Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 37 (1964)

Heft: 1

Artikel: Überreichweitensystem Janet

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-560042

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: 05.12.2025

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

621.391.812.624

Überreichweitensystem Janet

Seit der Einführung des UKW-Rundfunkbereichs und des Fernsehens ist allgemein bekannt, dass sich Ultrakurzwellen geradlinig ausbreiten und nur wenig über den optischen Sehbereich der Sendeantenne hinaus empfangen werden können. Es gibt in der Atmosphäre auch keine Schicht, die Ultrakurzwellen reflektiert und ihnen — ähnlich wie den Kurzwellen — ein Umrunden der Erde ermöglicht. Bei der üblichen Sendeantennenhöhe hat der «Funkhorizont» von UKW-Sendern im Schnitt einen Radius von 50 km. Aus diesem Grund kann man auch mehrere UKW-Sender auf der gleichen Frequenz betreiben, wenn sie nur ausreichend weit voneinander entfernt sind.

Streustrahlung erlaubt Überhorizontreichweiten

Zuweilen wurde jedoch über sporadisch einsetzenden UKW-Weitempfang berichtet. Heute weiss man, dass sich in der Atmosphäre Schichtungen bilden können, die UKW-Signale wie in einem Hohlleiter über grosse Entfernungen führen. Technisch nutzen liessen sich diese «ducts» nicht, weil sie zu selten und nicht im voraus berechenbar auftreten. Man entdeckte aber, dass die stets vorhandenen Inhomogenitäten der Atmosphäre winzige Teile der ausgestrahlten Sendeenergie zerstreuen (englisch = to scatter) und somit hinter den Funkhorizont lenken. Bei hoher Sendeleistung, äusserst empfindlicher und rauscharmer Empfangsapparatur sowie scharfer Strahlbündelung am Sende- und Empfangsort gelang es, mit Hilfe dieser Streustrahlung gute Überhorizontverbindungen herzustellen.

Wenn das von der Sende- und der Empfangsantenne gemeinsam anvisierte Streufeld niedriger als 10 km über der Erdoberfläche liegt, spricht man von troposphärischer Streustrahlung. Mit ihr lassen sich 400—500 km überbrücken und breitbandige Verbindungen einrichten, die bei Frequenz- und Raumdiversity (Mehrfachempfang) Ausfallzeiten von $< 0{,}01\ \%$ aufweisen, also hinreichende Sicherheit bieten. Höhere Streufelder (z. B. 100 km) ermöglichen Verbindungen bis zu 2000 km Länge, doch beeinträchtigen Mehrwegeausbreitungen diese ionosphärische Streustrahlung, weshalb nur geringe Bandbreiten (im Extremfall kaum 2 kHz) realisierbar sind.

Troposphärische Überhorizont- oder Scatterlinien wurden überall dort in Betrieb genommen, wo der Einsatz anderer Nachrichtenmittel (Kabel, Richtfunkstrecken usw.) unwirtschaftlich oder aus geographischen Gründen unmöglich ist, beispielsweise zwischen Minorca und Sardinien, zwischen Kuba und den USA (heute wahrscheinlich abgeschaltet), zwischen Kanada und Grönland, zwischen Berlin und dem Bundesgebiet. Sie verlangen einen grossen Aufwand, der sich bereits äusserlich in den zwei riesigen Parabolspiegeln jeder Station ausdrückt. Die stattliche Geräteausrüstung der Stationen besteht aus zwei Sendern hoher Leistung, aus vier hochwertigen Empfängern mit parametrischen oder Maser-Eingangsstufen sowie aus der elektronischen Steuerung, die aus den vier Empfangssignalen das jeweils beste auswählt. Hinzu kommen noch entsprechend dimensionierte Stromversorgungen mit Notstromaggregaten.

Meteoritische Ionenspuren

Während der messtechnischen Überwachung derartiger Streustrahlverbindungen verzeichneten die Messgeräte in unregelmässigen, aber sehr kurzen Abständen aussergewöhnliche Steigerungen der Empfangsfeldstärke, teilweise bis zu mehr als 100facher Höhe des Normalwerts. Als Ursache ermittelte man die Ionenspuren von Meteoriten. Das gab den Anlass, die zeitliche Verteilung der in die Lufthülle eindringenden Meteoriten zu untersuchen. Es zeigte sich, dass die Erde täglich etwa 10^{10} (zehn Milliarden) Staubteilchen mit einem Gesamtgewicht von rund 1 t einfängt, die in 80—120 km Höhe verdampfen. Nur wenige Teilchen sind gross genug, um — am nächtlichen Himmel — sichtbar zu verglühen und als Sternschnuppen in Erscheinung zu treten. Auch die kleinen bis winzigen Staubteilchen erzeugen auf ihrem Weg durch die sehr dünnen äusseren Luftschichten kilometerlange Ionenspuren mit einer Dichte von 10^{10}—10^{16} Elektronen/m und einem Durchmesser von $< 0{,}1$ m. Da die Ionenspuren sich ausdehnen und auch sofort Rekombinationen einsetzen, nimmt die Elektronendichte schnell ab. Als guter Reflektor für Ultrakurzwellen wirken diese Spuren deshalb nur für die Dauer von 0,1—1 s (im Mittel 0,2 s). Besonders günstige Spuren stammen von Staubteilchen, deren Gewicht etwa 10^{-4} g (0,1 mg) beträgt. Die Anzahl der einfallenden Meteoriten schwankt mit der Tages- und Jahreszeit sowie abhängig davon, ab das Sonnensystem und mit ihm die Erde vielleicht kosmische Staubwolken passiert, wobei es zu Meteoritenschauern kommen kann. Insgesamt kann man damit rechnen, dass gute Reflexionsverhältnisse alle paar Sekunden je 0,2 s lang zur Verfügung stehen.

Nachrichtenfluss mit höherer Geschwindigkeit

Aus allem ergab sich, dass meteorische Streustrahlverbindungen ein intermittierendes Übertragungssystem voraussetzen. Die dem Sender mit normaler Geschwindigkeit zugeführten Nachrichten mussten zunächst gespeichert und während des Vorhandenseins einer Meteoriten-Ionenspur stossartig, also mit wesentlich höherer Geschwindigkeit, ausgesandt werden. Den empfangsseitigen Speichern kam somit die Aufgabe zu, den Nachrichtenstoss (burst) aufzunehmen und anschliessend mit normaler Geschwindigkeit abzugeben. Speicheraggregate mit unterschiedlichen Einspeicher- und Ausspeichergeschwindigkeiten sind deshalb kennzeichnend für Anlagen, welche die meteorische Streustrahlung ausnutzen. Die ersten Versuchsstrecken entstanden in Kanada und den USA. Sie bewährten sich und wurden zu Dauereinrichtungen. Da sie in beiden Richtungen gleichzeitig übertragen, erhielten sie den Namen «Janet», abgeleitet vom römischen Gott Janus, der gleichzeitig in entgegengesetzte Richtungen blicken konnte.

Eine Janet-Strecke ist in Abb. 1 schematisch dargestellt. Über normale Nachrichtenwege fliessen den langsam aufnehmenden Sendespeichern die zu übertragenden Nachrichten zu. Die

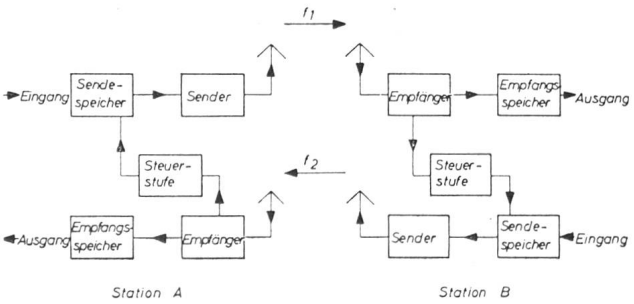

Abb. 1. Blockschaltung einer Janet-Anlage für meteoritische Streustrahlverbindung

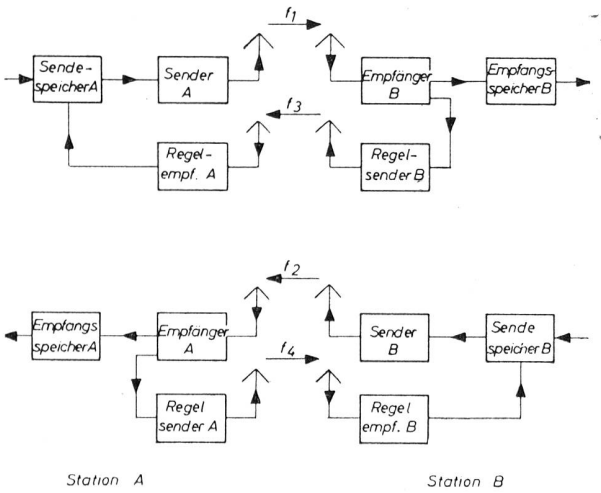

Abb. 2. Modifizierte Janet-Anlage, bei der die beiden Übertragungsrichtungen voneinander unabhängig sind

Sender strahlen dauernd einen unmodulierten Träger im Bereich 30—100 MHz aus; zwischen den Trägern beider Richtungen besteht ein Frequenzabstand von etwa 1 MHz. Sobald sich eine geeignete Meteorspur bildet und die Empfangsfeldstärke einen Schwellenwert überschreitet, löst die Steuerstufe in jeder Station den Sendespeicher aus, der seinen Inhalt darauf mit erhöhter Geschwindigkeit an den Sender zur Modulation des Trägers abgibt. Die Steuerstufen überwachen ständig den Empfangspegel, um die Sendespeicher sofort abzuschalten, wenn ein Pegel unter die Schwelle sinkt. Es ist leicht einzusehen, dass die Einspeicher- zur Ausspeichergeschwindigkeit im selben Verhältnis stehen muss, wie die durchschnittliche Übertragungs- zur Unterbrechungszeit, wenn die zugeführten Nachrichten ohne wesentlichen Stau abfliessen sollen. Je nach den für eine Strecke gültigen Daten rechnet man für den Geschwindigkeitsunterschied des Speichers mit dem Faktor 3—50.

Da die Schwelle sich auf den Abstand des Nutz- vom Störsignal bezieht, die beiden Empfangsantennen aber infolge ihrer Ausrichtung aus fast konträre Himmelsgegenden oft sehr unterschiedliche Rauschspannungen aufnehmen, ist es zweckmässig, die Übertragungseinrichtungen voneinander unabhängig zu machen. Eine derartige Anlage gibt Abb. 2 wieder. Die Stationen verfügen über je zwei Sender und zwei Empfänger, von denen je einer nur der Überwachung dient. Der Regelempfänger ist sehr schmalbandig ausgelegt und darum rauschunempfindlich. Wenn beispielsweise die Eingangsspannung des Empfängers B den Schwellenwert überschreitet, dann moduliert der Regelsender B den Träger f_2 mit einer Tonfrequenz. Der Regelempfänger A wertet dieses Signal aus und lässt den Sendespeicher A laufen, bis das Tonfrequenzsignal abbricht. Ob während dieser Zeit auch eine Nachrichtenübertragung von B nach A stattfindet, hängt allein davon ab, ob der Empfänger A eine über dem Schwellenwert liegende Eingangsspannung erhält. Da diese Anlage jede Reflexion ausnutzt, selbst wenn sie nur einseitig günstige Ergebnisse zeitigt, gewinnt sie an Übertragungskapazität.

Bandbreitengrenze noch nicht erreicht

Über meteorische Streustrahlverbindungen hat man Fernschreiben mit 3 kHz (normalerweise 120 Hz), Schnelltelegraphie mit 6,4 kHz, Telephonie mit 15 kHz, Prüfzeichen mit 50 kHz und Bildtelegraphie mit 106 kHz Bandbreite einwandfrei übertragen, wobei sich eine obere Bandbreitengrenze noch nicht abzeichnete. Wenn bei Telephonieübertragung zwischen den einzelnen Sendestössen Lücken von maximal 50 ms Länge auftreten, so leidet darunter noch nicht die Verständlichkeit. Bei Fernschreibübertragungen dagegen dürfen weder Lücken von mehr als 2 ms auftreten, noch die jeweils aus fünf Schritten zusammengesetzten Fernschreibzeichen unvollständig bleiben. Für Janet-Fernschreiblinien sind deshalb besondere Regeleinrichtungen vorgesehen, die sicherstellen, dass die Übertragung beim nächsten Sendestoss genau da beginnt, wo sie beim letzten Stoss aussetzte.

Um die kurzen Übertragungszeiten von durchschnittlich 0,2 s ungeschmälert ausnutzen zu können, müssen an die Speicher und an die Regeleinrichtungen hohe Anforderungen gestellt werden. Im Idealfall sollten die Speicher weder eine Anlauf-

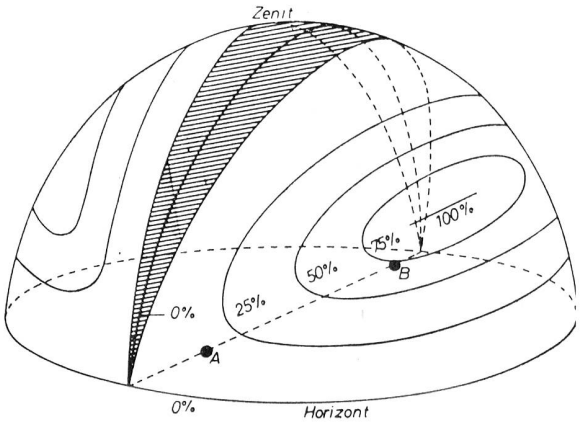

Abb. 3. Räumliche Verteilung günstiger Meteor-Ionenspuren am Himmelsgewölbe, bezogen auf die Stationen A und B

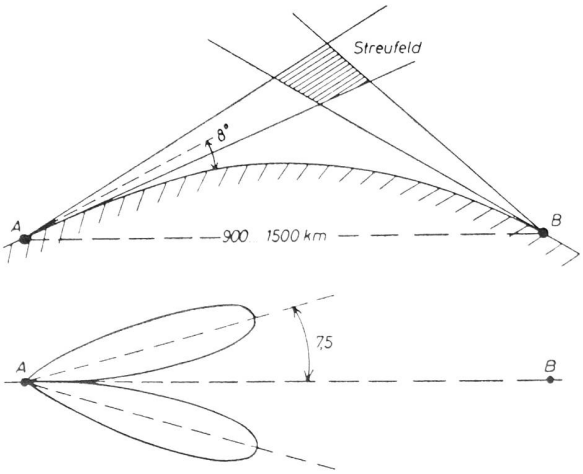

Abb. 4. Richtcharakteristik der Sende- und Empfangsantennen

noch eine Auslaufzeit verlangen, sondern beim Einschalten ohne Verzug mit der hohen Laufgeschwindigkeit einsetzen und beim Abschalten unmittelbar stoppen. Mechanische Geräte (Lochstreifensender, Magnetbandspeicher usw.) lassen das nicht zu; nur elektronische Verfahren (Ferritkernmatrizen, Dünnschichtspeicher usw.) erfüllen diese Bedingungen, sind aber bei grösserer Kapazität sehr teuer und erlauben lediglich bei nochmals höherm Aufwand ein gleichzeitiges Ein- und Auslesen. Welche Speicher den besten Kompromiss ergeben, wird sich erst im Verlauf von Untersuchungen bei der Entwicklung spezieller Anlagen für meteorische Streustrahlverbindungen erweisen. Die Regeleinrichtungen arbeiten selbstverständlich elektronisch; sie sind auf höchste Geschwindigkeit gezüchtet, damit von der kostbaren Übertragungszeit nichts verlorengeht.

Theoretische Entfernung: 2400 km

Die ersten Janet-Strecken in Kanada (Port Arthur—Toronto; Port Arthur—Ottawa; Ottawa—Halifax) und in den USA (Bozeman, Montana—Palo Alto, Kalifornien; Cedar Rapids, Iowa—Sterling, Virginia; Havanna, Illinois—Riverhead, New York) überbrücken Entfernungen von 900—1500 km, doch liegt die theoretische Grenze bei 2400 km. Empfangs- und sendeseitig genügten meist drei bis vier einfache Yagiantennen mit fünf Elementen; sie entsprechen in Grösse und Aussehen den für UKW-Rundfunkempfang benutzten Dipolantennen auf den Hausdächern. Da die günstigsten Ionenspuren nicht auf dem Grosskreis zwischen Empfangs- und Sendeort, sondern seitlich davon auftreten (Abb. 3), ist ihre Richtcharakteristik so eingestellt, dass sie in der horizontalen Ebene aus zwei um 7,5° gegen den Grosskreis geneigten Keulen besteht, die einen Erhebungswinkel von 8° gegen die Erdoberfläche aufweisen (Abb. 4). Aus dem Bild geht auch hervor, wie gering die Strahlbündelung im Vergleich zu der für Parabolspiegel von troposphärischen Streustrahlverbindungen typischen Halbwertsbreite von 2° ist.

Nicht nur der Antennen-, sondern auch der Geräteaufwand bleibt gering. Janet-Anlagen arbeiten mit Sendern von 0,5—1 kW Ausgangsleistung, also mit etwa dem hundertsten Teil der Leistung von Sendern für troposphärische Streustrahlverbindungen. Da nur sehr starke Nordlichter die Übertragung stören und Schwunderscheinungen nicht vorkommen, kann man auf Mehrfachempfang (diversity) verzichten, so dass ein Betriebsempfänger je Station ausreicht. Dieser minimale Aufwand gestattet es, Janet-Stationen transportabel auszuführen oder sogar in Flugzeuge einzubauen und auf diese Weise meteorische Streustrahl-Boden/Bord-Verbindungen herzustellen. Von Vorteil ist auch, dass die Sendungen nur in der weiteren Umgebung des Zielgebietes empfangen werden können, was ein unberechtigtes Abhören sehr erschwert.

Auf den zunächst als Störfaktoren empfundenen Ionenspuren von Meteoriten baute man ein neuartiges Übertragungssystem auf, das gegenüber anderen Systemen manche Vorzüge besitzt, wenn die intermittierende Arbeitsweise tragbar oder nicht hinderlich ist. Das mag als Beispiel dafür gelten, wie sich zuweilen auch in der Technik aus der «Not» eine «Tugend» machen lässt. at

Die Heliumzone in der Atmosphäre schrumpft

Neue Rätsel gibt der Wissenschaft die Heliumzone in der Erdatmosphäre auf, die in der oberen Ionosphäre die von 200 bis etwa 1000 km Höhe reichende Sauerstoffschicht überlagert und sie von der aus Wasserstoff bestehenden Aussenzone trennt. Der belgische Forscher Dr. Marcel Nicolett, dem vor zwei Jahren die Entdeckung gelang, gab die Ausdehnung der Zone mit 1500 km an. Wissenschafter der US-Luftstreitkräfte zogen die Entdeckung allerdings vorerst in Zweifel, weil die Ergebnisse mit Messungen mit einer bei Nacht gestarteten Höhensonde keinen Hinweis auf ein Vorhandensein des Heliumgürtels deuteten. Da gelang aber einem Forschungsteam des Instituts Goddard Space Flight Center und der Universität Kalifornien die gleiche Entdeckung wie dem Belgier Dr. Nicolet. Messdaten und deren Auswertung des Satelliten Explorer VIII und einiger zu verschiedenen Tageszeiten gestarteter Höhensonden hatten die Grundlagen dazu geliefert. Die genaue Kenntnis der Breite des Heliumgürtels ist für die Nachrichtentechnik sehr wichtig, denn mit seiner Ausdehnung ändert sich auch die Zahl der ionisierten Moleküle und Atome und damit die Dichte der elektrisch leitenden Schichten in der Ionospäre. Je mehr die Heliumschicht schrumpft, desto geringer ist allgemein die Anzahl der Elektronen, weil diese durch die Ionenarten, das heisst die mit positiver Elektrizität geladenen Restpartikel von Wasserstoff, Helium, Sauerstoff und Stickstoff bestimmt wird. Die freien Elektronen bilden die Reflexionsschichten für Funksignale im Nachrichtenverkehr um die Erde. Die Dichte der Elektronen in den einzelnen Schichten aber ist massgebend dafür, welche Frequenzen zu benutzen sind, um die besten Bedingungen für die Nachrichtenübermittlung zu gewährleisten. Nach Ansicht der amerikanischen Forscher ist damit zu rechnen, dass die Heliumschicht in den nächsten zwei Jahren weiter schrumpft und 1964 auch bei Tage eine Ausdehnung von nicht einmal 200 km erreicht. Die Schuld zu diesem Schwund wird dem starken Einfluss der Sonnenaktivität zugeschrieben. Auch variiere die Höhe der Schicht stark mit der Temperatur. Erst 1971, im Jahr des nächsten Sonnenfleckenmaximums und damit des Höhepunktes im 11-Jahres-Zyklus werde die Heliumzone wieder auf 2000 km angewachsen sein. In den kommenden Jahren rechnet man damit, dass für die Erforschung die herkömmlichen Instrumente nicht ausreichen und dass der Einsatz von empfindlichen Spezialgeräten unumgänglich sei.

Literatur:

Forsyth, P. A., Vogan, E. L., Hansen, D. R., und Hines, C. O.: The principles of Janet — a meteor-burst communication system. Proc. IRE 45 (1957), S. 1642—1657.

Bliss, B. M., Wagner, R. J., und Wickizer, G. S.: Experimental facsimile communication utilizing intermittent meteor ionization. Proc. IRE 45 (1957), S. 1734—1735.

Davis, G. W. L., Gladys, S. J., Lang, G. R., Luke, L. M., und Taylor, M. K.: The Canadian Janet system. Proc. IRE 45 (1957), S. 1666—1678.

Montgomery, G. F., und Sugar, G. R.: The utility of meteor bursts for intermittent radio communication. Proc. IRE 45 (1957), S. 1684—1693.

Grosskopf, J.: Meterwellen-Ausbreitung durch meteorische Ionisation. Nachrichtenchn. Z. 11 (1958), H. 9, S. 455—460.

Roessler, E.: Verfahren und Anlagen für meteorische Streuübertragung. Nachrichtentechn. Z. 11 (1958), H. 10, S. 497—503.

Roessler, E.: Janet, Übertragung mit meteorischer Streuung. Elektron. Rdsch. 12 (1958), H. 12, S. 426—432.