglich geworden.

Die grösste Kabelstrecke im Atlantik enthält 102 Zwischenverstärker. Jeder ist mit einer dreistufigen Verstärkerschaltung ausgerüstet. Versagt auch nur eine der 306 Vakuumröhren den Dienst, dann würde das ganze System ausfallen; es ist daher als ein Merkmal der erreichten Zuverlässigkeit zu betrachten, dass nach zehn Jahren ununterbrochenen Betriebes immer noch störungsfreier Betrieb gewährleistet ist.

Die britische Erfahrung mit gemeinsamen Zwischenverstärkern für beide Übertragungsrichtungen in

2.1 La traversée de l'Atlantique

Le succès remarquable des câbles à courte distance a incité à des projets plus ambitieux qui visaient à étendre les liaisons par fil à la traversée de l'Atlantique. Les expériences acquises par la Grande-Bretagne et par les Etats-Unis ont été mises en commun pour concevoir, mettre au point et réaliser le premier câble transatlantique connu sous le nom de TAT-1 (Trans-Atlantic Telephone Cable No. 1) [5].

Des répéteurs flexibles unidirectionnels de conception américaine ont été utilisés sur le câble armé classique pour grands fonds, de 15,8 mm de diamètre, qui traverse l'Atlantique. La tension maximale de 2000 V fixée pour le système interdisait la pose d'un câble direct entre les Etats-Unis et la Grande-Bretagne. On a donc choisi une route septentrionale plus courte, voisine de celle du premier câble télégraphique, avec points d'atterrissage à Oban (Ecosse) et Clarenville (Terre-Neuve).

Un câble distinct est utilisé pour chaque sens de transmission. Les deux câbles fournissaient à l'origine 36 circuits de 4 kHz de largeur de bande. Depuis la date de pose en 1956, ce nombre a été accru et porté à 84 par utilisation d'équipements multiplex de largeur de bande plus réduite, soit 3 kHz [6], et application du TASI (Time Assignment Speech Interpolation) [7].

Le tronçon principal qui traverse l'Atlantique contient 102 répéteurs qui sont composés chacun d'un amplificateur unique à trois étages. L'arrêt d'un seul tube sur les 306 suffirait pour rendre tout le système

Flachseekabeln wurde auf dem Kabelabschnitt angewendet, der sich von Neufundland zum kanadischen Festland erstreckt. Hier wurde ein einziges Kabel mit Zwischenverstärkern für 60 Sprechkreise bei einem Kanalabstand von 4 kHz vorgesehen, wobei die überschüssige Zahl von Sprechkreisen für den örtlichen kanadischen Telephonverkehr ausgenutzt wird.

Die Inbetriebnahme des ersten transatlantischen Kabels im Jahre 1956 kennzeichnete den Anfang eines neuen Zeitabschnitts in der Entwicklung des Weltnachrichtenverkehrs. Der zuverlässige Tag- und Nachtdienst ohne atmosphärische Störungen hat das Anwachsen des Telephonverkehrs so angeregt, dass er sich im ersten Betriebsjahr nahezu verdoppelte und während der Hauptverkehrsstunde sämtliche verfügbaren Sprechkreise in Betrieb standen.

Weitere Kabel mussten gelegt werden. 1959 wurde TAT-2, eine Nachbildung des Kabels TAT-1, zwischen Amerika und Europa gelegt. Der Landepunkt dieses Kabels war in Frankreich. Hierdurch wuchs die Nachfrage aber nochmals an. Innerhalb eines Jahres schon war die Betriebskapazität voll ausgenutzt, so dass wieder Schmalbandkanäle von 3 kHz und das TASI-Verfahren eingeführt werden mussten.

Der wirtschaftliche Vorteil von gemeinsamen Zwischenverstärkern für beide Übertragungsrichtungen und somit eines einzigen Kabels war bei der Planung der Weitverkehrskabel von Anfang an bekannt und nur durch das Problem unmöglich gemacht worden, in tiefem Wasser einen starren Zwischenverstärker vorzusehen, der mit einem bewehrten Kabel verspleisst werden konnte. Die Lösung ergab sich durch die Erfindung des Leichtkabels [8] der Britischen PTT.

Im neuen Kabel wird die erforderliche Zugfestigkeit durch ein in der Kabelachse liegendes Stellschliffseil sichergestellt. Das Kabel ist gemäss Konstruktion torsionsfrei. Der Innenleiter ist aus Kupfer, der Aussenleiter aus Aluminium, während der Kabelmantel aus Polyäthylen besteht. Bewehrungsdrähte zum Schutz in tiefem Wasser sind nicht erforderlich.

Die Verfügbarkeit dieses Kabels und die Entwicklung von neuen Einrichtungen zur Kabelverlegung von seiten der Britischen PTT-Verwaltung und der ATT beseitigten die Hauptschwierigkeiten beim Legen von nicht biegsamen Zwischenverstärkern für beide Übertragungsrichtungen.

Einkabelsysteme mit einer grossen Zahl von Sprechkreisen wurden damit ausführbar, und so wurde im Jahre 1961 das erste rein britische Kabel mit STC-Zwischenverstärkern für 80 Sprechkreise zu je 3 kHz (CANTAT) zwischen Kanada und Schottland gelegt [8].

Durch das CANTAT-Kabel wurde die Zahl der transatlantischen Sprechkreise auf 248 erhöht. Im Jahre 1962 wurde für den Bedarf der International Civil Aviation Organization (ICAO) ein Kabel ähnlicher Art, doch mit nur 24 Sprechkreisen, von Schottland über Island und Grönland nach Neufundland verlegt [9].

inutilisable et la sécurité de l'ensemble est prouvée par le fait que le système fonctionne encore sans dérangement après dix ans de service continu.

L'expérience britannique sur les répéteurs bidirectionnels pour eaux peu profondes a été mise à profit pour prolonger le câble principal de Terre-Neuve au territoire canadien au moyen d'un câble unique muni de répéteurs pour 60 circuits de 4 kHz de largeur de bande, le supplément de capacité étant utilisé pour le trafic national du Canada.

L'inauguration du premier câble transatlantique en 1956 a marqué le début d'une ère nouvelle dans les communications mondiales. La mise en service de circuits disponibles en permanence et exempts de perturbations atmosphériques a provoqué une croissance rapide du trafic téléphonique, qui a presque doublé au cours de la première année d'exploitation et a entraîné la saturation, pendant l'heure chargée, de tous les circuits.

D'autres câbles devaient être posés. Le câble TAT-2 mis en service en 1959 entre les États-Unis et l'Europe continentale est une réplique du TAT-1 avec cette différence que son point d'atterrissage européen est en France. Ce nouveau moyen de communication a, une fois de plus, accéléré les demandes. La saturation a été atteinte au bout d'un an d'exploitation, ce qui a nécessité la réduction à 3 kHz de la largeur de bande et l'application du TASI.

Les avantages économiques procurés par l'emploi de répéteurs bidirectionnels sur un seul câble avaient été clairement reconnus dès le début des projets de systèmes de grande longueur. La seule raison qui interdisait leur emploi était le problème de pose par grand fond d'un répéteur rigide épissuré à un câble armé. La solution a été fournie par le câble léger inventé par le GPO [8].

Dans ce nouveau câble, l'élément qui fournit la résistance mécanique se trouve au centre; il est anti-giratoire du fait de son mode de construction. Le conducteur intérieur est en cuivre et le conducteur extérieur en aluminium; l'enveloppe est en polyéthylène car l'armature de fils d'acier n'est pas nécessaire pour protéger le câble dans les grands fonds.

La réalisation de ce câble ainsi que la mise au point d'un nouvel outillage de pose de câbles – machine à cinq tambours avec gorges en V conçue par le GPO ou machine de tirage rectiligne du type chenille conçue par l'ATT – ont permis de surmonter les difficultés principales de la pose de répéteurs rigides bidirectionnels.

Il est alors devenu possible de réaliser des systèmes à un seul câble de grande capacité et, en 1961, le premier système de câble, de fabrication entièrement britannique (CANTAT), a été posé entre le Canada et l'Ecosse [8]. Les répéteurs ont été fabriqués par la STC et le câble fournit 80 circuits espacés de 3 kHz.

La mise en service du câble CANTAT a porté à 248 le nombre des circuits téléphoniques transatlantiques. En 1962, un système à 24 circuits entre l'Ecosse

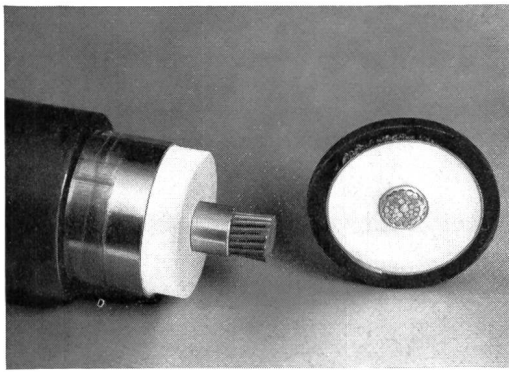


Fig. 2

Ansicht und Querschnitt des TAT-4-Kabels, bestehend (von außen nach innen) aus Plastikmantel, Kupferleiter, Dielektrikum aus Kunststoff, Kupferleiter, zentrales Stahldraht-Zugseil

Vue et section du câble TAT-4, se composant (de l'extérieur vers l'intérieur) d'une gaine en matière plastique, d'un conducteur de cuivre, d'un diélectrique en matière synthétique, d'un conducteur de cuivre, d'un câble de tirage central en fil d'acier

Das Kabel TAT-3 mit Unterwasserverstärkern für 128 Sprechkreise [10] nach Angaben des Bell Systems wurde 1963 gelegt und verbindet die Vereinigten Staaten direkt mit Grossbritannien. Dadurch wurde das Gebiet von Neufundland und somit die Gefahr einer Beschädigung der Kabel durch Fischdampfer gemieden.

Das Kabel TAT-4 (Figur 2), das die Vereinigten Staaten mit Frankreich seit September 1965 verbindet, erhöhte die Gesamtzahl der transatlantischen Sprechkreise auf 528. Bei den Kabeln CANTAT, TAT-3 und TAT-4 könnte die Anzahl der Sprechkreise durch Anwendung des TASI-Verfahrens noch weiter erhöht werden.

2.2 Das Kabelsystem des Commonwealth

2.2.1 Das COMPAC-System

Die Regierungen des British Commonwealth kündigten 1958 ein Projekt eines weltumspannenden Kabelsystems an. Die Grundlage dafür bildeten das neue Leichtkabel und die bei CANTAT so erfolgreich verwendeten Unterwasserverstärker für 80 Sprechkreise. CANTAT sollte auch das erste Glied dieses Systems bilden.

Die Pläne, Australien und Neuseeland mit Kanada zu verbinden, wurden 1964 durch die Verlegung des Commonwealth-Pacific (COMPAC)-Kabels verwirklicht. Es verbindet Hawaii mit Vancouver (zum Anschluss an das amerikanische Kabelnetz) und erstreckt sich über die Fidschi-Inseln, Auckland und Sydney [11].

Bei diesem Kabel wird ein Zwischenverstärker mit einer Verstärkung von 55 dB bei 608 kHz verwendet. Das Kabel bietet eine Bandbreite von 240 kHz in beiden Übertragungsrichtungen sowie ein umfassendes Überwachungssystem. Die Zwischenverstärker sind in Abständen von 26,3 Seemeilen (≈ 50 km) in das 0,99-Zoll-Leichtkabel (25,146 mm) der Britischen PTT-Verwaltung (Mark I) eingebaut.

et Terre-Neuve via l'Islande et le Groenland a été mis à la disposition de l'Organisation internationale de l'aviation civile [9].

Le système TAT-3 avec répéteurs immergés à 128 circuits conçus par le Bell System a été posé en 1963 et relie directement les Etats-Unis au Royaume-Uni, évitant ainsi les dangers de coupure du câble par les chalutiers dans les parages de Terre-Neuve [10].

Le système TAT-4 qui, depuis septembre 1965, relie les Etats-Unis à la France porte à 528 le nombre total de circuits des câbles transatlantiques. Il sera possible d'accroître encore le nombre des circuits des câbles CANTAT, TAT-3 et TAT-4 par utilisation du TASI.

2.2 Le câble du Commonwealth

2.2.1 Système COMPAC

En 1958, les gouvernements des pays du Commonwealth britannique ont proposé de poser un système de câbles faisant le tour du monde. Le câble devait être le nouveau câble léger muni des répéteurs immergés qui avaient déjà fait leurs preuves sur le câble CANTAT, le premier maillon du système.

Le projet de liaison entre l'Australie, la Nouvelle-Zélande et le Canada fut alors mis à exécution et le système Commonwealth-Pacific (COMPAC) a été achevé en 1964. Il relie Vancouver aux îles Hawaii (pour interconnection avec le réseau de câbles américains) et se prolonge jusqu'à Auckland et Sydney en passant par les îles Fidji [11].

Le répéteur du système a un gain de 55 dB à 608 kHz; il est capable d'amplifier une bande utile de 240 kHz dans chacun des sens de transmission et comprend un dispositif de supervision incorporé. L'espacement entre répéteurs est de 26,3 milles marins lorsque ces répéteurs sont insérés sur le câble léger de 25,15 mm du type GPO (Mark I).

Le plus long tronçon d'un seul tenant de ce câble est Hawaii-Fidji d'une longueur de 3073 milles marins (5700 km) avec 118 répéteurs. Pour l'alimentation des répéteurs d'un tronçon de cette longueur, des dispositifs d'alimentation en énergie sont nécessaires aux deux extrémités. La tension est de $2 \times 6,3$ kV avec un courant en ligne de 430 mA.

Les caractéristiques de transmission obtenues sur le système sont excellentes et le bruit moyen de circuit est inférieur à 1 pW/km de Londres à Sydney soit sur une distance atteignant 26 000 km.

2.2.2 Système SEACOM

L'achèvement de la pose du prolongement du câble du Commonwealth dans le Sud-Est asiatique (SEACOM) est prévu pour 1966. Les répéteurs normalisés à 80 circuits sont employés sur le tronçon Hong Kong-Jesselton-Singapour mis en service au début de 1965. Le câble de Hong Kong à Guam est également à 80 circuits, mais les tronçons Guam-Madang et Madang-Cairns comportent un type de répéteur à 160 circuits.

Die längste ununterbrochene Kabelstrecke ist jene von Hawaii nach den Fidschi-Inseln; sie ist 3073 sm (5700 km) lang und enthält 118 Zwischenverstärker. Ein derartig langes Kabel benötigt zur Speisung der Verstärker eine Stromeinspeisung an beiden Endpunkten und einen Strom von 430 mA bei $2 \times 6,3$ kV.

Auf der Strecke London–Sydney wurden ausgezeichnete Übertragungseigenschaften festgestellt. Auf dieser fast 26 000 km langen Strecke blieb das Leitungsrauschen unter 1 pW/km.

2.2.2 Das SEACOM-System

Der südostasiatische Zweig des Commonwealth-Kabels (SEACOM) soll 1966 fertiggestellt sein. Der Zweig Hongkong–Jesselton–Singapore enthält die normalen Zwischenverstärker für 80 Sprechkreise und wurde Anfang 1965 in Dienst gestellt. Das Kabel zwischen Hongkong und Guam ist ebenfalls für 80 Sprechkreise vorgesehen, jedoch werden in den Kabelabschnitten Guam–Madang und Madang–Cairns neue Zwischenverstärker für 160 Sprechkreise benutzt.

2.3 Amerikanische Kabelsysteme

Ausser den bereits erwähnten vier transatlantischen Kabeln hat die ATT mehrere Kabel in der Karibischen See und im Pazifischen Ozean gelegt.

Das erfolgreich im TAT-1 benutzte Einseitenbandsystem wurde auch bei der Bereitstellung von Sprechkreisen nach Hawaii, Puerto Rico und Alaska verwendet.

Der von den *Bell Laboratories* konstruierte starre Zwischenverstärker für beide Übertragungsrichtungen und für 128 Sprechkreise auf einem einzigen, unbewehrten Kabel (SD-System) wurde vor der Verwendung beim Kabel TAT-3 auf der Strecke Florida–Panama über Jamaika erprobt. Danach wurde ein transpazifisches Kabel zwischen den Vereinigten Staaten und Japan über Hawaii, Midway, Wake und Guam mit Abzweigung nach den Philippinen gelegt [10]. Im SD-System wird ein Zwischenverstärker für 128 Sprechkreise mit einer Verstärkung von 50 dB bei 1052 kHz verwendet.

Dieser Verstärker bietet ein Band von 414 kHz in beiden Übertragungsrichtungen nebst der erforderlichen Systemüberwachung. Durch die Verwendung des 1-Zoll-Leichtkabels (25,4 mm) der *Bell Laboratories* können die Zwischenverstärker 20 sm (37 km) auseinander liegen.

Fast 1000 Zwischenverstärker dieser Art sind zwischen Anfang 1963 und Mitte 1965 gelegt worden. Es wurden Übertragungseigenschaften sehr hoher Qualität erzielt.

Die europäischen Hauptstädte sind nun durch Seekabel und über die Kontinentalstrecken von Kanada und USA mit Japan verbunden, eine Entfernung von etwa 25 000 km.

Die längste mit einem einzigen Kabel geführte Strecke ist 7000 km lang. Sie verbindet die Vereinigten Staaten mit Frankreich und enthält ungefähr 200 Unterwasser-Zwischenverstärker, die einen Spei-

2.3 Les systèmes de câbles américains

En dehors des quatre systèmes transatlantiques déjà mentionnés, l'ATT a posé plusieurs systèmes de câbles dans la mer des Caraïbes et dans l'océan Pacifique.

Le système SB déjà employé avec succès sur le TAT-1 a été utilisé pour la création de circuits vers Hawaï, Porto Rico et l'Alaska.

Un nouveau répéteur rigide conçu par les *Bell Laboratories* et fournissant 128 circuits sur un seul câble non armé (système SD) a été mis à l'essai sur le trajet Floride–Panama par la Jamaïque avant la pose du câble TAT-3. Par la suite, un système transpacifique a été posé entre les États-Unis et le Japon en passant par les îles Hawaï, Midway, Wake et Guam avec une dérivation vers les Philippines [10].

Le répéteur à 128 circuits du système SD a un gain de 50 dB à 1052 kHz. Il amplifie une bande utile de 414 kHz dans chaque sens de transmission et comporte des dispositifs de supervision du système.

L'espacement entre répéteurs est de 20 milles marins lorsque ces répéteurs sont insérés sur le câble léger de 25,4 mm des *Bell Telephone Laboratories*.

Près de 1000 répéteurs de ce type ont été posés entre le début de 1963 et l'été de 1965. Les caractéristiques de transmission obtenues sur le système sont de très haute qualité.

En liaison avec un câble transatlantique et les artères continentales du Canada et des États-Unis, ces câbles réunissent maintenant les capitales européennes au Japon sur des distances de l'ordre de 13 800 milles marins en fournissant des circuits dont la qualité est souvent meilleure que celles des conversations locales.

Le plus grand tronçon d'un seul tenant est celui qui relie les États-Unis à la France. Sa longueur est de 3784 milles marins avec 200 répéteurs immergés qui nécessitent un courant en ligne de 389 mA sous une tension approximative de 3000 V par 1000 milles marins.

2.4 Le réseau actuel de câbles sous-marins

La remarque la plus importante que l'on puisse faire en comparant le développement des câbles sous-marins télégraphiques à celui des câbles téléphoniques est que tous deux sont similaires. Les motifs du développement des câbles téléphoniques sont également évidents si l'on examine la répartition des téléphones dans le monde, qui présente une concentration très marquée en Amérique du Nord et en Europe occidentale. L'importance de la densité téléphonique est suivie d'ailleurs par celle des échanges commerciaux, des relations politiques et des affinités ethnologiques.

Le standard de vie et le revenu national brut par tête d'habitant ont évidemment une influence considérable sur la rapidité de création de nouveaux moyens de communications mondiales; il est cependant hors de doute que, si le financement pouvait être assuré

sestrom von 389 mA bei einer Spannung von 3000 V/1000 sm benötigen.

2.4 Das gegenwärtige Seekabelnetz

Bei einem Vergleich der Entwicklung der Telegraphen- und der Telephonseekabel fällt die Analogie auf. Diese Entwicklung ist auch offensichtlich, wenn man die Telephondichte in der Welt betrachtet, die besonders in Nordamerika und Westeuropa gross ist. Nach dieser Dichte sind die internationalen Handelsbeziehungen sowie politische und ethnologische Bindungen von Bedeutung.

Obwohl die Nachfrage nach weltweiten Nachrichtenverbindungen in einem gewissen Masse vom Lebensstandard und vom Bruttosozialprodukt je Kopf der Bevölkerung beeinflusst wird, dürfte es keinem Zweifel unterliegen, dass durch Dritte finanzierte Kabelverbindungen sichere und ertragreiche Investitionen gewähren.

Gemessen an den geltenden Fernsprechgebühren und Mietsätzen für Leitungen bringen Seekabel moderner Art und Sprechkreiszahl eine Rendite von jährlich 15% des investierten Kapitals. Mit Zinsen und Zinseszinsen wird das investierte Kapital innerhalb von fünf Jahren amortisiert – also eine in jeder Hinsicht attraktive Investition. Manche jetzt in Betrieb befindlichen Kabel werden sogar in kürzeren Zeiten amortisiert sein. Nach heute üblicher Vereinbarung zwischen Kabelbesitzer und Fernmeldeverwaltung erhält diese die Hälfte aller Einnahmen.

3. Das wachsende Nachrichtenverkehrsnetz

Figur 3 zeigt das Seekabelnetz, das vermutlich Ende der 70er Jahre vorhanden sein wird. Einige

par des tiers, les liaisons par câbles seraient bénéficiaires et constitueraient des investissements très sûrs.

En utilisant pour le calcul les prix de communication et les tarifs de location en vigueur, les câbles sous-marins évalués à leur prix et à leur contenance actuelle assurent au capital investi un intérêt annuel d'environ 15%. En tenant compte des intérêts composés, le capital avancé est remboursé en moins de cinq ans, ce qui représente assurément un placement très avantageux. Plusieurs systèmes de câbles actuellement en exploitation seront même remboursés dans un délai plus court. La répartition du revenu d'exploitation entre le propriétaire du câble et l'exploitant des télécommunications, telle qu'elle se pratique actuellement, laisse à ce dernier la moitié du bénéfice brut.

3. L'extension du réseau de câbles de communications

La figure 3 ci-après montre ce que pourrait être le réseau de câbles sous-marins à la fin de la prochaine décennie. Plusieurs des tronçons de câbles représentés sont à l'étude depuis déjà quelque temps et, pour certains, les projets ou les travaux préliminaires sont déjà très avancés [2].

3.1 Accroissement du trafic

Le trafic mondial des télécommunications est en augmentation constante depuis 1946 et l'amélioration des liaisons radio par ondes courtes a permis un accroissement annuel moyen d'environ 10% des communications outre-mer (au-delà de l'Europe) au départ du Royaume-Uni. L'accroissement du trafic mondial, où les Etats-Unis viennent en tête, est un peu supérieur et atteint environ 13%.

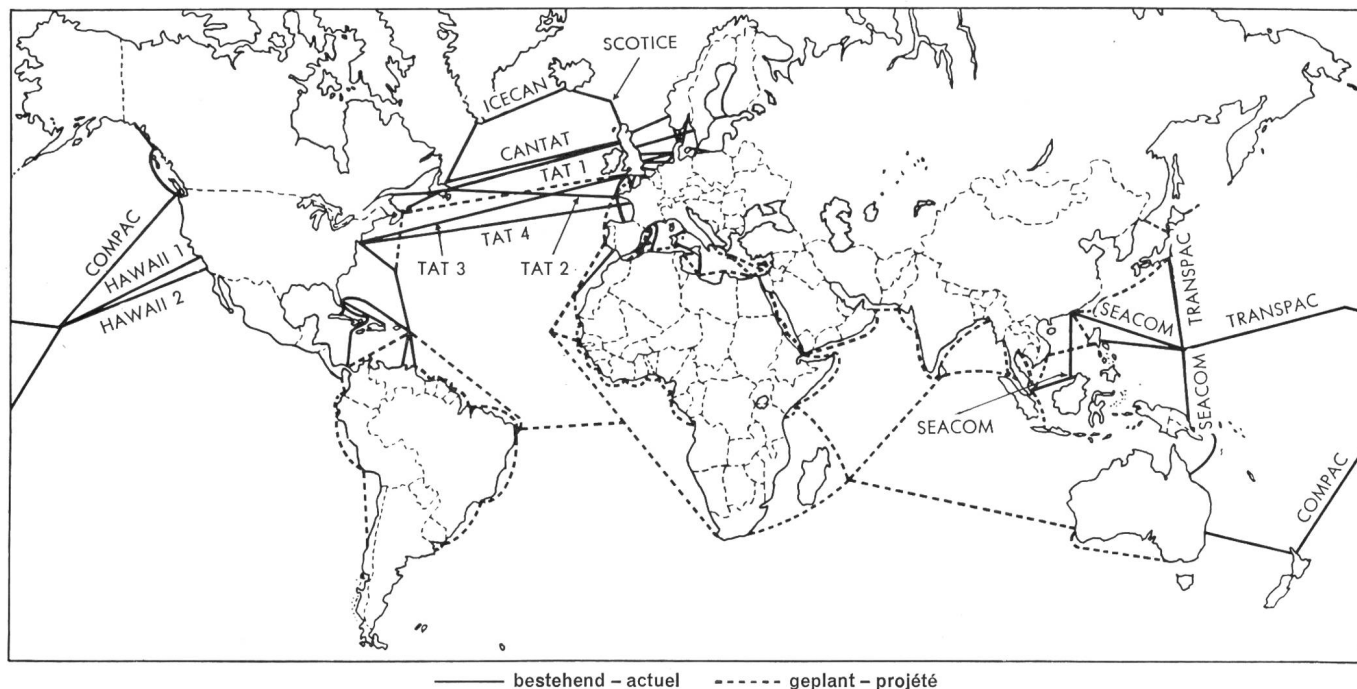


Fig. 3
Telephon-Seekabelnetz, wie es für 1980 vorausgesagt wird – Réseau de câbles sous-marins prévu pour l'année 1980

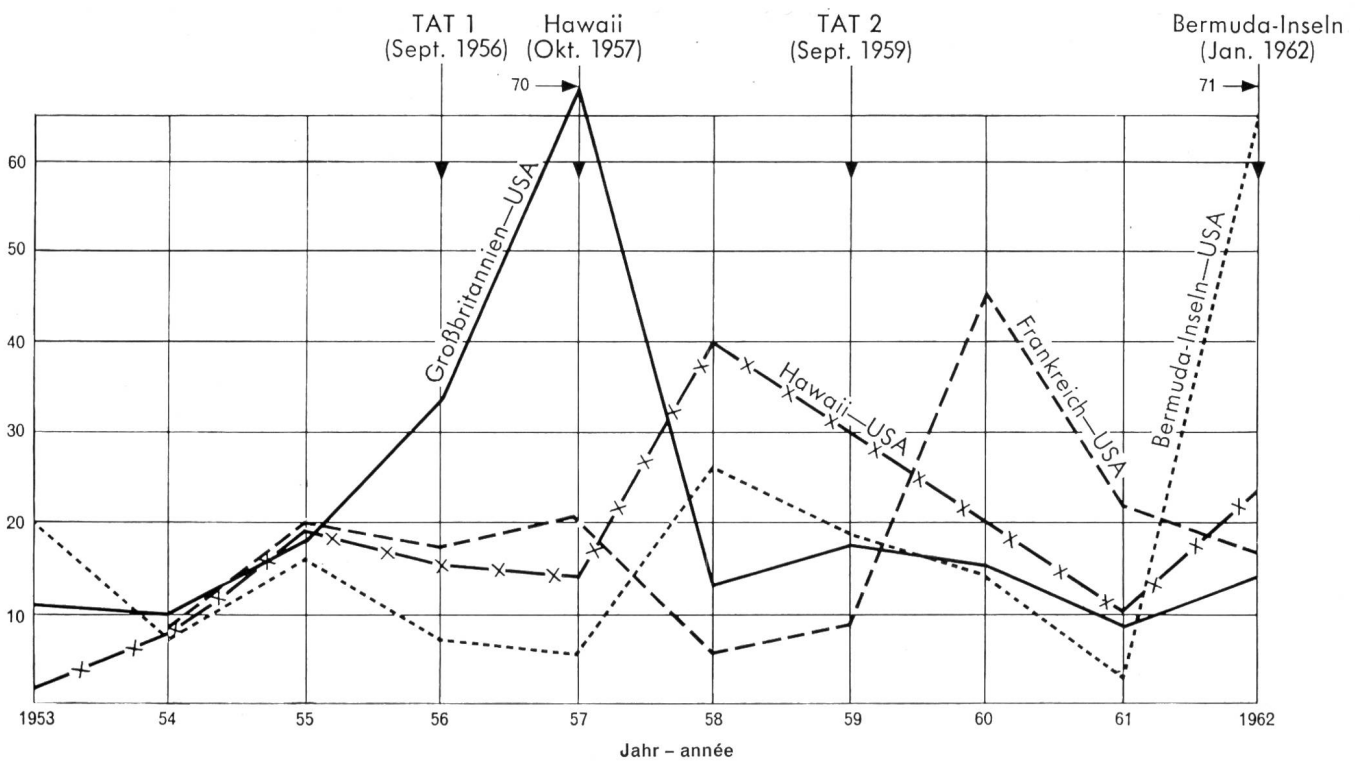


Fig. 4

Jährliche Zuwachsraten im internationalen Telefonverkehr der USA
 Accroissement annuel du trafic téléphonique international des Etats-Unis

der neuen Strecken sind bereits in einer vorgerückten Stufe der Planung oder Projektierung [2].

3.1 Verkehrswachstum

Der Weltnachrichtenverkehr hat seit 1946 eine ständige Ausweitung erfahren, und die Verbesserung des Kurzwellenfunks hat in Grossbritannien die Zahl der Überseegespräche (unter Ausschluss des europäischen Kontinents) jährlich um etwa 10% anwachsen lassen. Der gesamte Weltverkehr, mit den Vereinigten Staaten an der Spitze, nahm mit 13% im Jahr etwas schneller zu.

Seit der Indienstellung des ersten Telephon-See-kabels (TAT-1) haben sich die Zuwachsraten beträchtlich erhöht. Die Zahl der transatlantischen Sprechkreise zwischen England und den USA ist in der Zeit zwischen 1956 und 1965 von 50 auf über 300 (oder um 20% im Jahr) gestiegen. Ein Jahr nach der Inbetriebnahme waren diese Sprechkreise in der Hauptverkehrsstunde voll ausgelastet. Die Wachstumsrate des Verkehrs über Kabel, die in den Vereinigten Staaten enden, zeigen eine ähnliche Entwicklung (Figur 4).

Eine zusätzliche, interessante Erscheinung ist das Längerwerden der Gesprächsdauer, wenn Sprechkreise hoher Qualität zur Verfügung gestellt werden. Der karibische und nordatlantische Verkehr zeigt ein Anwachsen der mittleren Gesprächsdauer von sechs auf acht Minuten und damit eine Gebührenerhöhung und erhöhte Ausnutzung der vorhandenen Sprechkreise. Bei transatlantischen Verbindungen

Depuis la mise en service du premier câble sous-marin, les taux d'accroissement ont augmenté de façon considérable. Le nombre de circuits entre le Royaume-Uni et l'Amérique du Nord est passé de 50 à plus de 300 entre 1956 et 1965, ce qui représente un accroissement de 20% par an et ces circuits ont été saturés pendant l'heure chargée moins d'un an après l'installation des câbles. Quelques taux d'accroissement de trafic sur les systèmes de câbles partant des Etats-Unis sont donnés sur la figure 4 et présentent une allure analogue. Un autre phénomène intéressant est l'allongement de la durée des conversations sur des circuits de haute qualité. Dans le trafic à travers la mer des Caraïbes et l'Atlantique Nord, la durée moyenne est passée de 6 mn à 8 mn, ce qui a entraîné une augmentation de $\frac{1}{3}$ par communication pour le revenu et la charge des circuits mesurée en Erlangs. Les circuits transatlantiques sont encore exploités avec attente et les communications doivent être demandées à l'avance. Les conséquences d'une exploitation sans attente, avec appel interurbain au cadran, entre Londres et Paris (au départ seulement) peuvent donner une indication plus valable du trafic potentiel dans des conditions idéales d'exploitation. Bien que les abonnés de Londres eussent seuls accès à ce service, l'augmentation avait cependant été de 22%, soit environ le double de l'augmentation au cours de l'année précédente.

Aux tarifs actuels, le taux annuel d'accroissement de trafic le plus satisfaisant du point de vue écono-

muss man immer noch Wartezeiten in Kauf nehmen, die mit dem Vormerken gewünschter Gespräche verbunden sind. Die Auswirkung von sofort zur Verfügung stehenden Leitungen kann am besten beim internationalen Selbstwählverkehr festgestellt werden. Allein in London, wo die Selbstwahl zwischen London und Paris eingeführt wurde, hat sich die Zahl der Gespräche auf dieser Strecke in einem Jahr um 22% erhöht.

Eine wirtschaftliche jährliche Verkehrswachstumsrate unter Vermeidung von Überinvestitionen, aber auch Vermeidung von längeren Wartezeiten, dürfte bei den gegenwärtig geltenden Gebühren nicht unter 20% liegen. Berücksichtigt man die Tendenz, direkte Leitungen zwischen den wichtigsten internationalen Ämtern der einzelnen Staaten vorzusehen und damit das Vermittlungspersonal zu verringern, dann ist die Wachstumsrate des Bedarfs an Sprechkreisen um 3...4% kleiner, also etwa 16% im Jahr oder eine Verdoppelung des Bedarfs an Leitungen in etwa vier-einhalb Jahren. So würde die Strecke zwischen USA und beispielsweise bis 1970 weitere 300 bis 360 Sprechkreise benötigen, um den wachsenden Bedarf an Sprechkreisen decken zu können.

Eingehende, die ganze Welt umfassende Studien des CCITT/CCIR [12], der STC [2] und anderer Stellen ergaben Schätzwerte, wonach die Gesprächsmöglichkeiten bei Überseekabeln zwischen 1965 und 1970 verdoppelt werden müssten, das heisst von 3500 auf 7000 Sprechkreise. Die Streckenführung der zusätzlichen Sprechkreise ist teils über Land, teils durch das Meer vorgesehen. Die prozentuale Aufteilung steht noch nicht fest, und die neuen Seekabelsysteme können deshalb zwischen 700 und 1750 Sprechkreise haben.

3.2 Streckenführung

Die Vorteile der sehr zuverlässigen Seekabel können nur voll ausgenutzt werden, wenn der Streckenführung sorgfältige Beachtung geschenkt wird. Die Kabel müssen nicht nur Verkehrsknotenpunkte miteinander verbinden; es müssen auch andere Faktoren berücksichtigt werden, wie geringe Wartungsanforderungen, Aufnahme und Abgabe von Verkehr an Verzweigungspunkten, geographische und Handelsgesichtspunkte. Die bestehenden Telegraphenkabel geben hierbei wichtige, aus der Erfahrung hervorgehende Hinweise. Die in Figur 3 durch ausgezogene Linien angedeuteten Strecken beziehen sich auf bestehende Einrichtungen. Die gestrichelten Linien zeigen den Bedarf an Kabeln über neue Strecken an, wie er etwa nach der Analyse der Weltverkehrszentren und ihrer Nachfragen nach Fernsprechleitungen für Ende der 70er Jahre vorausgesehen werden kann. Auch bei den bereits gelegten Kabeln dürfte eine Erhöhung der Zahl der Sprechkreise erforderlich werden. Das Hauptwachstum wird für den Südatlantik, das Mittelmeer, den Indischen Ozean und den Fernen Osten vorausgesehen. In diesem Zusammenhang mag erwähnt werden, dass die Internationale Fernmelde-

mique, c'est-à-dire celui qui n'entraîne ni disponibilités excessives ni augmentation des attentes, ne doit pas être inférieur à 20%. A cause de la tendance à la réalisation de circuits directs entre les grands centres internationaux des pays (ce qui entraîne la création d'un nombre relativement petit de groupes de circuits internationaux avec appel au cadran par les opératrices) l'accroissement du nombre de circuits sera de 3...4% inférieur à celui du trafic, soit de 16% par an, ce qui correspond au doublement du nombre de circuits en quatre ans et demi environ. A titre d'exemple, 300 à 360 circuits nouveaux seraient requis d'ici 1970 sur le trajet Royaume Uni-Amérique du Nord pour satisfaire à cette prévision d'augmentation de trafic.

Sur le plan mondial, les études du CCITT/CCIR [12], de la STC [2] et d'autres montrent que le nombre de circuits vers les pays d'outre-mer doit doubler entre 1965 et 1970, c'est-à-dire qu'il doit passer de 3500 à 7000. Le routage reste encore indéterminé dans de nombreux cas. En conséquence, le nombre de circuits devant être fournis par des câbles sous-marins peut varier entre 20% et 50% des besoins, soit entre 700 et 1750 circuits.

3.2 Acheminement du trafic

On ne peut tirer tout le parti possible des câbles sous-marins de grande sécurité que si leurs parcours sont déterminés avec beaucoup de soin. Les systèmes doivent relier entre eux les centres de trafic, mais d'autres facteurs doivent également être pris en considération tels que la facilité d'entretien, l'écoulement et la réception de trafic en cours de route, les questions géographiques et commerciales. L'histoire des câbles télégraphiques existants fournit à ce sujet des indications très utiles. Le schéma d'acheminement de trafic de la figure 3 donne le nombre de circuits existants; une analyse de l'importance des centres de trafic mondiaux et de leurs besoins en communications a servi à l'établissement de la carte du réseau mondial de câbles prévu pour 1980. Les traits discontinus indiquent les besoins de circuits en câble sur de nouveaux itinéraires, mais un accroissement de capacité sera également nécessaire sur quelques trajets des câbles existants. Il est prévu que l'extension du réseau portera principalement sur l'Atlantique Sud, la Méditerranée, l'océan Indien et l'Extrême-Orient. Il faut signaler que l'UIT (Union internationale des télécommunications) a proposé un Plan de commutation mondiale comportant un certain nombre de centres de commutation (CT ou centres de transit). Ces CT doivent être interconnectés par des circuits de transmission de haute qualité.

3.3 Les câbles sous-marins pour la demande mondiale de communications

Les affiliations politiques et économiques sont favorables aux câbles sous-marins, car le nombre des partenaires intéressés est limité, ce qui facilite les problèmes d'étude, de financement et d'exploitation.

union (UIT) einen Weltvermittlungsplan vorgelegt hat, der eine Anzahl von Durchgangsverkehrszentren (CT = Centre de Transit) vorsieht. Diese müssen durch qualitativ hochwertige Übertragungsleitungen miteinander verbunden werden.

3.3 Seekabel für den weltweiten Bedarf

Politische und wirtschaftliche Bindungen begünstigen Seekabelprojekte. Da die Anzahl der interessierten Partner klein ist, werden Planung, Finanzierung und Lösung der betrieblichen Probleme erleichtert.

Aus Kosten- und Planungsgründen neigt man zu Kabeln grosser Kapazität (360 oder mehr Sprechkreise) für die Hauptstrecken und Kabel kleinerer Kapazität für die Zubringer- oder Abzweigstrecken. Es kann auch erwartet werden, dass bei gewissen Überlandstrecken einem Seekabelsystem gegenüber einem Mikrowellen- oder Scatter-System der Vorzug gegeben wird. Als Gründe hierfür mögen erwähnt werden: a) schwierig zu überbrückendes Gebiet, b) schwieriger Zugang für Wartungsarbeiten, c) Mangel an örtlichen Betriebsstromquellen. Beispiele für solche Verhältnisse findet man in Dschungel- oder Wüstenstrecken, längs der Küsten von Afrika, im Mittleren Osten, in Australien und Südamerika. Seekabel gestatten eine grosse Vielseitigkeit in der Verwendung der Sprechkreise und in der Wahl des Übertragungsweges, da Sprechkreise bei Endämtern über Umwege in verschiedenen Kabeln weitergeführt werden können, je nach Bedarf des Verkehrs, ohne dass besondere Kosten oder eine Verschlechterung in der Übertragungsgüte zu befürchten sind. Schliesslich kann man in den Hauptverkehrszentren automatisches Umschalten jener Sprechkreise vorsehen, die nur zeitweise oder selten benutzt werden.

Mit dem Wachsen des Weltkabelnetzes in Länge und Kanalkapazität darf man auch eine allmähliche Einführung des internationalen Selbstwählerdienstes erwarten.

Die Kosten je Sprechkreiskilometer hängen von der Anzahl der im Kabel zur Verfügung stehenden Sprechkreise ab; aus wirtschaftlichen Gründen werden daher für den internationalen Verkehr Kabelsysteme mit verhältnismässig grosser Sprechkreiszahl angestrebt.

Um dieser Nachfrage zu entsprechen, sind folgende Systeme in der Entwicklung:

3.3.1 Kabelsystem mit 360 Sprechkreisen britischer Bauart

Es sind bereits Konstruktionsunterlagen vorhanden, nach denen ein Zwischenverstärker für die Bandbreite von 1080 kHz in beiden Übertragungsrichtungen bei einer höchsten Leitungsfrequenz von 2964 kHz gebaut werden kann. Ein Dienstkanaalsystem gestattet die Überwachung des Kabels im Betrieb. Der Abstand der Zwischenverstärker wird auf 10 sm geschätzt, wenn das 0,99-Zoll-Leichtkabel (25,146 mm) des GPO (Mark II) benutzt wird.

Pour diminuer le prix par circuit et pour faciliter l'acheminement du trafic, on tend à créer des artères principales de grande capacité (360 circuits ou plus) et des câbles de plus petite capacité sur les dérives secondaires. Il est à prévoir que, sur certains trajets, la préférence ira aux systèmes de câbles sous-marins plutôt qu'aux faisceaux hertziens ou aux systèmes terrestres de liaison trans-horizon en raison de la nature du terrain à traverser et des problèmes d'accès pour l'entretien et l'alimentation en énergie. C'est le cas, par exemple, pour la jungle ou pour les régions désertiques qui bordent les côtes de l'Afrique, du Moyen-Orient, de l'Australie et de l'Amérique du Sud. Les systèmes de câbles sous-marins permettent une plus grande souplesse car un ou plusieurs circuits peuvent être dérivés aux points d'atterrissage principaux pour écouler le trafic local sans grandes dépenses et sans détérioration de qualité de transmission provenant de l'exploitation en tandem, pour un réseau à deux niveaux ou plus. Une commutation automatique peut éventuellement être prévue dans les centres de trafic principaux pour la connexion des circuits qui ne sont utilisés que temporairement et de façon peu fréquente.

L'introduction progressive de l'appel des abonnés au cadran dans le réseau international est à prévoir en raison de l'accroissement de longueur et de nombre de voies du réseau de câbles mondial.

Le prix par kilomètre de circuit est fonction de la capacité en circuits des systèmes et les trajets principaux du réseau de câbles devront donc, pour des raisons économiques, avoir une capacité aussi grande que possible.

Les systèmes suivants sont en cours d'étude pour satisfaire à cette condition.

3.3.1 Système à 360 circuits de conception britannique

Le répéteur, dont les dossiers de fabrication sont déjà établis, amplifie dans les deux sens des bandes de fréquences d'une largeur de 1080 kHz et sa fréquence supérieure en ligne est de 2964 kHz. Un dispositif de supervision assure le contrôle du système pendant l'exploitation. L'espacement prévu entre répéteurs est de 10 milles marins lorsque ces répéteurs sont insérés sur le câble léger type Mark II du GPO, de 25,146 mm de diamètre.

Le système, qui est conçu pour des trajets d'une longueur de 3500 milles marins avec un niveau de bruit de 1 pW/km, doit être utilisé sur quelques grands câbles en projet. La fabrication de plus de 600 répéteurs de ce modèle dans l'usine de North Woolwich de la STC est déjà prévue.

3.3.2 Système SF des Bell Laboratories

Ce système conçu pour des liaisons transatlantiques comporte un répéteur pour 720 circuits avec amplificateurs à transistors.

L'espacement prévu entre répéteurs est d'environ 9 milles marins sur un câble de 38,1 mm de diamètre. L'emploi de transistors diminue la tension requise

Diese Verstärker sind bei einem Systemgeräusch von 1 pW/km für Streckenlängen von bis 3500 sm geeignet und dürften in einigen grösseren Projekten Anwendung finden. Es wird erwartet, dass über 600 Zwischenverstärker dieser Konstruktion in der STC-Fabrik in North Woolwich gefertigt werden.

3.3.2 Das SF-System der Bell Laboratories

Ein transistorisierter Zwischenverstärker für 720 Sprechkreise ist für transatlantische Strecken vorgesehen.

Der Abstand der Verstärker bei einem 1,5-Zoll-Kabel soll etwa 9 sm sein. Die Verwendung von Transistoren verringert die Speisespannung und gestattet eine verhältnismässig hohe Verstärkung bei der höchsten Leitungsfrequenz von etwa 6 MHz. Wie für die früheren interkontinentalen Sprechkreise wird als Ziel ein Systemgeräusch von 1 pW/km genannt.

3.3.3 Das Kabelsystem mit 1280 Sprechkreisen britischer Konstruktion

Ein Kabel für die Übertragung von Frequenzen bis zu 10 MHz unter Verwendung von Transistorverstärkern wird zur Zeit in Grossbritannien entwickelt. Vermutlich wird ein Kabel grösseren Durchmessers verwendet werden, um einen Abstand der Zwischenverstärker von etwa 6 sm zu ermöglichen. Man erwartet auch, dass die Kosten für den Sprechkreis in einem solchen Kabel auf nicht mehr als 15 Dollar/sm zu stehen kommen.

4. Schlussfolgerungen

In den nächsten Jahren werden kommerzielle Satelliten direkt mit Kabeln konkurrieren. Solange das Vielfachzugangsproblem nicht wirtschaftlich gelöst ist, dürfte sich diese Konkurrenz auf die Strecken mit hohem Verkehr zwischen den Hauptverkehrszentren beschränken – also auf Betriebsverhältnisse, die ideal für Seekabel sind. Die endgültige Wahl wird nicht ausschliesslich von wirtschaftlichen Gesichtspunkten abhängig sein.

Es wäre verfrüht, eine Aussage darüber zu machen, welche Auswirkungen die Nachrichtensatelliten auf die ständige Ausweitung des Seekabelnetzes in der Welt haben werden. Die bisher erzielten Erfolge in der Raumfahrttechnik sind eindrucksvoll und verdienen grösste Bewunderung. Für die wirtschaftliche Bewertung eines Satellitensystems dürfte beim Vergleich mit Seekabeln, deren betriebliche Eigenschaften und Sprechkreiskosten bereits bekannt sind, folgendes ausschlaggebend sein: 1. die Möglichkeit, Gespräche an vielen Stellen zur Übertragung einzuschieben oder abzunehmen, 2. die Übertragungslaufzeit und Echoerscheinungen, 3. die Lebensdauer des Satelliten und 4. die Sprechkreiskosten.

Der Kurzwellenfunk wird als wirtschaftlichste Weitverkehrsverbindung bei Bedarf von nur wenigen Sprechkreisen weiterbestehen.

sur la ligne et permet une amplification relativement élevée à la fréquence supérieure transmise qui est d'environ 6 MHz. Le niveau de bruit assigné est de 1 pW/km sur les circuits intercontinentaux.

3.3.3 Système à 1280 circuits de conception britannique

Un système avec amplificateurs à transistors dont la fréquence supérieure en ligne pourra atteindre 10 MHz est en cours de mise au point en Grande-Bretagne. Il est prévu qu'un câble de plus grand diamètre sera utilisé en vue d'obtenir un espacement entre répéteur de l'ordre de 6 milles marins. Le prix par circuit d'un tel système doit descendre aux environs de 47 fr. par kilomètre.

4. Conclusions

Les satellites commerciaux doivent entrer en concurrence avec les systèmes de câbles au cours des prochaines années. Jusqu'au moment où le problème de l'accès multiple aura reçu une solution satisfaisante, cette concurrence ne sera probablement effective que sur les routes à grand trafic entre les principaux centres, c'est-à-dire sur des trajets qui conviennent tout particulièrement à l'exploitation des câbles sous-marins. Il n'est pas certain que le choix final entre les systèmes doive être uniquement dicté par des considérations économiques.

Il est encore trop tôt pour déterminer l'effet des systèmes de communication par satellites sur la poursuite de l'extension du réseau mondial de câbles sous-marins. Les résultats obtenus jusqu'ici en technologie spatiale sont impressionnants et méritent la plus grande admiration. L'efficacité des dispositifs d'accès multiples, l'importance du temps de propagation et des échos, la durée de vie du satellite et les données économiques nécessaires pour l'estimation du prix d'un système de satellites seront d'importance primordiale pour la comparaison aux systèmes de câbles dont les caractéristiques et les prix sont bien établis.

La radio à ondes courtes continuera d'être le moyen de communication à grande distance le plus économique lorsque le nombre de circuits est petit.

La preuve est faite, sur les plans technique et économique, que les câbles sous-marins sont des moyens de communication satisfaisants à l'échelle mondiale.

Tous ces moyens permettront de satisfaire aux besoins de circuits internationaux plus nombreux et de meilleure qualité et il paraît certain que, dans les années à venir, le réseau mondial de communications va se développer à une allure de plus en plus rapide.

Seekabel haben sich technisch und wirtschaftlich als einwandfreie Weltnachrichtenverbindungen erwiesen.

Der Bedarf an weiteren und besseren internationalen Verbindungen für grosse Entfernungen kann durch jede der genannten Ausführungsarten befriedigt werden, und es scheint sicher zu sein, dass das Weltverkehrsnetz von Jahr zu Jahr grösser werden wird.

Bibliographie

- [1] *J. R. Brinkley*: The Economics of Space Communications, 1961, URSI Symposium on Space Communications Research, Paris (1961).
- [2] Submarine Cable Systems Survey, Standard Telephones and Cables Ltd, London, 1964 (Document intérieur).
- [3] *D.C. Walker, J.F.P. Thomas*: The British Post Office Standard Submerged Repeater System for Shallow Water Cables (with special reference to the English-Netherlands system), Proc. IEE, 1954, 101, Part 1, p. 190.
- [4] *J.J. Gilbert*: A Submarine Telephone Cable with Submerged Repeaters, B.S.T.J. 1951, 30, p. 65.
- [5] Symposium on the Transatlantic Telephone Cable - selection of papers, Proc. IEE, 1957, 104 B, Supp. 4.
- [6] *H.B. Law, J. Reynolds, W.G. Simpson*: Channel Equipment Design for Economy of Bandwidth, POEEJ, juillet 1960.
- [7] *C.E.E. Clinch*: Time Assignment Speech Interpolation (TASI), POEEJ, Vol. 53, octobre 1960.
- [8] Anglo-Canadian Transatlantic Telephone Cable (CANTAT), Proc. IEE, Vol. 110, 1963.
- [9] *W.J. Archibald, M.V. Young*: Câble sous-marin SCOTICE entre la Grande-Bretagne et l'Islande, Revue des Télécommunications, Vol. 38, n° 1, 1963.
- [10] SD Submarine Cable System, BSTJ, juillet 1964, n° 4 part 1.
- [11] *R.J. Halsey*: The Commonwealth Transpacific Telephone Cable COMPAC, Electronics and Power, novembre 1964.
- [12] Plan général pour le développement du réseau international - Rome 1963, UIT, Genève 1964.

La normalisation internationale des méthodes de mesure et des limites admissibles des perturbations radioélectriques

Nouvelles publications concernant la normalisation internationale des méthodes de mesure et des limites admissibles.

Lors de sa réunion plénière tenue à Stockholm en 1964, le CISPR (Comité international spécial des perturbations radioélectriques) a décidé de présenter les résultats de ses travaux sous la forme de publications officielles éditées par le Bureau central de la CEI (Commission électrotechnique internationale). Quatre d'entre elles viennent de sortir de presse. Ces publications, qui font suite aux spécifications d'appareils de mesure éditées en 1961 (Publication 1 - 0,15 à 30 MHz, publication 2 - 25 à 300 MHz), sont destinées à servir de guide pour l'établissement de normes nationales et de programmes de recherches concernant la lutte contre les perturbations radioélectriques. Elles rassemblent une documentation indispensable à tous ceux, organismes officiels et industriels, qui s'occupent d'antiparasitage.

En voici les titres:

Publication 2A - 1^{re} édition - 1966 - Prix: 4 fr. 50.

Premier complément à la Publication 2 du CISPR (1961). Spécification de l'appareillage de mesure CISPR pour les fréquences comprises entre 25 et 300 MHz, article 4.3. Equipements industriels, scientifiques et médicaux à fréquences radioélectriques.

Cette publication traite spécialement de la disposition des appareils de mesure et du perturbateur lors de mesures de champ ainsi que la charge du perturbateur mesuré.

Publication 7 - 1^{re} édition - 1966 - Prix: 45 fr.

Recommandations du CISPR

Douze recommandations ont trait aux limites et à leur interprétation et dix-neuf recommandations en tout concernent les méthodes de mesure, les précautions à prendre pour les exécuter et les questions de sécurité touchant l'application de dispositifs antiparasites.

Publication 8 - 1^{re} édition 1966. - Prix: 42 fr. *Rapports et questions à l'étude du CISPR.*

Les rapports expriment la position du CISPR concernant divers aspects de la lutte antiparasites, par exemple la collaboration avec d'autres organismes internationaux, la technique de l'antiparasitage, la mesure et la limitation des perturbations, les

champs minimaux utilisables et la propagation des perturbations dans des cas spécifiques.

Les questions à l'étude, au nombre de 33, définissent les nombreux domaines au sujet desquels le CISPR estime important de recueillir des informations.

Publication 9 - 1^{re} édition - 1966 - Prix: 50 fr.

Perturbations radioélectriques, valeurs limites CISPR et valeurs limites nationales.

La publication 9 rassemble en 74 pages une documentation extrêmement riche concernant les limites recommandées par le CISPR et les limites nationales relatives aux

- a) systèmes d'allumage de moteurs à explosion (CISPR et 15 pays);
- b) équipements industriels scientifiques et médicaux à fréquence radioélectrique (CISPR et 14 pays);
- c) appareils comportant des moteurs électriques (CISPR et 12 pays);
- d) récepteurs de radiodiffusion et de télévision (CISPR et 13 pays);
- e) lignes d'énergie à haute tension (5 pays);
- f) systèmes de télécommunication sur ligne (3 pays);
- g) chemins de fer électriques, trolleybus et tramways (3 pays).

Le document indique non seulement les limites des tensions aux bornes et des champs tolérables, mais encore donne les références nécessaires concernant le type d'appareil de mesure, la technique de mesure, le statut des valeurs limites ainsi que le texte original qui les stipule.

Il est prévu que la publication actuelle sera périodiquement mise à jour conformément à l'évolution des réglementations nationales. Des feuilles complémentaires seront publiées à cet effet. Il le faudra en particulier pour la Suisse à cause de la situation existant depuis la mise en vigueur le 1^{er} mai 1966 d'une nouvelle ordonnance du département fédéral des transports et communications et de l'énergie au sujet de la protection des radiocommunications.

On peut se procurer les publications du CISPR au Bureau d'administration de l'ASE, Seefeldstrasse 301, 8008 Zurich, ou au Bureau central de la CEI, rue de Varembe 1, 1200 Genève.

J. Meyer de Stadelhofen