Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 44 (1971)

Heft: 2

Artikel: Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen

Autor: [s.n.]

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-560068

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: 09.01.2026

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

Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Überspannungen

Allgemeines

In unserer hochentwickelten Wirtschaft kommt der Sicherheit der Fernmeldeanlagen eine grosse Bedeutung zu. Die Telephon- und Telegraphenverwaltungen in den einzelnen Ländern sind daher bemüht, soweit wirtschaftlich tragbar, die besten technischen Mittel und Schutzeinrichtungen einzusetzen, um selbst kleinste Unterbrüche einer Fernsprechverbindung mit grösstmöglicher Sicherheit auszuschliessen. Die meisten Telephonteilnehmer sind sich gar nicht bewusst, welcher Aufwand getrieben werden muss, um die letzten Prozent von Störmöglichkeiten zu beseitigen. Die häufigsten Störungsquellen für Fernsprechanlagen sind Überspannungen inneren oder äusseren Ursprungs wie kosmische Entladungen und Blitzeinschläge, induzierte Überspannungen durch Hochspannungsleitungen, Berührung mit Niederspannungsleitungen, Gefährdung von Fernmeldekabeln durch Wanderwellen und Beschädigung ihrer Leitungsverstärker durch Überspannungen.

Dabei kommt den Störungen durch direkte oder indirekte Blitzeinwirkung besondere Bedeutung zu. Dies betrifft vor allem die oberirdischen Fernmeldeleitungen, die trotz fortschreitendem Ausbau des Erdleitungsnetzes doch noch ein beachtliches Leitungsnetz (von über 80 000 km Leitungslänge in der Schweiz) repräsentieren. Ohne entsprechende Schutzeinrichtungen müssten die Teilnehmer bei Unterbrüchen als Folge von Gewitterstörungen mitunter sehr lange Störungswartezeiten in Kauf nehmen. Darüber hinaus können diese äusseren Störungseinflüsse zur Gefährdung von Material und auch Personen führen.

Die klassischen Schutzeinrichtungen für Freileitungen, die aus Sicherung (meist für 3 A Grenzstrom), Grobfunkenstrecke und Kohle-Überspannungsableiter bestehen (Fig. 1), werden den heutigen Anforderungen nicht mehr voll gerecht, teils weil sie nicht genügend Schutz gegen Berührung mit Niederspannungsleitungen bieten, teils weil sich ihre Ansprechspannung nicht mit der Prüfspannung der Fernsprechkabel koordinieren lässt, oder weil die Sicherung nur relativ kleine Ströme auszuschalten vermag und dadurch unerwünschte, überflüssige Betriebsunterbrüche veranlasst. Auch gegen induktive Spannungseinflüsse bieten diese Schutzeinrichtungen keine vollkommene Sicherheit. Es ist daher verständlich, wenn von Seiten der Telephonverwaltungen und der Industrie an neuen Lösungen für vollkommenere Schutzeinrichtungen intensiv gearbeitet wurde, über die im folgenden berichtet werden soll.

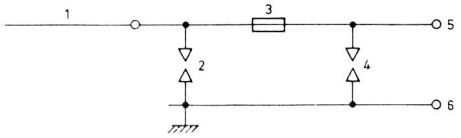


Fig. 1 Prinzip der bisherigen Blitzschutzeinrichtung für Freileitungen. Sie werden heute in zunehmendem Masse durch Gasentladungsableiter ersetzt.

1 Freileitung, 2 Grobfunkenstrecke, 3 Sicherung, 4 Kohlespannungsableiter, 5 zum Teilnehmerapparat, 6 Betriebserdung der Teilnehmerisolation (nur falls nötig).

Die äusseren Störeinwirkungen auf Fernmeldeanlagen

Die häufigsten Störungsursachen von Fernmeldeanlagen sind kurz zusammengefasst:

1. Direkte Blitzeinwirkungen

Blitzeinschläge treten bevorzugt in grösseren Höhenlagen auf oder in Gebieten mit schlechter Bodenleitfähigkeit oder bei Gesteinsverwerfungen unterschiedlicher Leitfähigkeit. Man bezeichnet solche Stellen auch als «Blitznester». Eine genaue Vorherbestimmung bzw. Vorhersage möglicher Einschläge ist aber, wegen der vielen Nebeneinflüsse hinsichtlich der Luftionisierung, noch nicht gelungen. Immerhin sind direkte Blitzeinschläge relativ selten. Auf 100 km Stranglänge entfallen in gefährdeten Gebieten nur einige wenige Einschläge pro Jahr, wobei, in seltenen Fällen, Stromamplituden von mehr als 15 kA, meist aber unter 5–10 kA entstehen. Dabei treten mehr oder weniger grosse örtliche Schäden im Umkreis von etwa 100 m auf. Eine Verringerung der Gefährdung von Freileitungen und Stangen lässt sich beispielsweise durch 4 mm-Erdungsdrähte erreichen.

Auch unterirdische Fernsprechkabel können durch Blitzeinwirkung gefährdet werden, da sich entlang dieser Kabel Wanderwellen[1] nach beiden Richtungen hin ausbreiten können. Dabei können Spannungsfronten von einigen kV/µs entstehen, wodurch es, speziell an den Kabelenden, zu Isolationsdurchschlägen kommen kann. Übliche Prüfspannungen für Telephonkabel mit Luftraumisolierung sind 500 Veff, und 2 kV für das Adernbündel gegen Mantel (Fig. 2).

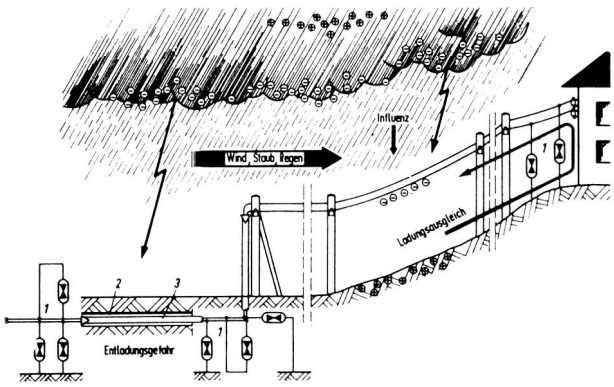


Fig. 2 Äussere Störquellen von Telephonanlagen. Elektrostatische Aufladungen, direkte und indirekte Blitzeinschläge, eingezeichnet die Lage der Gasentladungs-Überspannungsableiter (1) auf Freileitungen und Fernmeldekabeln (2 Kabelschacht, 3 Kabelmantel), (nach Dr. phil. nat. Gustav Purt, Rapperswil, Leiter der techn. Abt. R der Cerberus AG Männedorf).

[1] Erklärung dieser und weiterer Ausdrücke siehe am Schluss.

2. Indirekte Auswirkungen von Blitzeinschlägen in der Nähe von Fernmeldeanlagen

Diese bilden die weitaus grösste Zahl von Blitzschäden. Sie sind auf die bei Blitzeinschlägen entstehenden Spannungsabfälle im Boden zurückzuführen. Das Potential P im Abstand r von der Einschlagsstelle ist durch die Beziehung gegeben:

$$P = \frac{\varrho I}{2 r \pi}$$

Für die durchschnittliche Bodenbeschaffenheit beträgt der spezifische Widerstand $\varrho = 10^2\ \Omega$ m, für einen schlecht leitenden Felsboden aber bis $10^4\ \Omega$ m.
Daraus ergibt sich für einen Blitzstrom von I = 50 kA:

a) im Radius r = 100 m von der Einschlagsstelle eine Spannung von 8 kV (für $10^2\ \Omega$ m) bzw. 800 kV (für $10^4\ \Omega$ m)
b) bei r = 1000 m, entsprechend 0,8 bzw. 80 kV,

so dass ein Strom in der Leitung fliesst, der die knapp bemessene Sicherung (von 3 A) zum Ansprechen bringt und als Folge einen mehr oder weniger langen Betriebsunterbruch zur Folge hat. Wegen ihres schlechten Löschverhaltens tragen Schmelzsicherungen nichts zum Schutz einer Anlage bei, so dass diese recht problematisch sind. Wie wir aus den späteren Ausführungen ersehen werden, sind sie durch neue Lösungen zum Grossteil überflüssig geworden.
Diese atmosphärischen Störungen sind mitunter auch mit extrem steilen Spannungsanstiegen bis zu 10^{10} V/s verbunden, die allerdings sehr rasch abklingen, wodurch es nur in Ausnahmefällen zu einem Durchschlag in einem Kabel kommt.

3. Berührung einer Telephonleitung mit einer Niederspannungsleitung des Starkstromnetzes

Kreuzungen zwischen Telephonfreileitungen und Niederspannungsnetzleitungen lassen sich nicht immer vermeiden. Durch Drahtrisse, die bei grossen Stürmen oder Nassschnee, wenn auch selten, vorkommen, kann es zu einer Berührung der beiden Leitungen kommen, wodurch die Telephonleitungen Wechselspannungspotential von 220 V eff erhalten. Die bisherigen Kohleableiter sprechen darauf nicht an. Wenn auch hinsichtlich der Telephonleitungen keine unmittelbare Überschlagsgefahr gegeben ist, so besteht doch die Möglichkeit, dass der Teilnehmer oder das Linienrelais der vollen Phasenspannung ausgesetzt werden, was in keinem Falle wünschenswert ist.
Die bisherigen Schutzeinrichtungen boten diesbezüglich keinen ausreichenden Schutz. Erst durch die neue Konzeption mit Gasentladungsableitern, auf die wir noch zu sprechen kommen werden, konnten wesentliche Verbesserungen und ein fast vollkommener Schutz erzielt werden.

4. Berührung der Telephonleitung mit einer Hochspannungsleitung

Auch diese Möglichkeit besteht natürlich. Aber die Gefahr eines Phasenleiter- oder Isolatorbruches ist bei heutigen Hochspannungsleitungen ausserordentlich gering. Ausserdem werden etwa herabfallende Drähte im allgemeinen bei Kreuzungen mit anderen Leitungen durch Vorrichtungen abgefangen, so dass wir auf diese Gefahrmöglichkeit nicht weiter einzugehen brauchen.

5. Induzierte Wechselspannungen in Telephonleitungen und Kabeln

Störungen in Hochspannungsleitungen wie Erdschlüsse und sonstige Fehler können in benachbarten Fernmeldeanlagen beträchtliche Wechselspannungen bis zu 1 kV/km induzieren. Auch die Einflüsse durch starke Belastungs- und Spannungsänderungen und Schaltvorgänge auf diesen Leitungen können in Fernsprechleitungen und Kabeln gefährliche Überspannungen zur Folge haben, wobei noch erschwerend hinzukommt, dass sie ein sehr breites Frequenzband mit vielen Harmonischen erzeugen. Die Grösse des Störeinflusses hängt dabei vom Abstand der beiden Leitungssysteme, ihrer Parallelführung und der Stromstärke ab (Fig. 3).

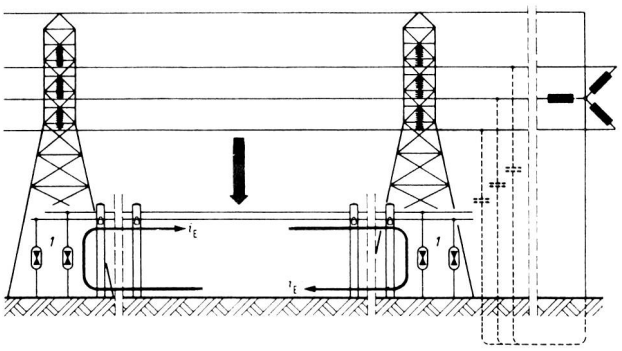


Fig. 3 Äussere Störquellen von Telephonanlagen. Induktive Störbeeinflussung durch Hochspannungsleitungen, mit Anordnung der Überspannungsableiter (1). i_E Entladestrom während einer Halbschwingung der Hochspannung (während der 2. Halbschwingung kehrt die Stromflussrichtung um).

(Fortsetzung folgt)

Erklärung der im Text gebrauchten Ausdrücke

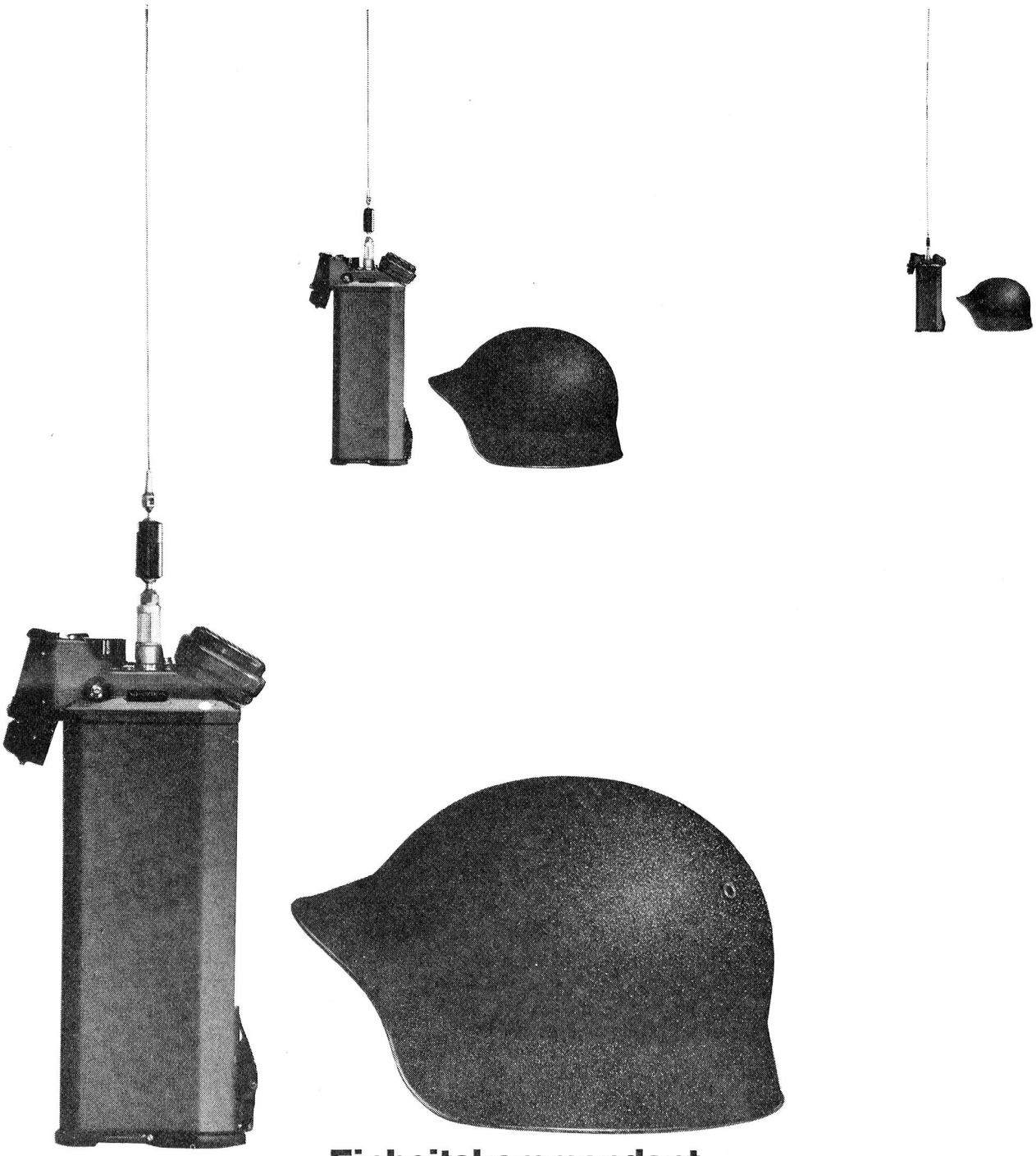
Bogenbrennspannung, Bogenphase ...
Gebiet, in dem die Brennspannung auf die Bogenspannung fällt, wobei der Strom sehr hohe Werte annehmen kann.

Glimmbrennspannung, Glimmphase ...
Normaler Arbeitsbereich einer Glimmröhre. Der dabei auftretende Spannungsabfall ist vom Strom praktisch unabhängig.

Harmonische ...
Die Grundschwingung einer Welle wird als 1. Harmonische und deren Oberschwingungen als 2., 3. usw. Harmonische bezeichnet.

Löschverhalten ...
Ein gezündetes Gasentladungsrohr wird durch Abschalten der Elektrodenspannung gelöscht, aber nicht sofort, da sich der Entladungsraum nur allmählich ionisiert. Durch die Löschzeit wird die Wiederzündungsmöglichkeit verzögert.

Luftionisierung ...
Entsteht durch Luftmoleküle, welche ein oder mehrere geladene Elektronen aufnehmen oder abgeben, z. B. durch

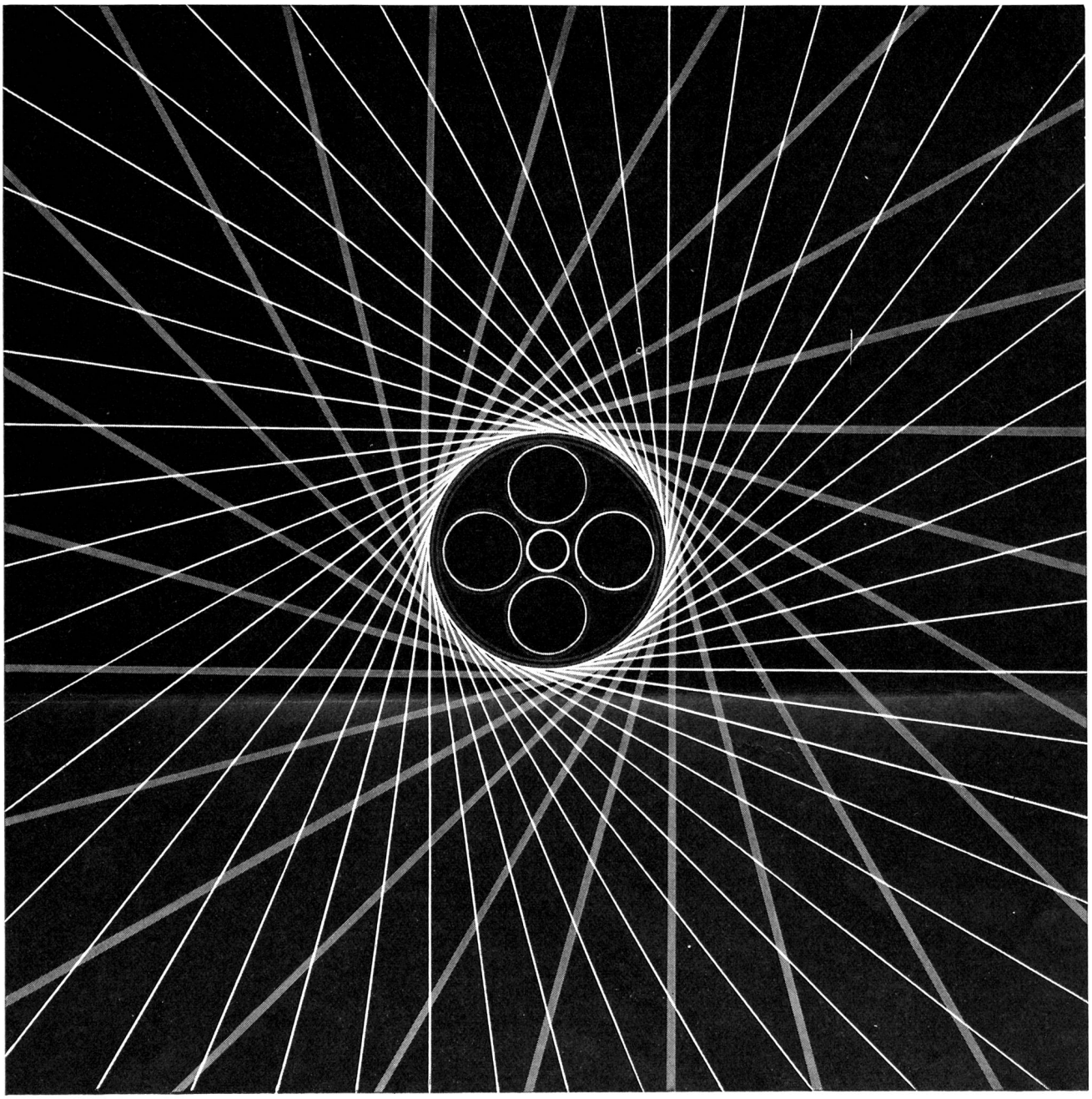


Einheitskommandant
Zugführer
Gruppenführer

sicher verbunden mit dem neuen SE 125.
Eine absolute Notwendigkeit für die
rasche und klare Befehlsübermittlung
an vorderster Front.

Das neue frequenzmodulierte Kleinfunkgerät SE 125 arbeitet im 80-MHz-Band und hat acht Kanäle. Einfache, handliche Bedienung. Ein modern konzipiertes Kleinfunkgerät für den taktischen Einsatz auf der unteren Führungsebene.
Autophon AG, Ziegelmattstrasse, 4500 Solothurn

AUTOPHON



CRÉATION R. BOURQUIN BIENNE

CÂBLES
SOUS PLOMB

CÂBLES
THERMOPLASTIQUES

CORTAILLOD

Beschuss mit energiegeladenen Teilchen. Aus den neutralen Atomen und Molekülen der Luft entstehen dadurch elektrisch geladene Teilchen (Ionen). Eine ionisierte Luft ist daher ein guter elektrischer Leiter. Durch eine Blitzentladung wird die Luft «ionisiert».

Nulldurchgang ...
Augenblick, da die Wechselspannungssinuswelle vom positiven zum negativen Wert überwechselt.

Radioaktiver Strahler ...
Bestimmte chemische Elemente (z. B. Radium, Uran) oder Isotope können ohne äussere Beeinflussung dauernd Energie in Form von «radioaktiver Strahlung» aussenden. Ursache ist ihre mangelnde Stabilität der Atomkerne.

Stoßspannung 1/50 µs ...
(Prüf) – Spannung mit 1 µs Stirnzeit und 50 µs Halbwertszeit; erstere betrifft die Spitze, letztere die nach einer e-Funktion abklingende Spannung, bis sie ihren halben Wert erreicht hat.

Vorionisation ...
Ionisierung der Entladungsstrecke durch Bereitstellung einer genügenden Anzahl von Elektronen, z. B. durch Einbringen eines radioaktiven Strahlers.

Wanderwellen ...
Elektromagnetische Ausgleichsvorgänge auf elektrischen Freileitungen oder Kabeln, die durch Schaltvorgänge oder Blitzeinschläge in die Leitung verursacht werden, wobei örtliche Strom- und Spannungsänderungen, die sich mit fast Lichtgeschwindigkeit ausbreiten, entstehen.

Wasserstoffisotop ...
Abart des chemischen Elements Wasserstoff mit gleicher Ordnungszahl aber verschiedener Massenzahl, d. h. gleicher Protonen-, aber verschiedener Neutronenzahl, z. B. ein Betastrahler (Elektronenstrahler) Tritium, das ist Wasserstoff mit 3 Neutronen, das mit der Halbwertszeit von 12 Jahren zerfällt und dabei Elektronen aussendet.

Zenerdiode ...
Halbleiterdiode als Spannungsstabilisator bei geringen Strömen.

Sunlight AG Olten

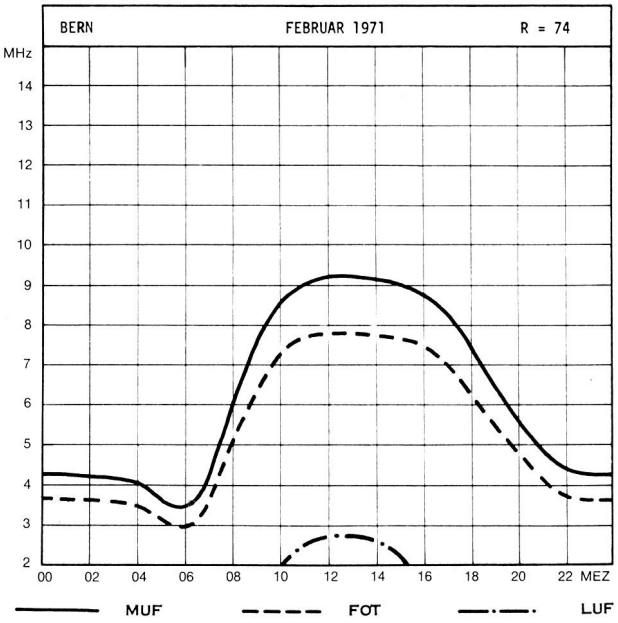
In unserer internen Elektrikergruppe wird eine Stelle für einen qualifizierten 8

Betriebselektriker

frei. Interessante und abwechslungsreiche Arbeit auf den Gebieten Neuinstallation und Unterhalt.
Die Stelle eignet sich für einen Bewerber mit einigen Jahren praktischer Berufstätigkeit. Elektronik- und Schwachstromkenntnisse sind von Vorteil, jedoch nicht Bedingung. P 29-1

Telefonische oder schriftliche Bewerbungen sind zu richten an den Personalchef der **SUNLIGHT AG, 4600 OLTEN,** Telefon (062) 21 31 31.

Frequenz-Prognosen



Hinweise für die Benützung der Frequenz-Prognosen

1. Die obigen Frequenz-Prognosen wurden mit numerischem Material des «Institute for Telecommunication Sciences and Aeronomy (Central Radio Propagation Laboratory)» auf einer elektronischen Datenverarbeitungsmaschine erstellt.
2. Anstelle der bisherigen 30 % und 90 % Streuungsangaben werden die Medianwerte (50 %) angegeben; auch wird die Nomenklatur des CCIR verwendet.
3. Die Angaben sind wie folgt definiert:

   R prognostizierte, ausgeglichene Zürcher Sonnenflecken-Relativzahl.

   MUF («Maximum Usable Frequency») Medianwert der Standard-MUF nach CCIR.

   FOT («Fréquence Optimum de Travail») günstigste Arbeitsfrequenz, 85 % des Medianwertes der Standard-MUF; entspricht demjenigen Wert der MUF, welcher im Monat in 90 % der Zeit erreicht oder überschritten wird.

   LUF («Lowest Useful Frequency») Medianwert der tiefsten noch brauchbaren Frequenz für eine effektiv abgestrahlte Sendeleistung von 100 W und eine Empfangsfeldstärke von 10 dB über 1 µV/m.

   Die Prognosen gelten exakt für eine Streckenlänge von 150 km über dem Mittelpunkt Bern. Sie sind ausreichend genau für jede beliebige Raumwellenverbindung innerhalb der Schweiz.

4. Die Wahl der Arbeitsfrequenz soll im Bereich zwischen FOT und LUF getroffen werden.
   Frequenzen in der Nähe der FOT liefern die höchsten Empfangsfeldstärken.

Abteilung für Uebermittlungstruppen, Sektion Studien