La propagation des ondes courtes et son influence sur le choix de l'emplacement idéal des stations-radios

Autor(en): **Gasser**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **36 (1963)**

Heft 4

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-563188

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

La propagation des ondes courtes et son influence sur le choix de l'emplacement idéal des stations-radios

La dernière guerre mondiale a très bien démontré que lorsque le contact personnel entre commandants n'était plus possible, celui-ci devait être établi à l'aide de moyens de transmission électriques. Aussi bien que le supérieur, selon son tempérament, ne doit pas toujours être «en route», il ne doit pas non plus être le prisonnier des moyens de transmission électriques. Seule une connaissance approfondie des moyens de transmission et de commandement mis à sa disposition lui permettra de prendre les mesures nécessaires dans n'importe quelle situation. Si le commandant possède à son poste de commandement toute une gamme de moyens de transmission qui se complète, il ne disposera sur le terrain ou dans un PC subordonné que d'une partie de ces moyens de transmission. Personne ne mettra en doute la valeur d'un contact personnel entre commandants, même si les difficultés d'un tel contact pendant les manœuvres sont passées sous silence.

Par la nouvelle organisation des troupes de 1961, diverses armes ont été équipées d'appareils radios portatifs, d'autres troupes se sont vu adjuger de nouveaux types d'appareils de transmission et, finalement, la dotation en appareils de transmission de la majorité des formations a été augmentée. Si l'on veut employer avec succès les appareils radio portatifs des troupes de ligne, afin qu'ils servent le commandant dans la conduite de ses troupes, il faut d'une part que les soldats reçoivent une instruction fondamentale dans les liaisons radio et, d'autre part, que commandants, officiers de liaison, radiotélégraphistes et soldats de transmission aient une connaissance approfondie de la propagation des ondes courtes et de son influence sur le choix de l'emplacement idéal des stations-radios.

Ces disciplines devront faire partie du programme d'instruction des formations qui ont prévu la conduite des troupes par moyens de transmission électriques.

Le fil restant encore malgré tout la base de toute transmission, il sera quand même dépassé au début par les liaisons radio.

Dans tous les cas où le fil n'entre pas en ligne de compte, divers réseaux sans fil seront établis à des fins déterminées. Grâce à l'état de la technique actuelle, les réseaux de liaison par fil, base de toute transmission, peuvent être branchés temporairement ou en permanence aux réseaux sans fil. Les conditions dans lesquelles un branchement fil-radio peut avoir lieu sont avant tout un problème technique à résoudre par les commandants. Le commandant qui ne dispose que de la radio doit pouvoir prendre contact avec son voisin ou ses supérieurs, même si ceux-ci ne sont accessibles que par le fil. Afin de mettre en action avec succès ces moyens de transmission, le groupe de commandement devra choisir l'emplacement du poste de combat à un endroit qui permettra une liaison radio certaine. Lorsqu'il s'agit de la mise en position d'armes diverses, on inculque soigneusement aux officiers et sous-officiers l'importance du choix de l'emplacement afin que les armes puissent détruire l'objectif assigné. Les mêmes connaissances et le même soin devraient être apportés lors de l'établissement de liaisons radio et du choix de l'emplacement des stations, car on ne peut déroger aux lois de la physique en faveur du camouflage des stations.

Les pentes de montagnes, les précipices et les vallées profondes, les forêts humides, les ruelles étroites représentent les plus grands obstacles pour la propagation des ondes courtes. Une liaison est uniquement possible lorsque les deux stations à relier sont placées dans un certain angle par rapport à l'obstacle (pour les ondes ultra-courtes un angle à 180 degrés est souvent nécessaire). Une liaison doit-elle être établie à tout prix, le principe

la liaison vient avant le camouflage

est seul valable. Une comparaison avec les ondes lumineuses est nécessaire pour la bonne compréhension du phénomène de propagation. C'est un fait connu, qu'un objet se trouvant dans l'eau n'apparaît pas à la place où il se trouve réellement. C'est un phénomène de la réfraction des ondes lumineuses. D'autre part l'image de l'objet n'apparaît pas avec la même clarté que si elle était visible dans l'air à la même distance. Une partie des rayons lumineux est absorbée en traversant la nappe d'eau. Enfin, la réflexion des rayons lumineux au moyen d'un miroir est aussi connue.

Les ondes de la télégraphie sans fil sont également soumises aux lois de l'absorption et de la réfraction. Il nous reste à comparer maintenant quelles matières par rapport aux ondes électromagnétiques provoquent les mêmes effets que l'eau, le miroir ou d'autres corps homogènes sur les rayons lumineux. En règle générale, on peut admettre que les métaux, donc les bons conducteurs, font fonction d'un miroir envers les ondes électromagnétiques et les non-conducteurs celle des corps homogènes. Les ondes électromagnétiques sont également soumises, tout comme la lumière et le son, au phénomène de la diffraction ou de la réfraction. Ce phénomène consiste, par exemple, dans le fait que l'arrête d'un corps homogène ne projette aucune ombre nette mais au contraire que de la lumière atteint certaines places qu'elle ne devrait pas atteindre d'après la construction géométrique de l'ombre. Plus la longueur d'onde est courte, plus elle a tendance de se propager en droite ligne. La réfraction est d'autant plus forte, plus la longueur d'onde est grande. C'est pourquoi elle est aussi plus sensible au son qu'à la lumière (longueur d'onde moyenne de la lumière 0,0005 mm, du son 1 m). Les ondes courtes sont des ondes entre de 10 à 100 m. Les ondes longues traverseront donc plus facilement une chaîne de montagne si les stations ne se trouvent pas à proximité du pied de la montagne, et dans ce cas le choix de l'emplacement jouera un grand rôle. En ce qui concerne l'intensité ou la portée des ondes électromagnétiques, nous pouvons également faire une comparaison avec les ondes lumineuses et les vagues. Les ondes produites par un corps tombant dans l'eau diminuent en amplitude, c'est-à-dire en intensité, plus leur éloignement du centre est grand. Les ondes électromagnétiques sont soumises à la même loi de perte d'intensité que les ondes lumineuses. La clarté d'une surface lumineuse diminue d'intensité du carré de l'éloignement, c'est-à-dire que l'intensité lumineuse d'une lampe (émetteur de rayon lumineux) ne sera que du quart à un double éloignement.

Ce même principe est valable pour la téléphonie sans fil. Si nous voulons donc doubler la portée d'une station, nous devrons quadrupler sa puissance. Sous portée nous entendons toujours la distance de l'émetteur à un récepteur déterminé. Lors de la mise en service de stations-radio mobiles, il est de très grande importance que les appareils soient légers, que leurs dimensions soient réduites autant que possible et qu'ils soient prêts au service rapidement. D'autre part

Rasch sichere Verbindung mit

SE 18

Das Kleinfunkgerät SE 18 der Autophon ist leicht, handlich, leistungsfähig. Es wiegt nur 2,6 kg. Es ist nur 19,8 cm breit, 16,6 cm hoch und 5,5 cm dick: etwa halb so gross wie ein Telefonbuch.

Die Reichweite beträgt in offenem Gelände bis 20 km, im Innern von Ortschaften oder in hügeligem Terrain noch gute 3 km.

Der Nickel-Cadmium Akkumulator liefert Strom für 110 Stunden reine Empfangszeit oder 25 Betriebsstunden mit 10% Sendezeit. Er kann leicht und beliebig oft aufgeladen werden.

SE 18 Kleinfunkgerät

Ausführungen mit 1...4 oder 1...6 Kanäien; eingerichtet für Wechselsprechen oder bedingtes Gegensprechen. Auf Wunsch Prospekte oder Vorführungen.

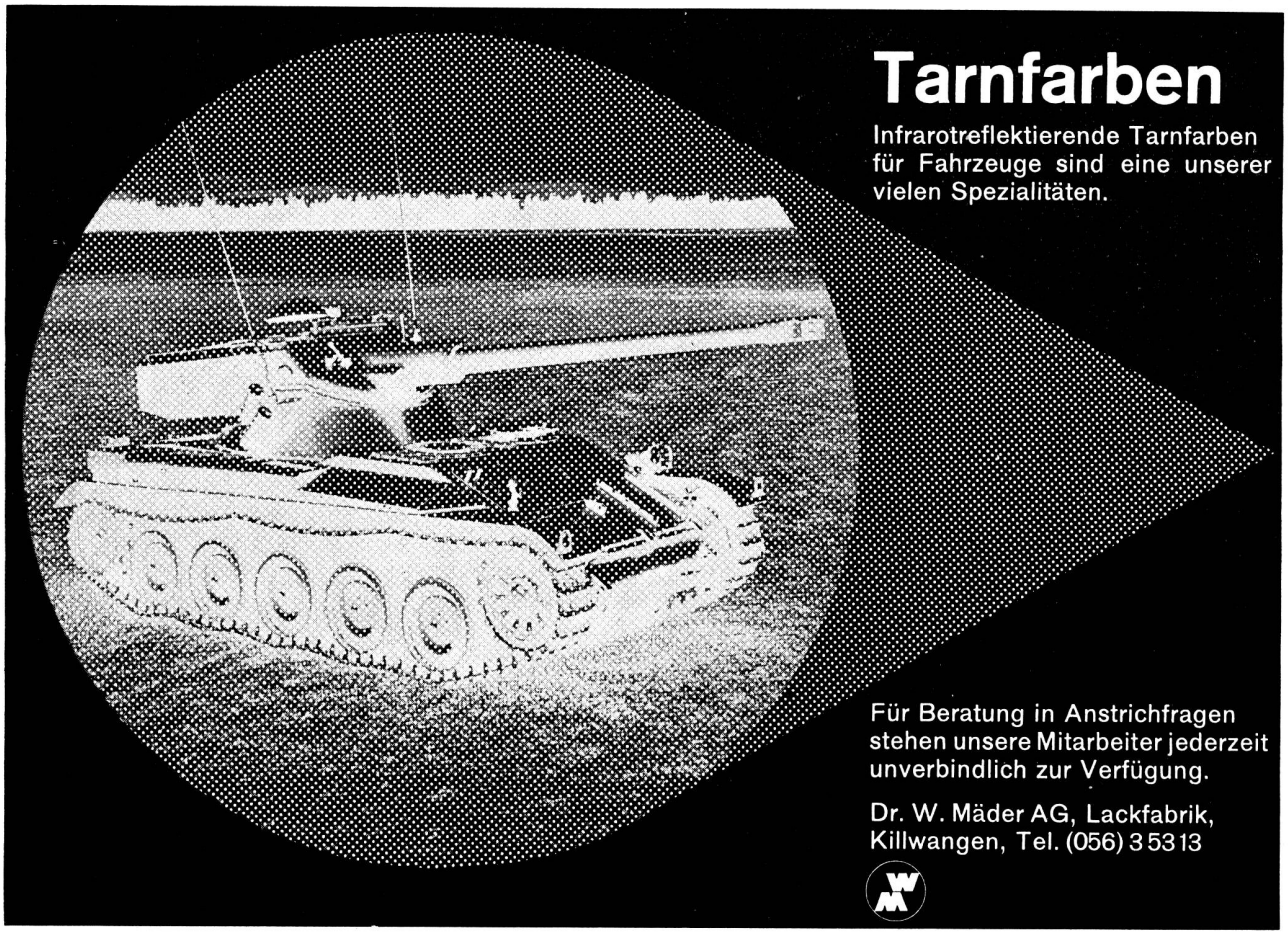
AUTOPHON

Zürich: Lerchenstrasse 18, Telefon 051/274455
Basel: Peter-Merian-Str. 54, Telefon 061/348585
Bern: Belpstrasse 14, Telefon 031/2 61 66
St. Gallen: Schützengasse 2, Telefon 071/233533
Fabrik in Solothurn

Batterien und Elemente

für militärische Zwecke

LECLANCHÉ S.A. YVERDON



Tarnfarben

Infrarotreflektierende Tarnfarben für Fahrzeuge sind eine unserer vielen Spezialitäten.

Für Beratung in Anstrichfragen stehen unsere Mitarbeiter jederzeit unverbindlich zur Verfügung.

Dr. W. Mäder AG, Lackfabrik, Killwangen, Tel. (056) 3 53 13

on doit pouvoir obtenir avec ces appareils de T.S.F. pendant la marche au moyen de courtes antennes à tubes ou d'antennes à rubans un rendement efficace, c'est-à-dire obtenir une portée suffisante. Là où les dimensions et le poids ne jouent pas un grand rôle, on peut utiliser des récepteurs qui, grâce à un amplificateur, sont capables de capter un message qui est hors de portée d'un appareil de campagne.

Le rayonnement d'un émetteur à ondes courtes

se propage de différentes manières. Une partie des ondes suit la configuration du sol et est affaiblie plus fortement que les ondes longues. Une autre partie de l'énergie de l'émetteur monte dans l'espace. Les principes de propagation de ces ondes sont différents de ceux des ondes de surface. Dans l'ionosphère, à env. 100 km d'altitude, se trouve une couche conductrice (couche de Heaviside) qui est soumise à des variations et à des modifications de densité constantes. Cette couche, faisant effet d'un miroir métallique, réfléchit une partie des ondes et les dirige, par ce moyen indirect, vers un émetteur très éloigné que les ondes de surface du même émetteur ne peuvent atteindre. Selon l'angle d'incidence des ondes frappant cette couche, les principes de réflexion sont différents. Donc une onde horizontale par rapport à l'émetteur est réfléchie à une distance beaucoup plus grande, et une onde se propageant verticalement dans l'atmosphère traverse la couche de Heaviside et n'est pas réfléchie. De ce fait une certaine région autour de l'émetteur se trouvant entre la plus grande portée des ondes de surface et la réflexion des ondes par l'ionosphère ne peut jamais être atteinte et est désignée zone de silence. La puissance de l'émetteur n'a pas une aussi grande influence sur les ondes d'espace que la longueur d'onde. L'armée emploie pour ses communications radio essentiellement l'onde de surface tout en sachant bien que l'ennemi peut capter ses messages au-delà de nos frontières grâce aux ondes réfléchies par le couche de Heaviside.

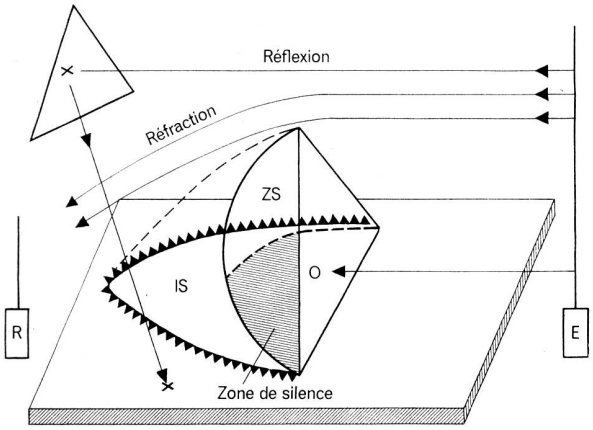


Fig. 1: Propagation

La figure 1 démontre le phénomène de la propagation des ondes et la formation d'une zone de silence. L'énergie émise par l'émetteur E frappe entre autre la paroi verticale d'une montagne 0 (obstacle). Derrière cette obstacle, se trouve une zone de silence (zone ZS). La réfraction des ondes émises par l'émetteur E n'est pas assez forte pour atteindre la zone ZS. Dans la zone attenante IS, la puissance augmente à partir de

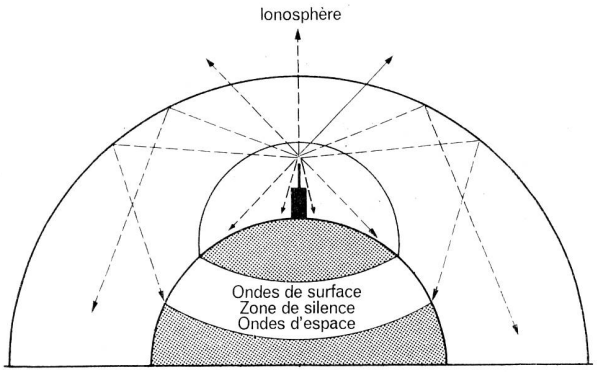


Fig. 2: Propagation

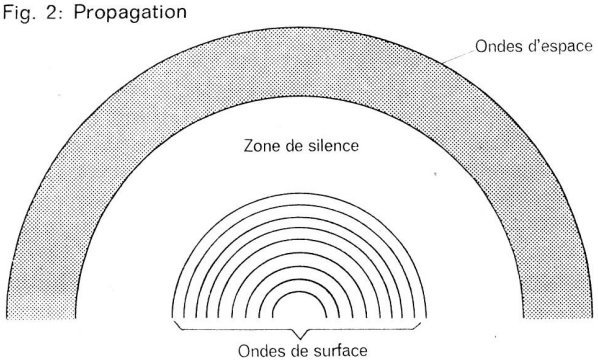


Fig. 3: Propagation

la zone de silence jusqu'au récepteur de zéro au maximum. Nous appellerons cette zone se trouvant directement après la zone de silence, zone d'intensité sonore affaiblie. Plus l'onde est courte, plus la dimension de ces zones (ZS, IS) augmente. Une partie de l'énergie émise par l'émetteur E frappe également l'obstacle voisin X et est réfléchie sur le point X selon le principe «angle d'incidence = angle de réflexion». Ainsi on pourra trouver dans la zone IS des points permettant une réception avec une intensité sonore maximale. Ces ondes réfléchies peuvent parfois aussi atteindre la zone de silence. Le télégraphiste fera bien de modifier sans cesse sa position pendant l'émission de l'émetteur E afin de trouver ces points de réflexions et de cette façon l'emplacement le plus favorable.

Les figures 2 et 3 exposent la propagation de l'énergie émise par l'émetteur dans l'espace et sa réflexion par la couche de Heaviside ainsi que dans la zone moins vaste des ondes de surface.

La diminution de l'effet (intensité du champ)

des ondes de surface avec leur éloignement de l'émetteur n'est pas due uniquement à l'emploi, mais principalement à une diminution de l'intensité causée par la propagation de l'énergie. A part cela, les ondes électromagnétiques subissent des pertes entre l'émetteur et le récepteur qui ont une plus grande influence sur la diminution de l'intensité que ne l'ont les lois de l'éloignement. Dans l'éther les ondes ne subissent que des pertes minimes (communications entre avion). Sur terre, par contre, où la configuration du terrain est la cause de difficultés pour établir une liaison radio directe, il ne faut pas seulement choisir des emplacements des stations ou des antennes avec vue directe, mais il faut aussi que les an-

tennes soient libres et surélevées, ce qui permettra d'obtenir une portée extrêmement grande. Les ondes électromagnétiques doivent se propager de l'émetteur au récepteur à proximité du sol et celui-ci est la cause des pertes les plus grandes. Même les lacs ou un sol devenu bon conducteur grâce à une grande humidité sont loin de posséder la conductibilité d'un métal. Faisons une comparaison. Celui qui veut surveiller une surface d'eau (lac/rivière) avec un appareil d'observation à rayons infra-rouges ne devra pas choisir un emplacement surélevé pour illuminer la surface d'eau au moyen de son projecteur infra-rouge. L'absorption des rayons infra-rouges par l'eau est tellement grande que le succès de l'observation sera minime ou réduit à néant. L'observateur devra plutôt diriger les rayons de son projecteur infra-rouge parallèlement à la surface d'eau afin de distinguer nettement et à une distance suffisante les objets se trouvant sur l'eau. De même le télégraphiste devra choisir un emplacement surélevé pour établir une liaison avec une station se trouvant sur l'autre rive afin de parer à une absorption des ondes par l'eau du lac. Si la configuration du sol joue un grand rôle dans les pertes subies par les ondes électromagnétiques dans leur propagation, le recouvrement du sol est aussi un facteur influent. En supposant que le terrain entre l'émetteur et le récepteur est recouvert d'arbres, chaque arbre fera fonction d'une antenne qui vibrera sous l'influence de l'énergie d'une onde d'une longueur d'environ quatre fois sa hauteur. Chaque corps qui vibre capte une partie d'autant plus grande de l'énergie se propageant dans l'espace que la proportion: longueur de l'arbre fois 4 = longueur d'onde est rapprochée. Ainsi les arbres de 10 m de hauteur sont les plus grands parasites pour les énergies utilisant une onde porteuse de 40 m, les taillis de 2,5 m pour les ondes porteuses de 10 m et les haies et les bosquets de 1 m pour les ondes porteuses de 4 m. Les antennes seront donc si possible disposées au-dessus des arbres ou dans des grandes clairières. Les mats pour courant à haute tension, les constructions métalliques, etc. produisent le même effet. Il est donc facile de constater, d'après les comparaisons que nous venons de faire, que les ondes longues ne subissent pas des pertes aussi grandes par le recouvrement du sol que les ondes courtes et ultra-courtes.

Les phénomènes de réflexion des ondes de surface

apparaissent avant tout en montagne. Dans ce terrain, grâce à ces phénomènes de réflexion et de diffractions multiples des ondes électromagnétiques en résultant, l'énergie est dirigée indirectement vers l'antenne de réception à travers les vallées, les gorges profondes, par dessus les crêtes de montagnes abruptes qui font souvent effet d'émetteur secondaire.
Ces phénomènes de réflexion permettent d'établir avec les ondes ultra-courtes un très grand nombre de liaisons parfois surprenantes. Un objet quelconque, un toit, un mat de courant à haute tension, un poteau indicateur, etc., peut faire effet de **réflecteur** mais aussi, pour un autre emplacement, d'obstacle. Un déplacement de quelques mètres seulement permet parfois de neutraliser cet effet. Le montage de l'antenne ultra-courte directement au-dessus du sol est une solution de secours. Il faut rechercher de plus en plus des élévations de terrain. Souvent il suffit d'élever la station ou l'antenne d'un mètre au-dessus du sol pour obtenir une meilleure intensité sonore. Une liaison radio, basée en permanence sur les réflexions des ondes de surface, est très incertaine, car l'objet réflecteur peut subitement, sous l'effet de variations atmosphériques, absorber les ondes et la liaison est interrompue.
Au cours de cet exposé sur le phénomènes de propagation des ondes courtes, nous avons déja examiné trois notions, c'est-à-dire la réfraction, l'absorption et la réflexion. A côté de ces trois phénomènes généralement connus il en existe un quatrième très peu discuté, l'interférence. Par la réflexion des ondes, il arrive qu'une antenne receptrice reçoive l'énergie d'un émetteur de deux ou plusieurs directions. Ces mêmes signaux arrivant ensemble peuvent s'affaiblir, s'amplifier ou se neutraliser complètement. L'énergie propagée par la station émettrice frappe l'antenne réceptrice directement, par simple réflexion et par réflexion multiple. Dans ce cas également, un changement de l'emplacement supprimera cet effet perturbateur.

L'effet masque

Aux côtés de l'interférence, on rencontre encore un autre phénomène de perturbation qui est efficace sur les appareils à contrôle d'onde à quartz et à modulation de fréquence. Ce phénomène est dénommé «effet masque». Pour une meilleure compréhension de cet effet masque (fig. 4), nous vous donnons l'exemple suivant:
Votre récepteur n'est atteint que par le signal de l'émetteur ami; pendant l'émission, un deuxième émetteur d'une plus forte intensité entre en action et masque les premiers signaux, et vous n'entendez que le second émetteur. Si à cet instant un

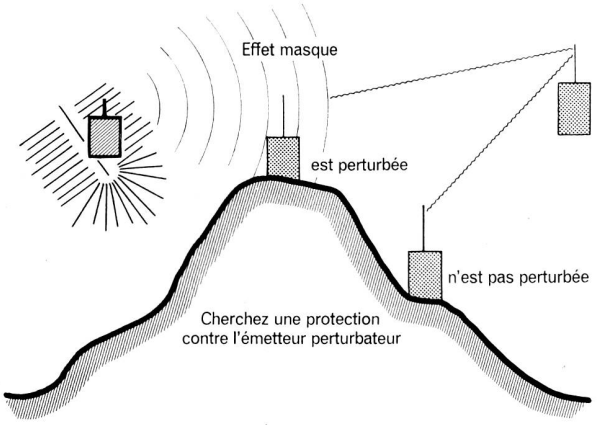


Fig. 4: Emetteur perturbateur ennemi

troisième émetteur d'une intensité supérieure commence ses émissions, il masquera les signaux des deux premiers. Il est possible que les transmissions du premier émetteur soient en français, celles du deuxième en anglais et celles du troisième en russe. Si les émissions en anglais et en russe se terminent en même temps, vous entendrez tout à coup les signaux de votre émetteur, mais le texte transmis contiendra des lacunes. Afin que la liaison ne soit pas sans cesse masquer par d'autres émetteurs de plus grande puissance, il faudra déplacer votre station autour d'une colline et choisir un emplacement où les ondes des autres stations n'atteignent votre antenne qu'avec une intensité amoindrie ou pas du tout.
L'effet masque est une nouvelle maladie des liaisons radio qui doit être prise en considération et neutralisée. La bande

de fréquence étant actuellement surchargée, le changement de fréquence n'aura pas un plus grand succès. Afin de supprimer cet effet masque, le choix d'un emplacement bien étudié est déjà nécessaire là où les émissions n'ont pas encore commencé, mais où le récepteur est enclenché.
Si tous les phénomènes que nous venons d'examiner influencent très fortement le choix de l'emplacement de stations, il faut également tenir compte qu'un emplacement libre et surélevé permettant une liaison optique ne peut pas être occupé en même temps qu'un emplacement à couvert. Et, en plus, la station radio devrait se trouver à l'emplacement du PC.

Dans ces conditions, il faut énormément d'exercice et surtout beaucoup d'expérience pour choisir l'emplacement le meilleur.

L'importance de l'emplacement approprié des stations et des antennes ne peut guère être surestimé. Si ces faits ne sont pas admis par le commandant et le soldat télégraphiste ou si les phénomènes examinés ne sont pas assez connus du personnel de transmission, le bon fonctionnement de la liaison radio sera constamment mis en question.

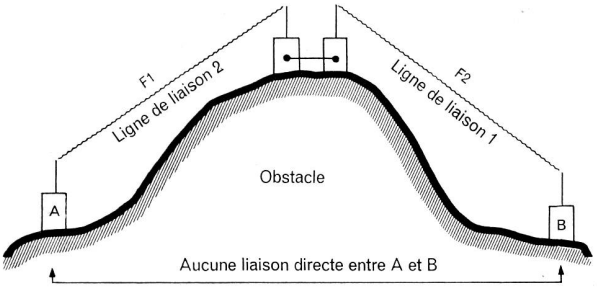


Fig. 6: Service de relais

Le choix de l'emplacement des stations est encore plus important pour le réseau de commandement que pour les liaisons d'un point à un autre. Le réseau de commandement comprend des stations qui se déplacent avec le commandant dans son secteur et dont la disposition entre elles est continuellement modifiée. Les officiers de transmission examineront à temps les possibilités de liaison et feront le nécessaire afin que les liaisons radio ne soient pas seulement possible entre les PC fixes et les PC de campagne, mais avant tout lorsque le commandant se déplace à l'extémité de son secteur. La mise en action de stations de relais ou de transit pour les cas dans lesquels la liaison prévue n'est pas possible ou du moins semble difficile est un des premiers principes des officiers de transmission (fig. 5).
Le déploiement d'un réseau de transmission, le service et l'entretien du méchanisme de commandement, le choix approprié des installations techniques de transmission, la mise en service à temps des moyens de transmission appropriés, exigent une connaissance précoce des besoins du commandant, et cette tâche ne sera remise qu'à un organe qui connaît à fond les intentions tactiques et qui a bien en main les moyens de transmission. Ce qui importe c'est d'adaptation continuelle des moyens de transmission au développement de la situation, une bonne conception du déroulement des opérations afin d'assurer aux commandants la transmission de leurs ordres.

Adj. Gasser

Mechanische Filter für elektrische Schwingungen

Viele elektrische Geräte enthalten als unerlässliche Bauelemente einen oder mehrere Schwingkreise. Ob es gilt, eine beliebige Frequenz zu erzeugen, selektiv zu verstärken, aus einem Frequenzgemisch herauszusieben, zu vervielfachen oder zu teilen — fast immer sind Schwingkreise als frequenzbestimmende Glieder daran beteiligt.
Elektrische Schwingkreise bestehen vorwiegend aus einer Spule mit der Induktivität L und einem Kondensator mit der Kapazität C. Die Grösse von L und C ist für die Resonanzfrequenz des Schwingkreises massgebend. Fig. 1a veranschaulicht die ideale Charakteristik von Schwingkreisen; danach wird ein in der Breite begrenzt wählbares Frequenzband nahezu verlustlos aus dem gesamten Frequenzspektrum herausgetrennt, während die Dämpfung für alle Frequenzen ausserhalb dieses Bandes sehr hoch ist. Selbst mit den besten verfügbaren Bauelementen kann man jedoch nur eine Dämpfungskurve realisieren, die etwa Fig. 1b entspricht. Da die «Güte» eines solchen Schwingkreises demnach zu niedrig liegt, um eng benachbarte Frequenzbänder sauber zu trennen, benutzt man in vielen Geräten mehrere, auf verschiedene Stufen verteilte Kreise. Durch Summieren der Siebwirkung aller Einzelkreise entsteht dann eine Kurve, die sich dem idealen Verlauf besser annähert (Fig. 1c). Zur Erfüllung extremer Forderungen, wie sie u. a. in der Trägerfrequenztechnik hinsichtlich grosser Flankensteilheit und minimaler bzw. maximaler Dämpfungswerte im Durchlass- und Sperrbereich vorliegen, werden Filter aus einer Vielfalt von Serien- und Parallel-Schwingkreisen zusammengesetzt.
Schon lange ist bekannt, dass mechanische Schwingkörper eine 10- bis 100fach höhere Güte besitzen als der beste L/C-Kreis. Mechanische Resonatoren setzen aber das Umwandeln der elektrischen in mechanische Schwingungen und umgekehrt voraus. Da der piezoelektrische Effekt diese Umwandlung auf einfache Weise erlaubt, waren es folgerichtig Kristalle, vorzugsweise Quarze, die zuerst als mechanische Resonatoren Eingang in die Filtertechnik fanden. Das an den Quarz angelegte elektrische Signal bewirkt unmittelbar eine Längen- oder Dickenänderung, die ihrerseits wieder elektrische Potentiale an den Quarz-Aussenflächen auftreten lässt. Zwar ist es grundsätzlich möglich, auch nichtkristalline mechanische Resonatoren durch piezoelektrische oder elektrodynamische (Lautsprecherprinzip!) Wandler zum Schwingen

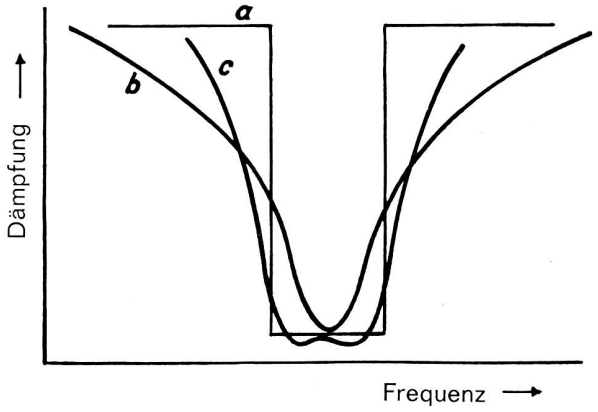


Fig. 1. Dämpfungskurven (a) eines idealen Filters, (b) eines üblichen Schwingkreises und (c) einer Schwingkreiskombination.