Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe

Band: 30 (1952)

Heft: 5

Artikel: Ein neues Trägerfrequenzsystem für kurze Distanzen

Autor: Locher, F. / Valloton, J. / Herrensberger, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876107

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: 12.01.2026

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

Nº 5 - BERN, 1. V. 1952 - JAHRGANG - ANNÉE - ANNO XXX

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

BULLETIN TECHNIQUE

PTT

BOLLETTINO TECNICO

Herausgegeben von der Schweizerischen Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung. Publié par l'administration des postes, télégraphes et téléphones suisses. Pubblicato dall'amministrazione delle poste, dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Ein neues Trägerfrequenzsystem für kurze Distanzen

Von *F. Locher*, *J. Valloton* und *W. Herrensberger*, Bern/Zürich

621.395.44

Zusammenfassung. *Es wird ein neues 5-Kanal-Trägerfrequenzsystem – im folgenden kurz C-System genannt – beschrieben, das sich besonders für den Einsatz auf kurzen Distanzen von ungefähr 20...80 km eignet und dessen Inbetriebnahme im schweizerischen Telephonnetz geplant ist.*

Résumé. *L'article décrit un nouveau système à courants porteurs à 5 voies, désigné dans la suite par système C, convenant particulièrement pour les courtes distances de 20 à 80 km, et dont on envisage l'application sur le réseau téléphonique suisse.*

Die meisten der heutigen Trägerfrequenzsysteme fussten auf den vom CCIF ausgearbeiteten Richtlinien und sind besonders für den Einsatz auf mittleren und grossen Distanzen, wie sie u. a. auch im zwischenstaatlichen Verkehr auftreten, gebaut. Ihre wirtschaftliche Überlegenheit gegenüber den tonfrequenten Zwei- und Vierdrahtleitungen ist deshalb an eine bestimmte Minimaldistanz gebunden, die unter den jetzigen Verhältnissen bei ungefähr 60 km liegt. Beim Unterschreiten dieser Entfernung sind Tonfrequenzleitungen im allgemeinen billiger, so dass sich der Trägerbetrieb mit den heute üblichen Ausrüstungen nicht lohnt.

Nun hat die in den letzten Jahren ständig notwendige Vermehrung der Fernsprechverbindungen ebenfalls zu einem Mangel an Leitungen im Bereiche der kürzeren Strecken, das heisst der Sammel-, Verbund- und Bezirksleitungen, geführt. Es stellte sich daher die Frage, ob es nicht möglich wäre, auch Kabel für Entfernungen von etwa 15...80 km in wirtschaftlicher Weise mehrfach auszunützen.

In übertragungstechnischer Hinsicht ist die Verwirklichung dieses Gedankens besonders verlockend. Einerseits ergibt sich die Möglichkeit, die Vierdrahtstromkreise weiter in der Richtung zum Abonnenten vorzutreiben und damit die Voraussetzungen für eine zukünftige Senkung der Restdämpfung zu schaffen. Anderseits können die stark pupinisierten Leitungen mit engem Frequenzband durch Übertragungswege mit der angestrebten erweiterten Bandbreite von 300...3400 Hz ersetzt werden, ohne auf das etwas unbeliebte Mittel der Umpupinisierung greifen zu müssen. Bei den neueren, heute fast ausschliesslich verlegten Sternkabeln ist es möglich, die üblicherweise nicht pupinisierten und nicht benutzten Phantomleitungen mit Trägersprechkreisen zu belegen. Dadurch kann die Übertragungskapazität des Kabels erhöht werden, ohne damit die bestehenden Tonfrequenzleitungen zu verringern.

Die Forderungen, die an ein Trägersystem für kurze Strecken zu stellen sind, können etwa wie folgt zusammengefasst werden:

1. Das System soll sich besonders für den Einsatz auf entspulten Aderpaaren der Sammel-, Verbund- und Bezirksleitungen eignen. Da auf diesen Strekken vielfach nur ein Kabel zur Verfügung steht, muss die Übertragung im Zweidraht-Getrenntlage-Verfahren erfolgen.
2. Die Trägerstromkreise müssen wirtschaftlicher sein als die Tonfrequenzleitungen.
3. Der hochfrequente Nebensprechabgleich der entpupinisierten Aderpaare soll in allen praktisch auftretenden Fällen ohne allzu grosse Schwierigkeiten und mit mässigem Arbeitsaufwand möglich sein.
4. Im Interesse der Betriebssicherheit und der einfachen, flexiblen Einsatzmöglichkeit des Systems ist es erwünscht, die Zahl der erforderlichen Zwischenverstärker möglichst klein zu halten.
5. Der Betrieb, die Bedienung und Wartung der Ausrüstungen muss einfach sein, so dass auch nicht besonders ausgebildetes Personal mit ihrer Betreuung beauftragt werden kann.
6. Die Übertragungsqualität der Kanäle (Frequenzband, Geräusch, Klirren, verständliches Nebensprechen usw.) hat den heutigen Anforderungen

an Telephonsprechkreise in allen Teilen zu entsprechen. Besonders sollen die in den Sprechkreisen auftretenden Geräuschleistungen vernachlässigbar klein bleiben gegenüber den Geräuschleistungen, die in der 2500 km langen internationalen Bezugsstrecke des CCIF zulässig sind.

Die unter Punkt 2 aufgestellte Forderung ist am schwierigsten zu erfüllen. Da bei kurzen Strecken der Hauptanteil der Betriebsausgaben eines Trägersprechkreises auf die Kosten der Endamtsausrüstungen entfällt, handelt es sich in erster Linie darum, diese durch geeignete Wahl des Systems so weit als möglich zu senken.

Wahl des Frequenzbereiches auf der Leitung

Vom rein wirtschaftlichen Standpunkte aus betrachtet, wäre es wünschenswert, eine möglichst grosse Kanalzahl mit einem günstigen, wenig Anforderungen an die Filter stellenden Kanalabstand zu übertragen. Diesen Wünschen stehen die Nebensprech- und Wellendämpfungsverhältnisse auf den Kabelleitungen begrenzend gegenüber.

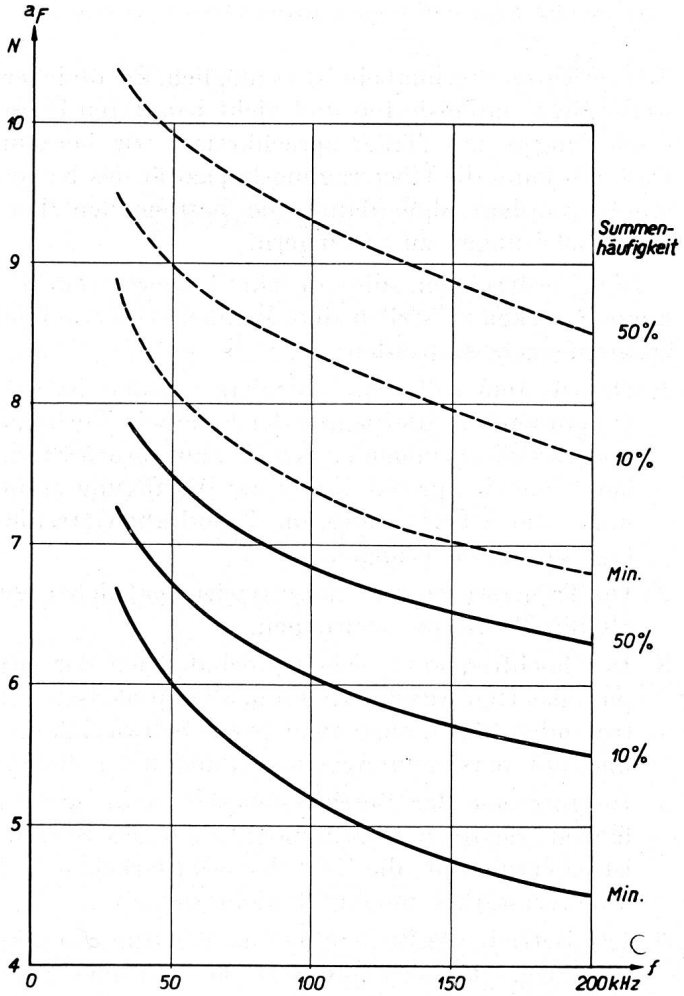

Fig. 1. Frequenzabhängigkeit der Fern-Nebensprechdämpfung a_F von entpupinisierten und ohne Abgleich glatt durchgeschalteten Leitungen verschiedener Kabeltypen von 30 km Länge
—— Stamm/Stamm von DM-, Stern- und Paarkabeln
- - - - Phantom/Phantom von Sternkabeln

Die bestehenden Kabel, auf denen das geplante Trägersystem eingesetzt werden soll, sind in bezug auf ihre Eignung für Hochfrequenzübertragung von unterschiedlicher Qualität. Es kommen neben den neueren sternverseilten Typen auch ältere DM- und Paarkabel in Frage. Ausserdem ist vielfach mit stark verzweigten Kabelanlagen und mitgeführten Abonnentenleitungen zu rechnen, wodurch die Symmetrie der Trägerleitungen ungünstig beeinflusst wird.

Die praktisch auftretenden Verhältnisse lassen sich anhand der Fig. 1 überblicken. Sie zeigt für eine Distanz von 30 km den Zusammenhang zwischen Fernnebensprechdämpfung und Frequenz im Bereiche bis 200 kHz, wenn entspulte Kabelleitungen ohne irgendwelchen Abgleich glatt durchgeschaltet werden. Die Summenhäufigkeit gibt einen Anhaltspunkt über die Verteilung der Dämpfungswerte. Die Nebensprechkopplungen der Kabelleitungen, die sich aus den frequenzunabhängigen kapazitiven und den stark frequenzabhängigen induktiven Anteilen zusammensetzen, ergeben insgesamt eine mit wachsender Frequenz abnehmende Nebensprechdämpfung. Dementsprechend nehmen die Schwierigkeiten und der Arbeitsaufwand für den Hochfrequenzabgleich zu. Sehr gute Werte finden wir auf den Viererleitungen von Sternkabeln. Sie können ohne Abgleich bis in die Gegend von 60 kHz benützt werden.

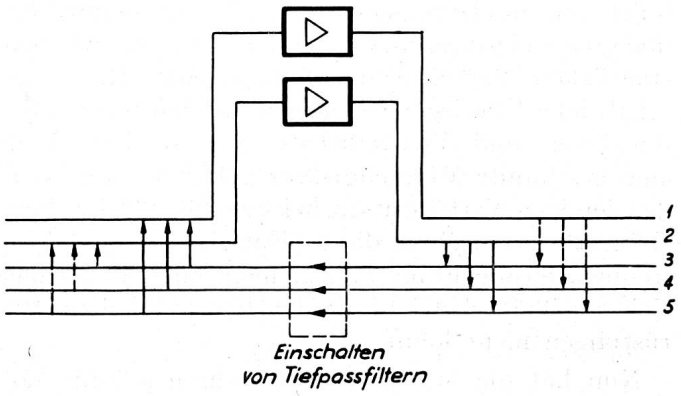

Fig. 2. Sekundäres Fern-Nebensprechen 1→2 bzw. 2→1 über durchlaufende Aderpaare 3, 4 und 5

Bei den Zwischenverstärkern machen sich mit zunehmender Frequenz die Folgen des sogenannten sekundären Nebensprechens über die ohne Verstärker durchgeschalteten Aderpaare bemerkbar (Fig. 2). Zu dessen Unterdrückung müssen bei hohen Frequenzen die durchlaufenden Leitungen mit Sperrfiltern (Sperrspulen) ausgerüstet werden, wenn man nicht zu dem teureren Verfahren des Gruppentausches greifen will. Bei ihm wird in allen Zwischenverstärkerstationen die obere Gruppe in die Frequenzlage der untern umgesetzt und umgekehrt. Damit wird das sekundäre Nebensprechen ebenfalls unwirksam gemacht.

Obschon es mit den heutigen Abgleichverfahren möglich ist, gute bestehende Tonfrequenzkabel für Trägerbetrieb bis etwa 120 kHz anzupassen, ist es

aus den vorerwähnten Gründen vorderhand nicht ratsam, mit der höchsten Frequenz über 70 kHz hinauszugehen. Dadurch wird man auch in schwierigeren Fällen ohne allzu grossen Aufwand die erforderliche Nebensprechdämpfung erreichen können.

Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass es durch den Einbau von sogenannten Kompandern, welche die Sprachdynamik auf der Sendeseite komprimieren und auf der Empfangsseite wieder auf den ursprünglichen Wert expandieren, an und für sich möglich wäre, bis zu etwa 3 N höhere Werte des Nebensprechens zuzulassen[1]). Dadurch könnten, wie aus Fig. 1 ersichtlich, Kabelleitungen ohne irgendwelchen Abgleich bis zu Frequenzen von 200 kHz und mehr benützt werden. Diesen Vorteilen steht leider noch der verhältnismässig hohe apparatemässige Aufwand der Kompanderschaltungen als Nachteil gegenüber. Er hat zur Folge, dass die Kanalkosten für ein Trägersystem auf kurze Distanzen bei unsern Verhältnissen leider zu hoch werden. Immerhin scheinen in dieser Richtung noch vielversprechende Entwicklungsmöglichkeiten zu liegen.

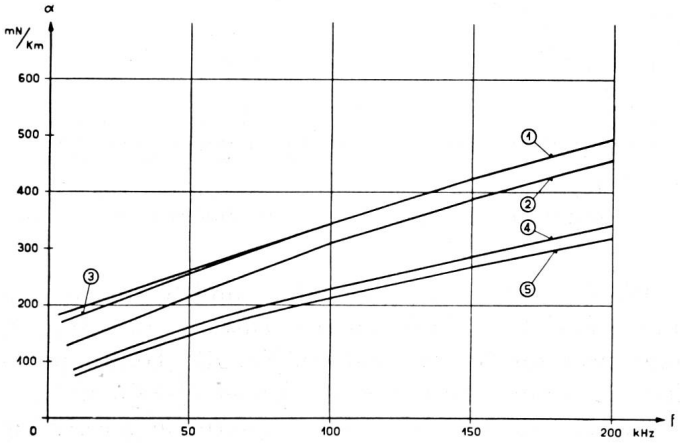

Fig. 3. Wellendämpfungen verschiedener Kabeltypen
1 = Paarkabel 0,8 mm C = 36 nF/km
2 = Sternkabel 1,0 mm Stamm C = 35 nF/km
3 = Sternkabel 1,0 mm Phantom C = 90 nF/km
4 = DM-Kabel 1,4 mm Stamm C = 39 nF/km
5 = DM-Kabel 1,5 mm Stamm C = 39 nF/km

Ein weiterer Grund, der für die Begrenzung des Frequenzbandes auf 70 kHz spricht, ergibt sich aus den Dämpfungsverhältnissen der in Frage kommenden Kabelleitungen (Fig. 3). Da es sich in den meisten Fällen um einen gemischten Betrieb zwischen Tonfrequenz- und Trägerleitungen auf ein und demselben Kabel handelt, ist mit vermehrten Geräuschen auf den Trägerleitungen zu rechnen, denn bekanntlich erzeugen die Schaltvorgänge beim manuellen, hauptsächlich aber beim automatischen Betrieb Knackgeräusche auf den Leitungen, deren Spektrum sich bis in die Gegend von 100 kHz und mehr ausdehnt. Ausserdem werden durch abgezweigte Leitungen mit teilweise angeschlossenen Abonnentenfreileitungen usw. Geräusche – Telegraphiesender usw. – von aussen ins Kabelinnere gebracht. Man wird deshalb den Pegel im Verstärkerfeld in den meisten Fällen nicht unter —6,5 N fallen lassen dürfen. Bei einem Ausgangspegel von +0,5 N, der sich aus der beabsichtigten Verwendung einer gewöhnlichen Vorverstärkerröhre als Endrohr im Breitbandverstärker ergibt, wird die normale Verstärkerfelddämpfung auf 7 N begrenzt. Die Sammel- und Verbundleitungen im schweizerischen Telephonnetz gruppieren sich nach ihrer Länge und Anzahl um ein ausgesprochenes Maximum, das bei ungefähr 27 km liegt. Wird eine höchste Übertragungsfrequenz von 70 kHz angenommen, so kann der grösste Teil aller Anlagen, nämlich etwa 80 %, mit keinem oder höchstens einem Zwischenverstärker gebaut werden. Dies ist vom betriebstechnischen Standpunkte aus gesehen sehr vorteilhaft. Bei einer Verstärkerfelddämpfung von 7 N ergeben sich damit für die verschiedenen Leitungstypen folgende Verstärkerfeldlängen:

Kabel	∅ mm	Stromkreis	Verstärkerfeldlänge km
Paar	0,8	Stamm	23,5
Stern	1,0	Stamm	27,5
Stern	1,0	Phantom	24
Stern	1,2	Stamm	32
Stern	1,2	Phantom	28
DM	1,4	Stamm	37
DM	1,5	Stamm	40

Für Überlängen ist in den Verstärkern der Endausrüstungen eine Reserve von etwa 1 N vorgesehen, so dass in Ausnahmefällen eine Verstärkerfelddämpfung von 8 N ausgenützt werden kann. Die oben angegebenen Distanzen erhöhen sich dann um etwa 14 %.

Die tiefste Frequenz wurde auf 8 kHz festgesetzt, um Störungen der auf diesen Kabeln noch häufig verwendeten unabgeschirmten Musikleitungen des Telephonrundspruches zu vermeiden.

Wahl des günstigsten Kanalabstandes

Durch die Festlegung des ausnutzbaren Frequenzbereiches auf der Leitung hängt die Kanalzahl von der Wahl des Übertragungsverfahrens und des Abstandes zwischen den Gruppen und Kanälen ab.

Als Übertragungsverfahren kommt bei einem verhältnismässig so schmalen zur Verfügung stehenden Frequenzband und dem geforderten Zweidrahtbetrieb nur die frequenzsparende amplitudenmodulierte Einseitenbandübertragung in Frage, denn bei Zweiseitenbandübertragung würde die Kanalzahl unwirtschaftlich gering.

Die Gruppentrennung erfordert einen Abstand von ungefähr 6 kHz, so dass sich für den Bereich von 8...70 kHz folgende Möglichkeiten ergeben:

[1]) *R. S. Caruthers.* The Type N-1 Carrier Telephone System. Bell Syst. Techn. J. **30** (1951), S. 1...32.

Kanalzahl n	Kanalabstand kHz
3	9
4	7
5	6
6	4,5
7	4

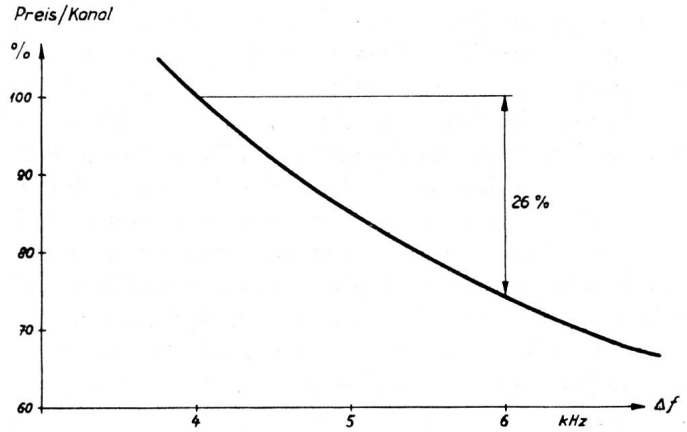

Fig. 4. Einfluss der Filter auf die Kosten des Endamtes bei verschiedenen Kanalabständen Δf

Mit zunehmender Kanalzahl nehmen die Leitungskosten je Kanal ab, dagegen steigen die Endamtskosten, weil mit kleiner werdendem Kanalabstand der Aufwand für die Filter steigt (Fig. 4). Ausserdem wird die ausserhalb des Sprachbandes vorgesehene Wahlimpulsübertragung erschwert und bringt dadurch eine weitere Verteuerung der Sprechkreiskosten mit sich. Der günstigste Kanalabstand muss demzufolge auf Grund von Kostenberechnungen für die verschiedenen praktisch auftretenden Fälle festgelegt werden. Unter den heutigen Verhältnissen führt dies auf ein 5-Kanal-System mit einem Kanalabstand von 6 kHz.

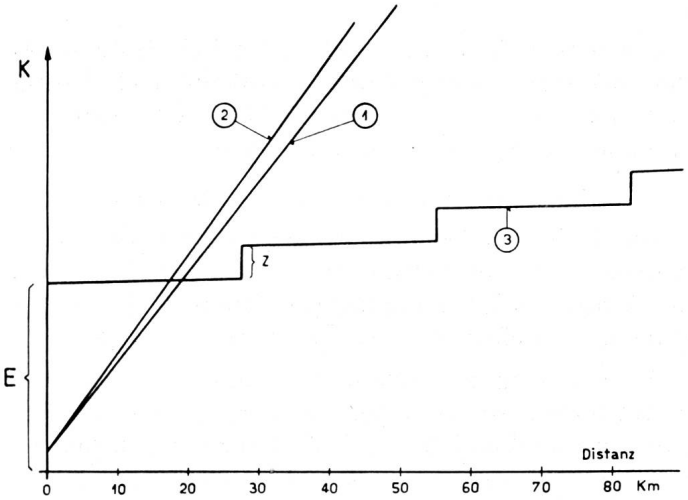

Fig. 5. Betriebskosten K je Jahr und Sprechkreis von Tonfrequenz- und C-Trägerleitungen in Funktion der Distanz.
N = 24.
1 = Sternkabel 24×2 1,0 mm
2 = Sternkabel 24×2 1,2 mm
3 = C-System
E = Kostenanteil Endausrüstungen (A+B)-Amt
Z = Kostenanteil Zwischenverstärker

In den Fig. 5 und 6 sind zwei Beispiele von durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen dargestellt. Sie basieren auf folgenden Annahmen:

Zwischen zwei Ämtern, die durch ein tonfrequenzmässig voll ausgenütztes Kabel miteinander verbunden sind, sollen N neue Stromkreise gebildet werden. Dies kann erreicht werden

a) durch Legen eines neuen Kabels und Tonfrequenzbetrieb, oder
b) durch Entpupinisieren einer entsprechenden Zahl von Leitungen im bestehenden Kabel und Einrichten von Trägerbetrieb. Dabei sind die durch die Entspulung wegfallenden Tonfrequenzkanäle durch Trägerstromkreise zu ersetzen.

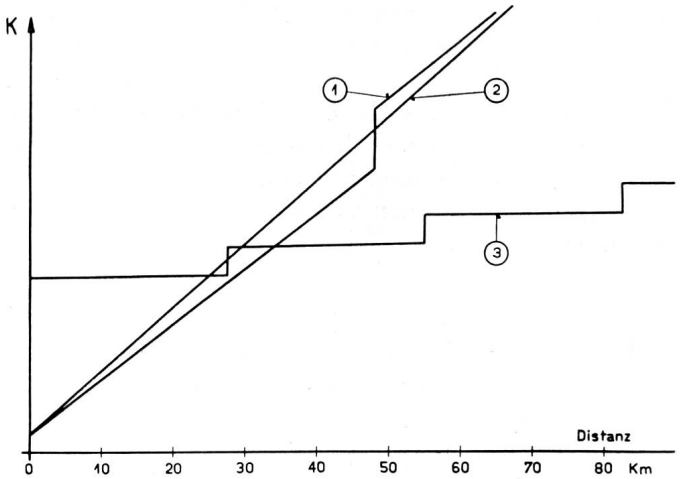

Fig. 6. Betriebskosten K je Jahr und Sprechkreis von Tonfrequenz- und C-Trägerleitungen in Funktion der Distanz. N = 60.

Die Betriebskosten von Fall a) und b) sind in den Fig. 5 und 6 in Funktion der Distanz aufgetragen, und zwar für N = 24 und 60. Für die Tonfrequenzleitungen sind sternverseilte Kabel H-88,5 mit 1,0 bzw. 1,2 mm Aderdurchmesser zugrunde gelegt. Die 1,0-mm-Aderpaare müssen nach 48 km mit einem Zweidrahtverstärker ausgerüstet werden. Die Trägerleitungen sind auf 1,0 mm Sternkabeln mit Verstärkerfeldlängen von 27,5 km vorgesehen.

Die Schnittpunkte der Kurven ergeben die Grenzdistanzen, bei deren Überschreiten die Lösung mit Trägerleitungen wirtschaftlicher wird. Wie ersichtlich, wächst die Grenzdistanz mit zunehmender Bündelstärke des Kabels, weil bei grossen Kabeln die Kosten je Stromkreis geringer sind.

In Fig. 7 ist die Abhängigkeit der Grenzdistanz von der Entfernung und der Zahl der Aderpaare für den angenommenen Fall aufgetragen. Die Kurve trennt die Wirtschaftlichkeitsbereiche von Ton- und Trägerfrequenzleitungen. Die ausgezogene Kurve gilt für den Fall eines 1,0-mm-Sternkabels, bei dem nach 27,5 km ein Zwischenverstärker eingesetzt werden muss. Die gestrichelte Kurve gibt die Verhältnisse wieder, wenn entsprechend dicke Aderpaare zur Verfügung stehen, so dass keine Zwischenverstärkung notwendig ist (zum Beispiel bis 40 km bei 1,5-mm-Adern usw.).

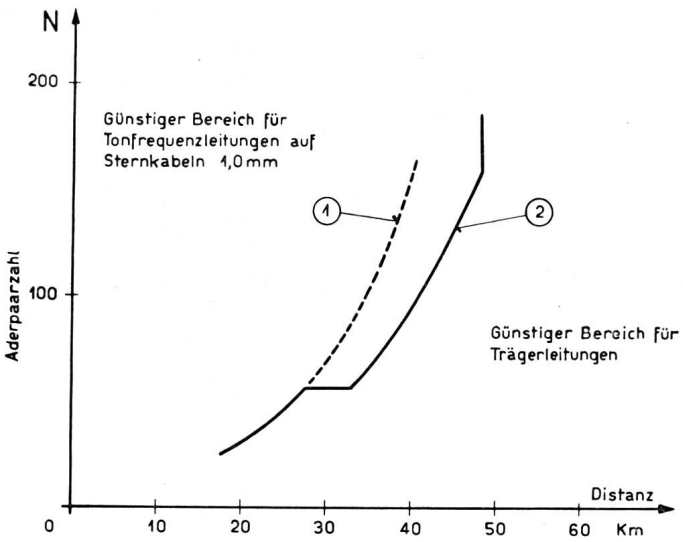

Fig. 7. Grenzkurve der Wirtschaftlichkeit von Tonfrequenz- und C-Trägerleitungen für sternverseilte Tonfrequenzkabel 1,0 mm. C = 35 nF/km
1 = Ohne Zwischenverstärker
2 = Mit Zwischenverstärker nach 27,5 km

Allgemein zeigt sich, dass bei verhältnismässig langen Strecken und nicht zu grossen Bündeln der Trägerbetrieb mit dem vorgeschlagenen System wirtschaftlich ist. Bei verhältnismässig kurzen Strekken und grossen Bündeln ist die Tonfrequenzlösung vorzuziehen.

Endausrüstungen

Das Prinzipschema und der Frequenzplan des neuen Systems sind in Fig. 8 dargestellt. In je einer Modulationsstufe mit den Trägerfrequenzen 12, 18, 24, 30 und 36 kHz werden 5 Kanäle in der Kehrlage zur untern Gruppe (Richtung A→B) zwischen 8 und 36 kHz zusammengefasst. Die obere Gruppe (Richtung B→A), zwischen 42 und 70 kHz gelegen, wird sendeseitig in einer Gruppenumsetzerstufe mit einer Trägerfrequenz von 78 kHz aus der untern Gruppe gewonnen. Empfangsseitig erfolgt auf die gleiche Weise ihre Rückversetzung in die Grundgruppe. Der Gruppenumsetzer befindet sich demgemäss im Amt A auf der Empfangs-, im Amt B auf der Sendeseite. Am Eingang des Systems sind Frequenzweichen ein-

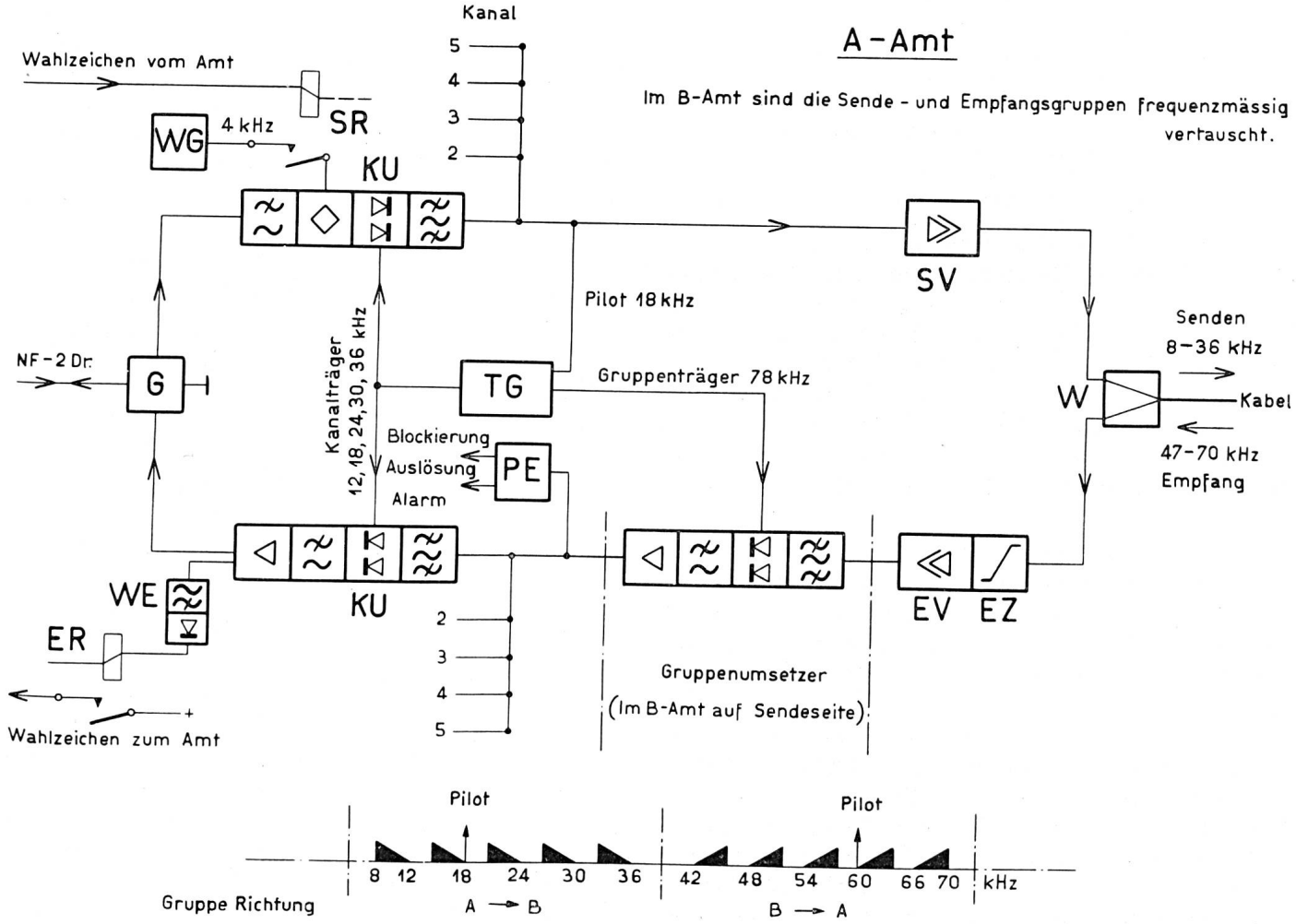

Fig. 8. Prinzipschema und Frequenzplan der C-Trägersysteme

G	= Gabel	WG	= Wahlgenerator 4000 Hz
KU	= Kanalfrequenzumsetzer	SR	= Senderelais
SV	= Sendeverstärker	WE	= Wahlempfänger 4000 Hz
W	= Weichenfilter	ER	= Empfangsrelais
EZ	= Leitungsentzerrer	PE	= Pilotempfänger 18 kHz
EV	= Empfangsverstärker	TG	= Trägergenerator

gebaut, die für die Trennung der Sende- und Empfangsgruppe sorgen.

Die Übertragung der Wahlzeichen erfolgt mit einer ausserhalb des Sprachbandes liegenden Frequenz von 4000 Hz. Dadurch kann man beim Wahlempfänger auf die besonderen Sicherheitsmassnahmen gegen die Sprachbeeinflussung, wie sie bei der Übertragung der Wahlzeichen innerhalb des Sprachfrequenzbandes erforderlich sind, verzichten. Die ganze Impulsübertragung wird infolgedessen stark vereinfacht.

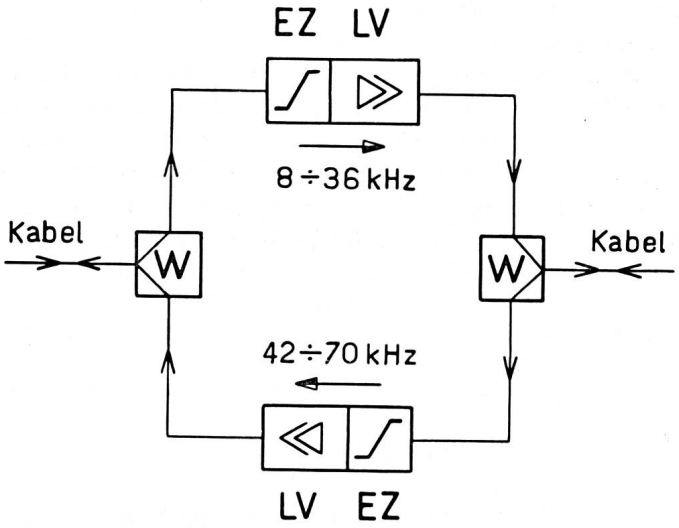

Fig. 9. Prinzipschema des Leitungsverstärkers
W = Weichenfilter
EZ = Leitungsentzerrer
LV = Leitungsverstärker

Die allen 5 Kanälen gemeinsamen Apparate, wie Sendeverstärker, Empfangsverstärker, Gruppenumsetzer, Leitungsverstärker usw., werden in jeder Richtung durch je eine Pilotfrequenz von 18 bzw. 60 kHz überwacht. Im Störungsfalle hat dieses Überwachungssystem die Aufgabe, in den Endämtern Alarm zu geben und im Automaten die abgehenden Kanäle gegen eine weitere Belegung zu sperren sowie die ankommenden Kanäle in den Ruhezustand zu bringen.

Trägerversorgung

Die Trägerversorgungsanlage, welche die 5 Trägerfrequenzen der Kanalumsetzer, nämlich 12, 18, 24, 30 und 36 kHz, und die Gruppenträgerfrequenz von 78 kHz zu liefern hat, wird in zwei Ausführungen gebaut.

Für Ämter, in denen nur verhältnismässig wenige Systeme eingesetzt werden, sind einfache Trägerversorgungsanlagen ohne Reserveausrüstungen vorgesehen. Sie können im Maximum 5 Systeme (25 Kanäle) speisen. In Ämtern mit einer grossen Zahl von Trägerausrüstungen wird eine zentralisierte Trägerversorgung mit Reserveausrüstungen für die Speisung von maximal 24 Systemen aufgestellt.

Stromversorgung

Die Speisung der Ausrüstungen erfolgt normalerweise direkt aus dem Wechselstromnetz mit 220 V ± 10%, 50 Hz.

Die Gleichrichter für die Anodenspannung sowie die Heiztransformatoren, die die Heizspannung von 6,3 Volt liefern, befinden sich im untersten Teil jeder Buchtseite.

Die Spannung zur Betätigung der Relais wird der Amtsbatterie (48 oder 60 Volt) entnommen.

Bei Netzausfall tritt automatisch ein von der Amtsbatterie gespeister Umformer in Tätigkeit und liefert 220 V/50 Hz für die Notstromversorgung der Systeme.

Platzbedarf

Die Ausrüstungen werden in normalisierte Buchten mit einer Höhe von 2736 mm und einer Breite von 540 mm eingebaut. Eine Buchtseite kann mit maximal drei vollständigen Systemen (15 Kanälen) oder zwei Systemen und einer Trägerversorgung ausgerüstet werden. Für Ämter mit niederen Räumen ist eine Buchthöhe von 2200 mm vorgesehen.

Leitungsverstärker

Der Prinzipaufbau der Leitungsverstärker geht aus Fig. 9 hervor. Die beiden die Kabelleitung abschliessenden Weichen besorgen die Trennung der Gruppen. Mit den Entzerrern können die Dämpfungsverzerrungen des vorangehenden Verstärkerfeldes ausgeglichen werden. Der minimale Eingangspegel beträgt —6,5 N, der Ausgangspegel +0,5 N. Die Verstärker sind zweistufig und mit zwei gleichen Vorverstärkerröhren hoher Steilheit (9 mA/V) ausgerüstet.

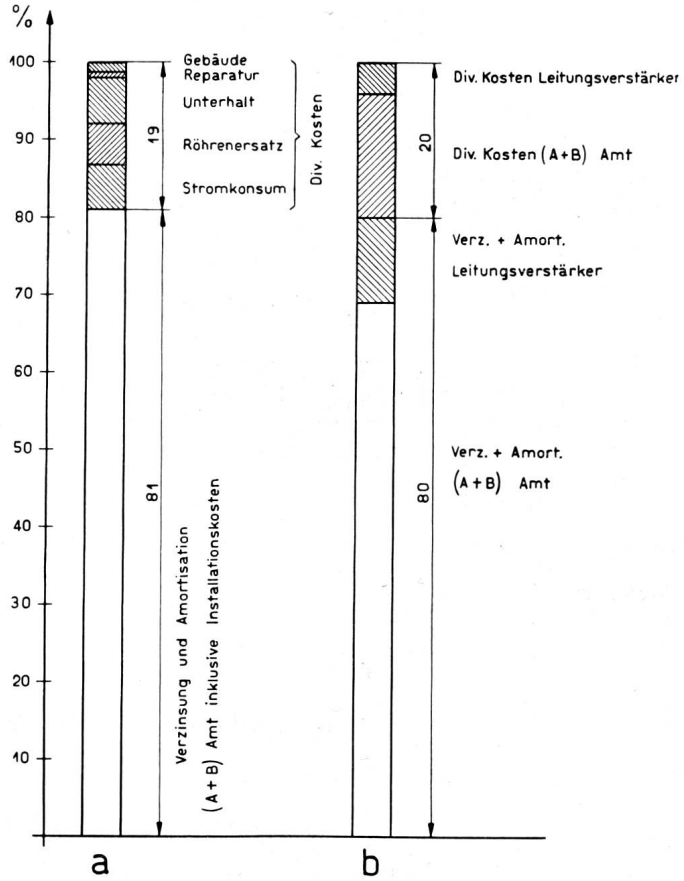

Fig. 10. Verteilung der Betriebskosten von C-Trägersystemen (ohne Kabelkosten)
a = (A + B)-Amt
b = (A + B)-Amt+1 Leitungsverstärker

Verteilung der Betriebskosten

Die Verteilung der Betriebsausgaben eines C-Trägerstromkreises – ohne Leitungskosten – geht aus Fig. 10 hervor. Es sind die Fälle ohne und mit einem Zwischenverstärker dargestellt. Wie ersichtlich, entfallen die Hauptanteile auf Verzinsung und Amortisation der Endamtskosten. Immerhin zeigt sich, dass auch den Anteilen Stromkonsum, Röhrenersatz und Unterhalt die nötige Aufmerksamkeit zu schenken ist. Für die Berechnung des Röhrenverbrauches wurde eine Lebensdauer von 10 000 Brennstunden angenommen.

Nähere Angaben über die elektrischen Eigenschaften und die den C-Systemen zugrunde gelegten Pflichtwerte werden in einem später erscheinenden Artikel behandelt.

Die Eignung der Dôle als Fernsehsender-Standort

Von *Harry Laett*, Bern

621.397.61 (23)

Die Aufstellung eines Fernsehsenders hat in der Weise zu geschehen, dass eine möglichst grosse Zahl von Einwohnern mit einem befriedigenden Empfang rechnen kann. Als bestimmender Faktor in dieser Hinsicht ist die eigentliche Wahl des Standortes selbst zu betrachten. Einerseits ist darauf zu achten, dass der Sender sich möglichst in dem zu bedienenden Gebiet befindet, um die Zonen hoher Feldstärke wirtschaftlich auszunützen. Solche Zonen ermöglichen selbst bei einfachsten Antennenanlagen einen genügenden Empfang. Anderseits sind jedoch die topographischen Verhältnisse zu berücksichtigen, wobei – bedingt durch die besonderen Ausbreitungsverhältnisse der Ultrakurzwellen – die feldstärkemässige Erfassung eines möglichst grossen Einwohnergebietes die Aufstellung von Fernseh-Sendern an freistehenden, erhöhten Punkten erfordert.

Diese beiden Gesichtspunkte werden sich in der Mehrzahl der Fälle nicht decken, so dass ein Kompromiss gefunden werden muss.

Nachdem bereits im Jahre 1950 der Uetliberg bei Zürich auf seine Eignung als Fernsehsender-Standort hin untersucht wurde und sich dabei als günstig erwiesen hatte, galt es, in einer zweiten Messreihe einen Standort in der welschen Schweiz zu bestimmen. Als Bevölkerungsschwerpunkte sind dabei Lausanne und Genf zu berücksichtigen, mit andern Worten, die Wahl des Standortes war in erster Linie durch diese beiden Städte bestimmt.

Die Wahl eines Standortes im Becken des Genfersees stösst auf geographische Schwierigkeiten. Der zur Bedienung des Westufers günstigste Standort liegt auf den Höhen östlich Evian-les-Bains, also bereits im Ausland und kann deshalb als Standort für einen schweizerischen Fernsehsender nicht in Betracht gezogen werden.

Eine genaue Untersuchung der Geländeverhältnisse der beiden Bevölkerungsschwerpunkte Lausanne und Genf lehrte, dass die Aufstellung von zwei Kleinsendern je im Zentrum dieser Städte unbefriedigende Ergebnisse zeitigen würde. Lausanne zum Beispiel liegt derart auf einem konvex gekrümmten Hang, dass nur eine dazu möglichst senkrechte Anstrahlung einen brauchbaren Empfang gewährleisten könnte. Ein Standort, der sich unter Berücksichtigung aller dieser Faktoren aufdrängt und der noch über verhältnismässig gute Zufahrtsmöglichkeiten verfügt, ist das unter dem Namen «la combe gelée» bekannte Plateau auf der schweizerischen Seite des Abhanges der Dôle (Fig. 1). Die Tatsache, dass man sich nicht auf dem Gipfel der Dôle befindet, spielt ausbreitungsmässig keine Rolle, da die besondere Form des Genferseebeckens die Verwendung von Richtstrahlantennen erheischt und somit Reflexionen von der westlich gelegenen Felswand ausgeschlossen werden; gegenüber dem Gipfel ist die weitaus bessere Zufahrtsmöglichkeit von grossem Vorteil.

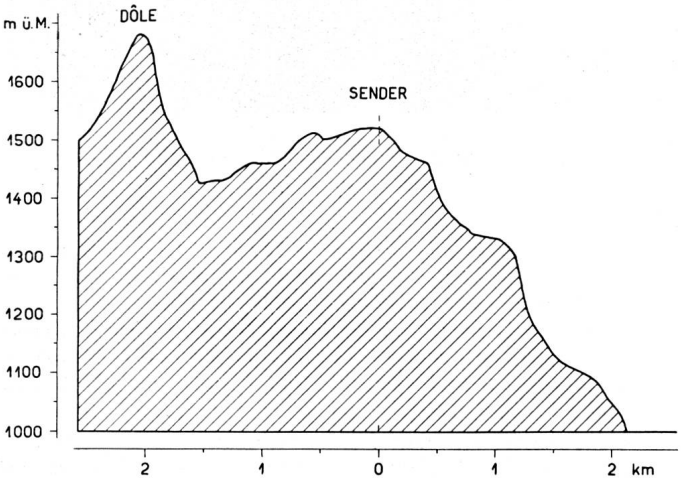

Fig. 1. Profil vom Dôle-Gipfel durch den Senderstandort «Combe gelée»

Durchführung der Eignungsprüfung

Die Versuche begannen anfangs Juli 1951 und dauerten bis Ende Oktober des gleichen Jahres. Dank dem Entgegenkommen des Skiklubs Genf war es möglich, die Sendeapparaturen im Keller der dem Klub gehörenden Skihütte «combe gelée» (Fig. 2) aufzustellen. Da auf dieser Höhe kein Elektrizitätsnetz vorhanden ist, musste die Energieversorgung der Anlage (ungefähr 5 kW) durch eine Notstromgruppe der Verwaltung sichergestellt werden. Sendeseitig kamen folgende Apparate zum Einsatz:

1. *Notstromgruppe TT, Nennleistung 10 kVA, umschaltbar 220/380 und 250/430 V⅄, 50periodiger Wechselstrom. Standort: Strassenende Pt. 1412, mit dem Chalet durch eine provisorisch errichtete Freileitung verbunden (450 m).*