Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 44 (1971)

Heft: 10

Rubrik: Frequenzprognose

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: 08.07.2025

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

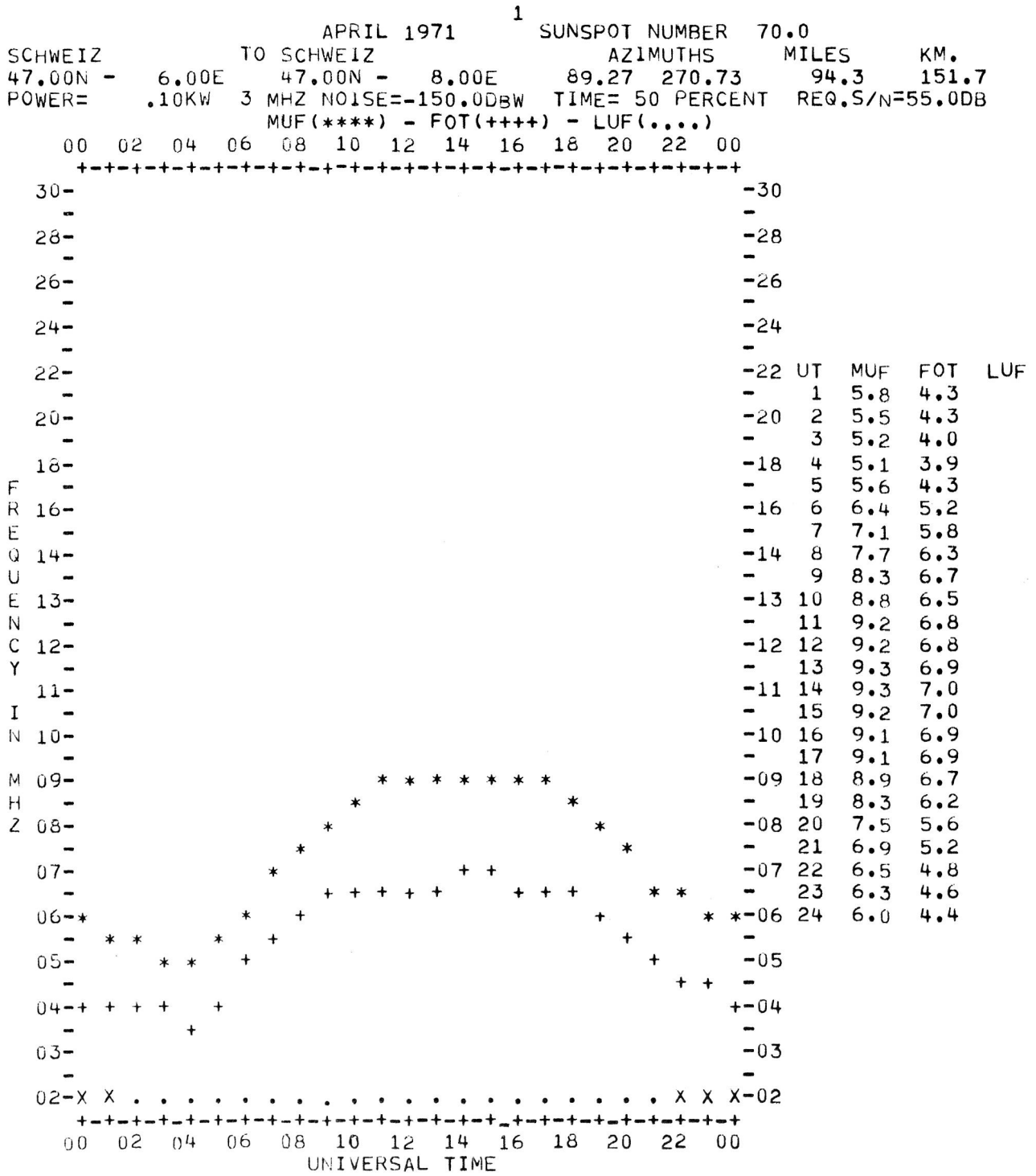
Frequenzprognose

Der Kurzwellenbereich von 2 ... 30 MHz ist ein Bereich, in dem sich praktisch alle weltweiten Funkverbindungen abwickeln und der auch auf militärischem Gebiet für Kommandoverbindungen auf oberer Stufe benutzt wird mit den Funkstationen SE-222 und SE-415. Den Grund setzen wir als bekannt voraus. Er ist der einzige Bereich, in dem Funkverbindungen ohne Relaisstationen – dazu gehören auch Satelliten – also mit relativ geringem Aufwand, über mittlere bis sehr grosse Distanzen betrieben werden können.

Ebenso bekannt sind die Schwierigkeiten, die bei der Benützung dieses Bereichs auftreten. Eine ehemalige feste Frequenzzuteilung für eine Verbindung ist nicht möglich, da die Frequenzwahl im wesentlichen bestimmend ist für das Zustandekommen der Verbindung. Eben diese Frequenzwahl ist von sehr vielen Parametern abhängig, die praktisch alle variablen Charakter haben.

Zum besseren Verständnis streifen wir kurz den Ausbreitungsmechanismus elektromagnetischer Wellen in diesem Frequenzbereich. Ein Sender strahlt, abgesehen von der Antennencharakteristik, die Wellen gleichmässig in alle Richtungen ab. Die direkte Welle (auch Bodenwelle genannt) wird durch Geländehindernisse und mit zunehmender Distanz so abgeschwächt, dass sie den Empfangsort nicht mehr erreicht. Die über den Horizont abgestrahlten Wellen, die Raumwellen, werden in den Schichten der Ionosphäre reflektiert und erreichen einen entfernten Empfänger je nach Lage des Reflexionspunktes in unterschiedlicher Distanz zum Sender.

Das Prinzip ist sehr einfach und einleuchtend. In Wirklichkeit können jedoch besonders bei grösseren Distanzen meh-



rere Reflexionen zwischen Ionosphäre und Erde stattfinden. Zudem variiert nun die Zusammensetzung der Ionosphäre örtlich und zeitlich, so dass sich auch dauernd Änderungen der Reflexionsbedingungen ergeben. In der Praxis wirkt sich das so aus, dass oberhalb einer bestimmten Frequenz keine Reflexion mehr stattfindet und unterhalb einer bestimmten Frequenz die Absorption so gross wird, dass dadurch keine Verbindung mehr zustande kommt.

Die beiden kritischen Frequenzen werden als MUF und als LUF bezeichnet. Wählt man eine Frequenz zwischen diesen beiden Limiten, so ist eine Funkverbindung möglich. Ziel der Frequenzprognose ist es nun, eine Vorhersage über diese kritischen Frequenzen zu erarbeiten. Die Hauptprobleme der Frequenzprognose liegen einerseits in der möglichst genauen Kenntnis der Zusammensetzung der Ionosphäre und andererseits in der Wahl des Ausbreitungsmodus zur Bestimmung der Reflexionspunkte. Dank dem weltweiten Interesse für Funkverbindungen im Kurzwellenbereich haben es sich grosse Organisationen zur Aufgabe gemacht, durch Beobachtung, Registrierung und statistische Auswertung brauchbares Datenmaterial über die Ionosphäre zu sammeln.

Speziell in den Vereinigten Staaten hat man sich intensiv mit diesen Problemen beschäftigt und auch gangbare Methoden zur Bereichnung der MUF gefunden. So werden seit vielen Jahren die Unterlagen der amerikanischen Organisation ESSA benützt, um mit einer sehr stark vereinfachten Handrechenmethode die MUF zu bestimmen. Das Berechnen der LUF wäre prinzipiell auch möglich, erfordert jedoch einen so grossen Rechenaufwand, dass meistens darauf verzichtet werden muss.

So war es naheliegend für diese Berechnungen den Computer heranzuziehen. Man konnte so die Rechenzeit in den Hintergrund stellen und komplizierte Berechnungsmethoden anwenden, mit dem Ziel, die Zuverlässigkeit der Vorhersage zu erhöhen.

Die Abteilung für Uebermittlungstruppen hat bereits im Jahre 1966 ein solches Rechenprogramm in Betrieb genommen, das bis heute die Bedingungen voll erfüllt und monatlich gegen 300 Verbindungsstrecken berechnet.

Die Abbildung zeigt die Prognose, vom Computer errechnet, für eine Verbindung innerhalb der Schweiz mit einer Verbindungsdistanz von etwa 150 km. Die MUF-, FOT- und LUF-Werte werden in einer quasi-graphischen Darstellung ausgegeben. Die oberste Kurve ist die MUF, dann folgt die FOT. Die LUF fehlt, das heisst, sie liegt für diese kurze Verbindung unterhalb von 2 MHz und ist deshalb für unser Beispiel ohne Interesse. Zur Kontrolle sind die gerechneten Werte auch noch in Tabellenform vorhanden (rechts neben der graphischen Darstellung).

Die Verbindung mit dem Computer wird aufgenommen über das Terminal. Rechenprogramm und Daten sind auf dem Massenspeicher im Rechenzentrum gespeichert. Dem Computer wird mitgeteilt, welche Verbindungsstrecken er rechnen und für welchen Monat die Prognose gelten soll. Die Eingabe der Befehle an den Computer erfolgt mit dem Fernschreiber über eine Wahlleitung; die Ausgabe der Resultate geschieht über die gleiche Wahlleitung zurück auf den Fernschreiber. Die Daten, mit denen gerechnet wird, sind vorwiegend statistische Daten und liegen als Mittelwerte für einen Monat gültig vor. Berechnet werden MUF, FOT und LUF pro Stunde für einen Tageszyklus von 24 Stunden. Bekanntlich sind die Schwankungen innerhalb eines Tages am grössten und deshalb von besonderem Interesse.

Berechnet wird zuerst die kürzeste Verbindungsdistanz zwischen den gewünschten Endpunkten. Dann werden der oder die Reflexionspunkte bestimmt, für welche die MUF berechnet werden soll. Der tatsächliche Ausbreitungspfad ist nicht bekannt; so muss durch Modellannahmen der wahrscheinlichste ermittelt werden. Das geschieht so, dass mit verschiedenen sogenannten Sprüngen zwischen den Endpunkten gerechnet wird, wobei auch zu berücksichtigen ist, dass die Reflexionen in verschiedenen Höhen der Ionosphäre stattfinden können.

Für jede Modellannahme resultiert ein Reflexionspunkt, der die niedrigste MUF liefert und damit die obere Grenzfrequenz für diesen Ausbreitungspfad bestimmt. Von den einzelnen Modellen wird nun dasjenige ausgewählt, das die höchste MUF ergibt und damit als der wahrscheinlichste Ausbreitungspfad betrachtet wird. Die FOT wird als Prozentsatz der MUF gerechnet. Sie ist diejenige Frequenz, die in 90 % der Zeit, für die die Prognose gilt, gleich oder unterhalb der tatsächlichen MUF liegt.

Für die Berechnung der LUF schliesslich werden alle erfassbaren Faktoren berücksichtigt, die einen Beitrag zur Absorption der Wellen auf dem gewählten Ausbreitungspfad liefern. Durch die Frequenzabhängigkeit der Dämpfungswerte muss das Problem numerisch gelöst werden. So wird eine LUF angenommen und geprüft, ob die damit berechnete Gesamtdämpfung mit einem zulässigen Wert übereinstimmt. Dieser Rechenvorgang wiederholt sich so oft, bis eine Übereinstimmung erzielt wird.

Die reine Rechenzeit für das ganze Programm liegt je nach der Art der gewählten Verbindungsstrecke bei 30 ... 40 Sekunden, wobei der grösste Anteil am Rechenaufwand auf die Bestimmung der LUF fällt. Das Verbindungsnetz mit gegen 300 Strecken, wie es die Abteilung für Uebermittlungstruppen gegenwärtig monatlich rechnet, bewältigt der Computer in einem halben Tag. Mit der Handrechenmethode dagegen würden sich mehrere Spezialisten mehrere Monate damit beschäftigen. Zudem wäre das Resultat nicht vergleichbar, weil mit dem Computer viel kompliziertere Berechnungsmethoden angewendet werden können.

Verwendete Ausdrücke:

MUF = maximal anwendbare Frequenz («Maximum Usable Frequency»)

LUF = tiefste noch brauchbare Frequenz für eine effektiv abgestrahlte Sendeleistung von 100 W und eine Empfangsfeldstärke von 10 dB über µ1 V/M. («Lowest Useful Frequency»)

FOT = günstigste Arbeitsfrequenz, 85 % des Medianwertes der Standard-MUF; entspricht demjenigen Wert der MUF, welcher im Monat in 90 % der Zeit erreicht oder überschritten wird («fréquence optimum de travail»). Pi M. Moser

Projekt «Neues Programm Verschiebung»

Bei Truppenverschiebungen könnte der Computer ein sehr nützliches Hilfsmittel sein. Im Zivilverkehr wird der Computer bereits an verschiedenen Orten zur Steuerung des Verkehrsflusses eingesetzt, so zum Beispiel in Zürich an der Birmensdorferstrasse. Auch im militärischen Bereich, bei den Gotthard-Manövern von 1966, liefen Versuche in dieser Richtung. Im Rahmen des Projektes «Neues Programm Verschiebung» (NPV) werden jetzt die Probleme des Computereinsatzes bei Truppenverschiebungen untersucht.

Die Planung einer Verschiebung unterliegt einer Vielzahl von Auflagen: Transportmittel, Begrenzung des Marschraumes, Flussübergänge, Koordinierung mit anderen Truppeneinheiten usw. Zur Organisation dieser Verschiebung benötigt man mit dem heutigen manuellen Verfahren mehr als doppelt so viel Zeit als mit dem Computer. Zeitersparnis ist der Hauptvorteil von NPV.

Das NPV-Konzept basiert auf einem Teleprocessing-System, bei dem im Endausbau eine Anzahl Datenstationen an einen zentralen Computer on-line angeschlossen werden. Die IBM 2770 ist mit einer Tastatur und einem Kartenleser ausgerüstet, für die Ausgabe der Daten stehen ein Bildschirm, ein Drucker und ein Streifenstampfer zur Verfügung. Bei der