

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: 31 (1953)

Heft: 5

Artikel: Übertragungsmessgerät zur schnellen Bestimmung des Amplitudenganges von Telephoniekanälen

Autor: Birò, J.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876347>

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: 04.04.2026

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

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

Übertragungsmessgerät zur schnellen Bestimmung des Amplitudenganges von Telephonikanälen

Von J. Birò, Zürich

621.317.7:621.395

Der in den letzten Jahren durchgeführte Ausbau des Fernleitungsnetzes brachte eine starke Vermehrung der Leitungen, besonders der Trägerleitungen mit sich. Ihre periodische Kontrolle bezüglich Amplitudengang nimmt daher viel Zeit in Anspruch, wenn die Messung, wie das bisher üblich war, punktweise für eine vorgeschriebene Anzahl von Frequenzen vorgenommen wird.

Im Auftrage der Generaldirektion der PTT-Verwaltung wurde vom Institut für Fernmeldetechnik der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) in Zürich ein Gerät entwickelt, das ermöglicht, den Amplitudengang von Leitungen unmittelbar auf einem Schirm einer Kathodenstrahlröhre sichtbar zu machen. Durch Anbringen eines Toleranzschemas kann sofort entschieden werden, ob der betreffende Kanal in Ordnung ist oder die vorgeschriebenen Grenzwerte überschreitet.

Die gewählte Lösung hat den Vorteil, dass die Synchronisierung zwischen Sender und Empfänger wegfällt, indem die horizontale Ablenkspannung des Kathodenstrahloszillographen – das heisst der Frequenzmaßstab – mit Hilfe eines Diskriminators aus der ankommenden Messfrequenz abgeleitet wird. Dadurch erhält jede Frequenz auf dem Schirm des Oszillographen in horizontaler Richtung einen bestimmten Platz zugeordnet, so dass ein Frequenzmaßstab angebracht werden kann.

Der Apparat wurde für einen Frequenzbereich von 250 bis 3600 Hz gebaut. Die Messgenauigkeit des Empfängers beträgt $\pm 0,02$ N in der y-Richtung; die maximal zulässigen Abweichungen von der Sollfrequenz in horizontaler Richtung betragen 10 Hz bei 250 Hz und 30 Hz bei 3600 Hz.

Aufbau des Übertragungsmessgerätes

Das Blockschema des Senders geht aus Figur 1 hervor. Die Ausgangsspannung wird in einem Schwe-

bungssummeerzeugt. Er besteht aus zwei Transistronoszillatoren, einem Ringmodulator zur Überlagerung der beiden Frequenzen, einem Tiefpassfilter TP zur Unterdrückung der unerwünschten Modulationsprodukte sowie dem Ausgangsverstärker. Um die beiden Oszillatoren an den Ringmodulator anzupassen und eine gegenseitige Beeinflussung zwischen ihnen zu vermeiden, wurden sie unter Zwischenschaltung einer Trennstufe (Kathodenfolger) an den Modulator angeschlossen.

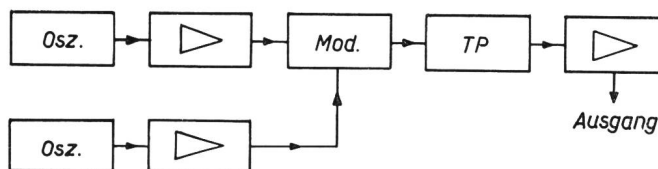


Fig. 1. Blockschema des Senders

Die Frequenz des einen Oszillators wird durch einen Drehkondensator verändert und überstreicht den Bereich von 56,400 bis 59,750 kHz. Die fixe Frequenz beträgt 60 kHz, so dass am Verstärker-Ausgang ein Frequenzbereich von 250 bis 3600 Hz erhalten wird. Um die Amplituden innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen von $\pm 0,01$ N konstant zu halten, wird die Ausgangsspannung des Oszillators mit variabler Frequenz als Schaltspannung (Trägerspannung) des Modulators benützt. Dadurch kann erreicht werden, dass eine allfällig mit der Frequenzänderung verbundene Amplitudenschwankung der Oszillatorspannung die Amplituden des Ausgangssignals nicht beeinflusst.

Der Drehkondensator wird durch einen in der Tourenzahl regelbaren Motor angetrieben. Eine Umdrehung entspricht dem Durchlaufen des Frequenzbandes in beiden Richtungen. Die Platten des Kondensators sind so geschnitten, dass bei gleichmässiger

Rotationsgeschwindigkeit die Frequenzänderung in der Kanalmitte schneller ist als bei den tiefsten und höchsten Frequenzen. Bei diesen machen sich die durch die Kanalbegrenzung hervorgerufenen Einschwingzeiten in stärkerem Masse bemerkbar. Es muss das dynamische Verhalten des Systems bei Frequenzänderungen betrachtet werden. Dieses hängt von der Durchlaufgeschwindigkeit $\frac{d\omega}{dt}$ und der Änderung der Dämpfung und der Laufzeit mit der Frequenz ab.

Auf Grund von Messungen des Amplituden- und Phasenganges auf Trägerkanälen wurde die Randkurve der Kondensatorplatten so berechnet, dass die Verzerrungen über den ganzen Frequenzbereich ungefähr gleich gross bleiben. Die Tourenzahl des Drehkondensators muss dabei so gewählt werden, dass man praktisch das statische Pegelbild erhält. Bei der Beschreibung des Empfängers wird noch darauf hingewiesen werden.

Für die Trennung der beiden Seitenbänder am Modulatorausgang genügt ein einfaches Tiefpass- π -Glieder mit einer Grenzfrequenz von 10 kHz. Der Verstärker, mit einem Innenwiderstand von 600 Ω , liefert die benötigte Ausgangsleistung von 1 mW an 600 Ohm.

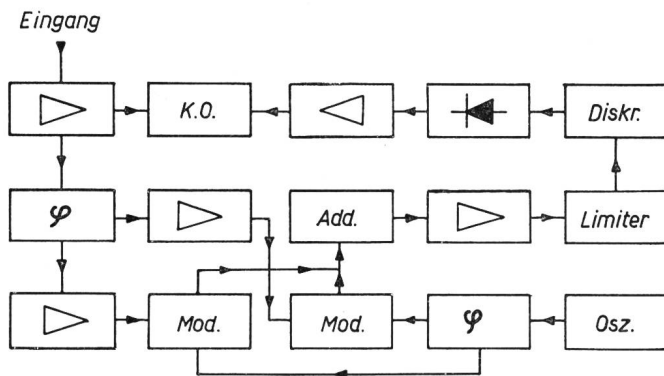


Fig. 2. Blockscheema des Empfängers

Der Empfänger, dessen Blockscheitbild aus Figur 2 ersichtlich ist, zeichnet den Amplitudengang am Schirm eines Kathodenstrahloszilloskop auf.

Die Signalspannung wird sowohl zur Ablenkung des Kathodenstrahles in vertikaler (Amplitude) als auch horizontaler (Frequenzmaßstab) Richtung verwendet. In einem Verstärker wird das ankommende Signal verstärkt und dem Plattenpaar für vertikale Ablenkung des Kathodenstrahloszilloskop zugeleitet. Durch eine Diode werden die negativen Halbwellen unterdrückt, so dass auf dem Schirm eine Nulllinie — entsprechend einer Eingangsspannung von 0 Volt, das heisst Dämpfung $-\infty$ — abgebildet wird. Es ist auch möglich, die Signalspannung gleichzurichten und den Kathodenstrahl nur durch die Gleichspannungskomponente abzulenken, wodurch der Amplitudengang in Strichform aufgezeichnet wird.

Zur Gewinnung der horizontalen Ablenkspannung wird die Signalspannung, nach Verschieben in eine höhere Frequenzlage, einem Limiter und anschliessend einem Diskriminator zugeführt.

Mit den im Versuchsaufbau verwendeten Ferroxcube-Spulen erwies sich eine Frequenzverschiebung auf 60 kHz als sehr günstig. Da am Ausgang des Frequenzumsetzers nur ein Seitenband erwünscht ist, wurde ein sogenannter Einseitenband-Modulator verwendet. Er ermöglicht eine relativ einfache Trennung der beiden bei den tiefsten Frequenzen nur 500 Hz auseinanderliegenden Seitenbänder, ohne auf Quarzfilter oder doppelte Modulation greifen zu müssen.

Der Einseitenband-Modulator beruht auf folgendem Prinzip: Die Frequenzumsetzung wird gleichzeitig an zwei Modulatoren vorgenommen, wobei die Signal- und Trägerspannungen des einen Modulators um 90° phasenverschoben sind. Werden die beiden Spannungen am ersten Modulator mit $\sin \omega t$ und $\sin \Omega t$ bezeichnet, so ergeben sich diejenigen am zweiten Modulator zu $\cos \omega t$ und $\cos \Omega t$. Die Modulationsprodukte des ersten Modulators sind gegeben durch

$$\sin \omega t \cdot \sin \Omega t = \frac{1}{2} \cdot [\cos (\omega - \Omega) t - \cos (\omega + \Omega) t].$$

$$\cos \omega t \cdot \cos \Omega t = \frac{1}{2} \cdot [\cos (\omega - \Omega) t + \cos (\omega + \Omega) t].$$

Addiert man die beiden Ausgangsspannungen der Modulatoren, so wird das obere Seitenband unterdrückt. In diesem Falle waren beide Spannungen am zweiten Modulator in bezug auf diejenigen des ersten im gleichen Sinne um 90° phasenverschoben. Trifft man die Schaltung so, dass eine Spannung um 90° vor-, die andere um den gleichen Betrag nachhilt, so fällt das untere Seitenband weg.

Die Schwierigkeit bei diesem Verfahren liegt in der Herstellung von Phasendrehnetzwerken, die über das ganze Frequenzband der Signalspannung zwei um 90° phasenverschobene Spannungen konstanter Amplitude liefern.

Für die Verwirklichung einer konstanten Phasenverschiebung zwischen zwei Spannungen in einem breiten Frequenzband gibt es verschiedene Methoden. Die im Versuchsaufbau verwendete wurde einem Artikel entnommen, der von R. B. Dome in «Electronics», Dezember 1946, unter dem Titel «Wideband Phaseshift Networks» veröffentlicht wurde. Aus der Filtertheorie ist bekannt, dass es nicht möglich ist, Netzwerke zu verwirklichen, die im Durchlassbereich eine konstante Phasendrehung über einen grossen Frequenzbereich ergeben. Man kann jedoch zwei Netzwerke mit Phasendrehung so bauen, dass die Differenz der Phasenverschiebungen zwischen den Ausgangsspannungen in einem grossen Frequenzbereich konstant und gleich 90° bleibt. Ebenso ist es möglich, die beiden Ausgangsspannungen in diesem Bereich konstant und gleich gross zu halten. Die Schaltung eines solchen Netzwerkes geht aus Figur 3 hervor. Das zweite ist gleich geschaltet und unter-

scheidet sich nur in den Werten der Schaltelemente. Je nach der Grösse des Frequenzbereiches und der Genauigkeit, mit der man die konstante Phasendifferenz aufrechterhalten will, variiert der Aufwand für die Schaltung.

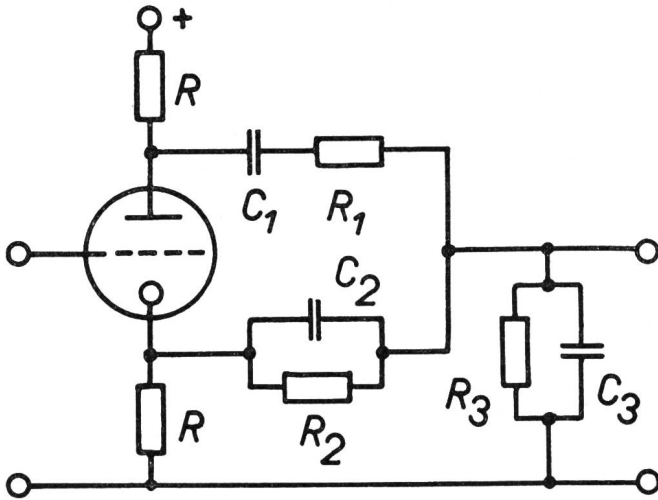


Fig. 3. Schaltung des Phasendrehnetzwerkes

Im vorliegenden Falle wurde als obere Frequenzgrenze, bei der noch eine genaue 90°-Phasenverschiebung vorhanden sein muss, nicht 3600, sondern 1000 Hz angenommen. Dies ergibt auch bei Frequenzen über 1000 Hz noch eine so grosse Unterdrückung des zweiten Seitenbandes, dass kein Zusatzfilter erforderlich ist; denn es wird später noch gezeigt, dass die Dämpfung der höheren Frequenzen des unerwünschten Seitenbandes nicht so hoch sein muss wie diejenige der tiefen Frequenzen.

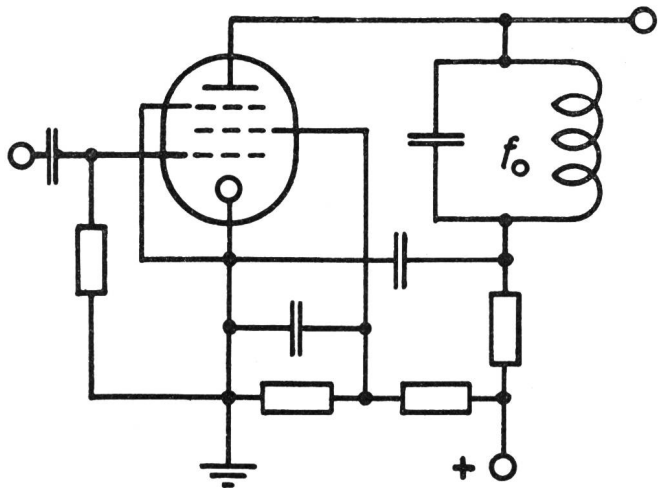


Fig. 4. Schaltung des Begrenzers

Die Addition der Modulationsprodukte geschieht über Widerstände. Anschliessend folgt ein Verstärker, der die zur Aussteuerung des Begrenzers notwendige Spannung liefert. Der Limiter besteht aus zwei Verstärkerstufen mit Gitterstrombegrenzung (Fig. 4) und sorgt für eine nur von der Frequenz und nicht auch von der Amplitude des Signals abhängige horizontale

Ablenkspannung. Beide Stufen sind abgestimmt. Der Schwingungskreis der ersten Röhre dient im wesentlichen nur zur Vorsiebung. Die horizontale Ablenkspannung wird im zweiten Schwingkreis, der als Frequenzdiskriminator wirkt, erzeugt. Die Resonanzfrequenz wird dabei so gewählt, dass das vom Modulator kommende Seitenband auf einen annähernd logarithmisch verlaufenden Abschnitt der Resonanzkurve zu liegen kommt. Dadurch wird die erwünschte logarithmisch eingeteilte Frequenzskala erreicht. Natürlich muss die tiefste Tonfrequenz der Resonanzfrequenz am nächsten liegen. Dementsprechend wird man, je nach Verwendung des obern oder untern Seitenbandes, an der obern oder untern Flanke der Resonanzkurve arbeiten (vgl. Fig. 5).

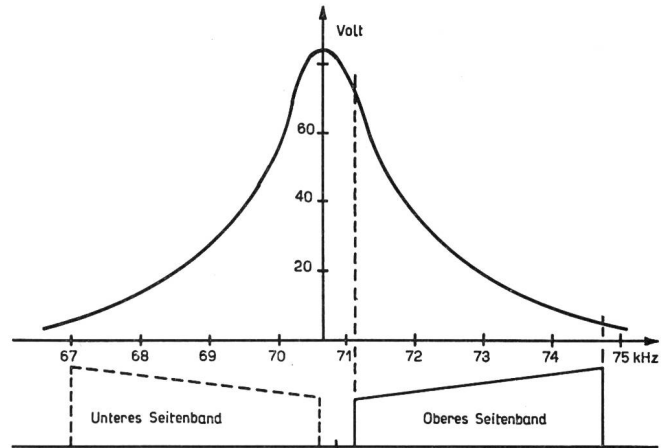


Fig. 5. Lage der Seitenbänder auf der Resonanzkurve

Die vom Diskriminator gelieferte Spannung wird gleichgerichtet. Dabei muss der Wahl der Zeitkonstanten besondere Beachtung geschenkt werden. Sind die tiefen Frequenzen des unerwünschten Seitenbandes nicht genügend gedämpft, so entstehen im Begrenzer Differenzfrequenzen der beiden Seitenbänder, das heisst die doppelte Tonfrequenz.

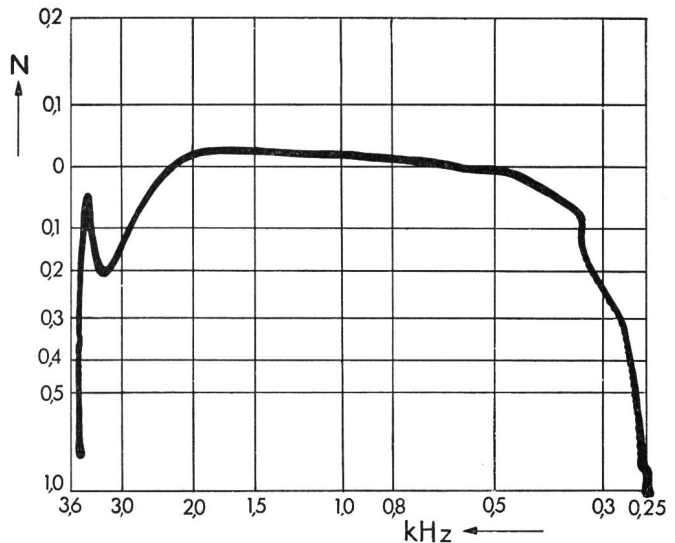


Fig. 6. Aufnahme des Amplitudenganges eines defekten Träger-sprechkreises

Bei den höheren Frequenzen wird diese Differenzfrequenz im Siebkreis des Gleichrichters unterdrückt, die tieferen kommen dagegen durch und überlagern sich in horizontaler Richtung der Ablenkspannung. Infolgedessen erhält man auf dem Schirm der Kathodenstrahlröhre nicht einen hin- und herlaufenden vertikalen Strich, sondern die dem Frequenzverhältnis 1:2 entsprechende Lissajoufigur. Eine vermehrte Unterdrückung der tieferen Frequenzen durch Erhöhung der Zeitkonstanten des RC-Gliedes im Gleichrichter hat zur Folge, dass die Durchlauffrequenz niedriger gehalten werden muss; denn sie ist für die Geschwindigkeit, mit der die Flanke der Resonanzkurve des Diskriminators durchlaufen wird, mass-

gebend und damit auch für die Geschwindigkeit der Amplitudenschwankungen, denen der Gleichrichter noch folgen muss. Falls die Gleichspannung nicht richtig folgen kann, entsteht auf dem Schirm des Oszillographen ein Bild, bei dem die Kurven für Hin- und Rücklauf sich nicht decken. Im Versuchsaufbau wurde eine Zeitkonstante von 1 Sekunde gewählt. Die Durchlauffrequenzen liegen zwischen 1 bis 4 Hz. Um ein zusammenhängendes Pegelbild zu erhalten, muss eine stark nachleuchtende Kathodenstrahlröhre verwendet werden.

Figur 6 zeigt eine Aufnahme des Amplitudenganges eines defekten Trägersprechkreises mit dem beschriebenen Gerät.

Contribution à l'étude de la propagation des ondes ultra-courtes par-dessus la barrière alpine

Par Jean Dufour, Berne

621.396.029.58

Résumé. On compare les conditions de réception des émetteurs à ondes ultra-courtes ($f = 90$ à 95 Mc./s) allemands et italiens à Berne, au Jungfrauoch et au Monte Generoso. La valeur des champs moyens mesurés se trouve toujours à moins de 10 dB d'écart de la valeur que l'on calcule en ne considérant que la diffraction sur les crêtes successives du profil du terrain et une réfraction normale. Malgré la hauteur de l'écran formé par les Alpes, les valeurs de champs dépassées pendant 10% et 1% du temps correspondent bien avec les courbes du CCIR adoptées à Stockholm. En examinant l'allure des variations, on constate l'effet particulièrement gênant des réflexions au sol, au voisinage de l'antenne, où les inversions superficielles produisent fréquemment des interférences profondes alors que les variations dues à des inversions élevées sont beaucoup moins accentuées.

I. Liaisons troposphériques à hautes altitudes

La plupart des observations qui ont été faites jusqu'à présent sur la propagation, au delà de l'horizon optique, des ondes ultra-courtes et sur lesquelles on s'est basé pour établir les courbes de champ probable (courbes du CCIR, Stockholm 1952), l'ont été dans des régions relativement peu accidentées, entre des stations dont l'altitude ne dépassait en général pas quelques centaines de mètres, en sorte que la propagation s'effectuait dans les couches inférieures de la troposphère. On sait que dans ces régions se produisent assez fréquemment les inversions superficielles dues à l'échauffement et au refroidissement du sol provoqués par les rayons du soleil, respectivement par le rayonnement du sol. Ces inversions sont donc en relation avec l'heure de la journée. A des altitudes plus grandes elles n'interviennent plus; en revanche, on constate des inversions du gradient de température ou d'humidité dues aux passages de fronts froids ou chauds. Ces inversions sont les plus fréquentes aux altitudes comprises entre 1000 et 3000 m; elles dépendent de la situation météorologique générale et sont indépendantes de l'heure de la journée.

Zusammenfassung. Die Empfangsbedingungen einiger süd-deutscher und italienischer UKW-Sender in Bern, auf dem Jungfrauoch und auf dem Monte Generoso werden in bezug auf ihre Feldstärke und deren Schwankungen untersucht und miteinander verglichen. Der gemessene Mittelwert weicht nie mehr als 10 dB von der Rechnung ab, in der nur die Beugung an den hintereinander stehenden Kanten des Geländeprofiles und eine normale Atmosphäre berücksichtigt werden. Trotz der Höhe des durch die Alpen gebildeten Schirmes, stimmen die beobachteten Feldstärken, die 10% bzw. 1% der Zeit überschritten werden, mit den in Stockholm aufgestellten CCIR-Kurven gut überein. Beobachtet man die Schwankungen der Feldstärke etwas näher, so fällt die besonders stark störende Wirkung der Bodenreflexion in der Nähe der Empfangsantenne auf. Die Bodeninversionen verursachen oft sehr tiefen Schwund, wogegen die höher gelegenen Inversionen, die durch meteorologische Fronten gebildet werden, viel weniger ausgeprägte Schwankungen verursachen.

Les premières, dans un pays accidenté comme le nôtre, sont relativement locales; les secondes s'étendent sur des régions beaucoup plus grandes. Le but de ces observations était, d'une part, d'étudier les conditions de transmission des ondes ultra-courtes à grandes distances sur des trajets où ces ondes sont obligées par des obstacles topographiques de se propager à très haute altitude, d'autre part, de voir si les conditions sont les mêmes que pour des propagations à basse altitude et si par conséquent les courbes de propagation de Stockholm 1952 sont applicables sans autre. La barrière alpine dépassant en bien des points les 4000 m offrait pour cela des conditions particulièrement favorables.

Des observations régulières furent faites pendant les mois d'été 1952 à Berne, Steffisbourg et Lucerne au nord des Alpes, au Jungfrauoch (Sphynx 3580 m) sur la crête, et au Monte Generoso au sud des Alpes. Elles portèrent sur les conditions de réception de quelques émetteurs à modulation de fréquence allemands et italiens. Le tableau I donne les principales caractéristiques des liaisons, soit: la fréquence et la