

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 52 (1979)
Heft: 3

Artikel: EMP-geschütztes Funksystem, II. Teil
Autor: Vallotton, P.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-560093>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 08.02.2025

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

locher und Lochstreifenleser sind gleichfalls für 5, 6 und 8-Bit-Codes ausrüstbar.

Schlussbetrachtung

Bei der Entwicklung des Gerätes wurden aber trotz dieser vielfältigen Möglichkeiten zwei Prinzipien streng eingehalten.

1. Die *Handhabung des Fernschreibers* blieb logisch und einfach. Ungeübte Schreibkräfte können sehr rasch effektiv mit dem Gerät arbeiten, wobei sie sich in erster Linie voll auf ihre eigentliche Aufgabe, die Vorbereitung und Uebermittlung der Meldung konzentrieren können, weil

die Elektronik automatisch für die Abwicklung der Routinefunktionen sorgt.

2. *Service und Unterhalt* des Fernschreibers sind einfacher geworden. Eine vorbeugende Wartung ist nicht mehr erforderlich. Es sind weder Einstell-Lehren noch Spezialwerkzeuge erforderlich. Störungsursachen können mit speziellen Diagnostik-Einheiten rasch ermittelt werden.

Dank der faszinierenden Möglichkeiten, die das gewählte Multiprozessorsystem eröffnete, konnten im Fernschreiber HASLER SP 300 Funktionen realisiert werden, die bisher in diesem Bereich der Kommunikation nicht denkbar waren.

Arnd Eschenbacher, Ing. (grad.)

sche Werte werden aus der Systemstudie gewonnen, die Minimalansprüche an das Empfangsgerät stellt.

Mechanischer Aufbau

Die Grundkonzeption des Gehäuses (Bild 7) entspricht dem auch von anderen Geräten her bekannten Aufbau aus 3 Hauptteilen:

- Kopfstück mit Bedienungselementen, Lautsprecher und Antenne
- Mittelteil als Elektronik- und Batterie-kasten
- Bodenplatte mit Schnappdeckel zum Austausch der Batterien

Die gesamte Elektronik, die nur ein knappes Drittel des Mittelteils ausfüllt, ist am Kopfstück befestigt und lässt sich zu Prüfzwecken auch ausserhalb des Gehäuses betreiben.

Die schräg abstehende Antenne, die gleichzeitig den Apparat in Betrieb setzt, sorgt für gleichmässigen Empfang bei liegendem oder an der Wand hängendem Gerät.

Die Bedienelemente, Schalter und Taster geringer Bauhöhe, die eigens für diesen Empfänger entworfen wurden, haben flache, gut bedienbare Knöpfe und sind durch die vorstehenden Seitenteile des Kopfstückes geschützt. Alle Gehäuseteile bestehen aus Aluminium; Kopf- und Bodenplatte als Druckgussteil, das Mittelstück als Strangpressprofil. Damit ist einerseits eine grosse mechanische Festigkeit und andererseits auch eine gute Abschirmung (u. a. gegen EMP-Felder) erreicht.

Der Feuchtigkeitsschutz wird durch Dichtungen zwischen den Gehäuseteilen und unter dem Lautsprecher sichergestellt. Das Batteriefach ist jedoch ausserhalb dieses abgedichteten Raumes und durch einen einfachen Schnappdeckel zugänglich.

Das Gewicht des Empfängers liegt bei 850 g ohne Batterie und bei 1230 g, wenn er mit 4 Monozellen üblicher Bauart bestückt ist.

Elektrischer Aufbau

Ausgehend vom bekannten Doppelüberlagerungsprinzip waren besondere Anstrengungen notwendig, um bei der hohen Empfangsfrequenz trotz sehr niedrigem Stromverbrauch gute elektrische Werte zu erreichen. Als wichtigste Daten, welche im Temperaturbereich von +5 ... +40 °C und über eine Batteriespannungsvariation von 3,6 ... 6 V garantiert werden, sind zu nennen:

- Empfindlichkeit < 6 dB_{μV} EMK
- Nachbarkanalselektion > 50 dB
- Nebenempfangsunterdrückung > 60 dB
- Intermodulationsfestigkeit > 55 dB
- Empfindlichkeitsverminderung > 65 dB
- NF-Leistung (> 4,5 V =) 100 mW
- HF-Schaltbreite > 1 MHz

Militärische Nachrichtentechnik

Fortsetzung aus Heft 2/79:

EMP-geschütztes Funksystem II. Teil

sp. In der letzten Ausgabe PIONIER 2/79 sind neben den grundsätzlichen Gedanken des schweizerischen Zivilschutzes und seinen Uebermittlungsnetzen die technischen Grundlagen des Ortsfunkprojektes behandelt worden. Daran angeschlossen hat die Gerätebeschreibung der Funkanlage im Kommandoposten. Heute bildet das Kapitel «Schutzraumempfänger» die Fortsetzung, gefolgt vom besonderen Abschnitt über den EMP-Schutz und der Zusammenfassung. Mit diesem letzten Teil möchte die Redaktion das Thema «EMP» vorderhand abschliessen. Dem Bundesamt für Zivilschutz und der Firma Brown Boveri & Cie AG sei für die Mitarbeit herzlich gedankt.

Der Schutzraumempfänger

Anforderungen

Die grosse Zahl vorgesehener Schutzraumempfänger verlangt ein «Massenprodukt» hoher Qualität und Zuverlässigkeit. Dies ist eine Voraussetzung, die bereits bei der Entwicklung im Hinblick auf eine spätere Serienfabrikation solcher Geräte eine sorgfältige Planung erfordert.

Einfachste Bedienung und Schutz vor Beschädigungen aller Art gehören genau so zum Pflichtenheft wie die elektrischen Werte, die eine sichere Funktion des Systems gewährleisten müssen. Nur genaues Abwägen der Bedeutung der verschiedenen Parameter erlaubt, in zweckbezogenes und kostengünstiges Gerät zu konzipieren. Auf die einzelnen Werte wird weiter unten näher eingegangen.

Aus den möglichen Anwendungsfällen ergeben sich zunächst Forderungen an das Aeusserere des Gerätes und an die Funktionen. Danach muss der Empfänger:

- das Hochfrequenzsignal empfangen und über einen Lautsprecher das demodulierte Signal wiedergeben,
- einstellbare Lautstärken (Tag/Nacht) haben,

- eine Rauschsperrschaltung enthalten, die über einen Dauerton gesteuert wird,
- über einen Selbsttest verfügen,
- für den Anschluss einer $\lambda/4$ - oder einer externen Antenne eingerichtet sein,
- mit handelsüblichen Monozellen oder Lithiumbatterien oder über ein Kabel mit einer Autobatterie betrieben werden können,
- eine Autonomie von mindestens 1 Monat haben,
- sich mit einer passenden Prüfeinrichtung rasch und einfach testen oder auf einen anderen Kanal umstellen lassen,
- auf den Tisch gestellt, gelegt oder an die Wand gehängt werden können,
- mechanisch sehr robust ausgeführt sein,
- gegen EMP, Ueberspannung auf Antenne oder Batteriestecker, Falschpolung und falsche Bedienung geschützt sein,
- Unempfindlichkeit gegen Feuchtigkeit aufweisen,
- zuverlässig sein.

Beim beschriebenen Empfänger sind diese Hauptforderungen erfüllt. Weitere elektri-

— Kanalraster	25 kHz
— Stromverbrauch (empfangsbereit)	< 10 mA
Mittelwert mit Intervallautomatik («standby»)	< 2,5 mA

Der gesamte Hochfrequenzteil bis zum 2. Ueberlagerer ist in diskreter Technik auf der Printplatte realisiert. Die UHF-Kreise sind in Blechkammern eingebaut. Kleine Schaltkapazitäten erhält man durch die verwendeten Halbleiter im T-Gehäuse, sie sind direkt in den Kammern angeordnet. Besondere Sorgfalt erforderte die Dimensionierung des Oszillators, beträgt doch die ZF-Bandbreite nur rund 0,003 % der Empfangsfrequenz.

Nach dem Filter — es ist 6polig und aus 3 Quarz-Doppelresonatoren aufgebaut — wird das Empfangssignal nochmals umgesetzt und dem ZF-Modul zugeführt. Zusammen mit dem NF-Verstärker, dem Tonquelch und der Intervallautomatik ist die Schaltung in Dickfilmtechnik ausgeführt. Das zurückgewonnene Modulationssignal durchläuft das NF-Modul und steuert den Lautsprecher; zwei Lautstärken sind mit dem Schalter wählbar. Notwendig dafür ist allerdings, dass der dem Sprachsignal unterlagerte, tiefliegende Ton das mechanische Tonfilter und die Squelchschaltung aktiviert. Ausser dem NF-Schalter zur Rauschunterdrückung steuert der Tonauswerter die Intervallautomatik. Diese schaltet das Gerät alle 4 Sekunden für etwa 1 Sekunde auf Empfang, ein Zyklus, der durch die Auswertung eines Squelchtones unterbrochen wird. Diesen Steuervorgang macht sich die Prüftaste zunutze: Durch das Drücken der Taste wird die Auswertung eines Tons vorgetäuscht, die Intervallautomatik lässt den Empfänger eingeschaltet und, da kein HF-Signal einfällt, ertönt aus dem Lautsprecher lautes Rauschen. Die Spannungsregelung erlaubt den Anschluss einer Autobatterie (10,5 . . . 15,5 V=); der Eingang ist gegen Falschpolung und Ueberspannungen geschützt. Der Batterieumschalter, der zur Befestigung des Speisekabels verdreht werden muss, trennt die interne Batterie vom Gerät.

Die gesamte Elektronik ist auf zwei sich gegenüberliegenden Printplatten aufgebaut. Einzelne Leitungen verbinden die Platten untereinander und mit den Bedienelementen.

Die verwendeten Bauelemente wurden sorgfältig ausgesucht und auf Zuverlässigkeit überprüft. Die Konzentration einer grösseren Zahl von Elementen auf Dickfilmschaltungen brachte weitere Vorteile. Auch der gute mechanische Schutz gegen ausen erhöht die Zuverlässigkeit des Gerätes im Betrieb. Darüber hinaus hängt die Zuverlässigkeit der Geräte auch entscheidend von den für die Produktion getroffenen Massnahmen ab. Eine sorgfältige Prüfung, die künstliche Alterung vor der Auslieferung und periodische Kontrollen stel-

len als flankierende Massnahmen eine optimale Einsatzbereitschaft selbst nach langem Nichtgebrauch sicher.

EMP-Schutz

Die Schutzanlagen der Organisation und des Sanitätsdienstes sind so dimensioniert, dass sie einem Druckstoss von 3 atü standhalten. Da die Druckwelle einer Bodenexplosion in engem Zusammenhang mit der gleichzeitig entstehenden optischen, thermischen, nuklearen und elektromagnetischen Strahlung steht, lässt sich zeigen, dass man bei einem 3-atü-Stoss mit einem maximalen EMP-Magnetfeld von etwa 1200 A/m in der Schutzraum-Umgebung zu rechnen hat, wobei die elektrische Feldstärke etwa 50 kV/m beträgt.

Die Anstiegszeiten dieser Impulse liegen bei 5 bis 50 ns, was zu ausserordentlich hohen Induktionsspannungen in Leiter-schleifen führen kann. So entsteht in einer Schleife von zwei Leitungen (z. B. Hin- und Rückleitung einer ungeschirmten Netzanschlussleitung eines Ortsfunksenders), die im Abstand von ~ 1 cm verlegt sind, bei einer Länge von 100 m bereits eine EMK von 30 kV, die für das angeschlossene elektronische Gerät unzulässig hoch werden kann.

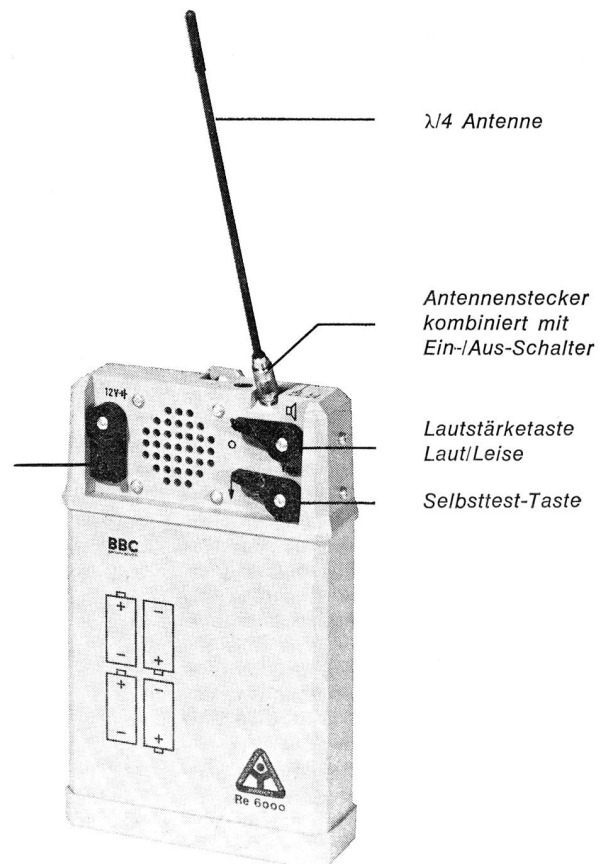
Aber auch die elektrische Feldstärke kann über die Antennen in den angeschlosse-

nen Empfängereingängen bzw. Senderausgängen erhebliche Ueberspannungen und damit auch zerstörend wirkende Energien erzeugen, die in der Grössenordnung von 10 bis 100 Ws pro Meter Leitungslänge liegen. Als «Antenne» muss hier jede ungeschirmte Leitung angesehen werden, also auch die Zubringerleitung für die Netzstromversorgung und Fernsprech- bzw. Steuerleitungen. In jedem Funkgerät befinden sich also mindestens drei Eingangstore für EMP-bedingte Ueberspannungen, welche man bestmöglich schützen muss (Bild 9). Dafür gibt es im Prinzip drei Mittel, nämlich: Abschirmen, Begrenzen, Ableiten.

Abschirmen: Es ist selbstverständlich, dass die Gehäuse von Sender und Empfänger gegen den magnetischen Anteil des im Schutzraum ankommenden EMP-Feldes als vollständig geschlossene Metallkästen ausgeführt sind, deren Wandstärke wesentlich über der Eindringtiefe der HF-Felder liegt. Das Kabel zwischen Senderausgang und Antennenfusspunkt (auf der Mastspitze) bildet eine abgeschirmte Koaxialleitung mit kleinem Kopplungswiderstand ($< 3 \text{ m}\Omega/\text{m}$), die das Auftreten von hohen Spannungsspitzen im Eingang zum Funkgerät verhindert. Der Kabelmantel selbst führt dabei EMP-Ströme von einigen Kiloampère, die aber vom Innenleiter und somit von der Schaltung im Gerät weitgehend ferngehal-

Bild 7: Der Schutzraumempfänger

Anschlussbuchse für wahlweise externe Speisung oder Empfängerprüfeinrichtung (Buchse durch Schalter abgedeckt)



ten sind. Ebenso wie die Antennenleitung sind auch die Mikrofonleitungen als abgeschirmte Kabel auszuführen.

Begrenzen: Die Abschirmmassnahmen verhindern zwar das Entstehen von gefährlichen Ueberspannungen längs der Kabel, aber sie können bereits am Kabelanfang, z. B. am Antennenfußpunkt, auftretende Spannungsspitzen nicht wesentlich herabsetzen. Am Antennenfußpunkt kann immerhin noch ein elektrischer Impuls von etwa 2000 Volt entstehen, der dann praktisch ungeschwächt den Empfängereingang bzw. den Senderausgang erreicht. Hier muss nun noch eine wirksame Begrenzung in geeigneter Form vorgenommen werden. Die bekannten Funkenstrecken- oder Gasentladungs-Ableiter bieten wegen ihrer zu grossen Ansprechzeit für die sehr kurzen EMP-Stösse nicht mehr ausreichende Sicherheit. An ihre Stelle treten u. a. moderne «Varistoren» und «Transzors». Das sind Halbleiterelemente, deren Kennlinie dem Gesetz $I = (u/c)\alpha$ mit $\alpha > 30$ entspricht. Ihr Widerstand ist also bei kleinen Strömen sehr hoch; er geht aber im Arbeitsbereich auf sehr kleine Werte zurück, wodurch der Geräte-Eingang fast wie durch einen Kurzschluss geschützt wird. Ihre Ansprechzeit liegt im Bereich von Nanosekunden.

Ableiten: Leider ist es nicht möglich, durch geeignete Erdung die EMP-Ströme bzw. Spannungen zur Erde hin abzuleiten und

sie so von den Geräten fernzuhalten. Denn im Gegensatz zum Blitz, der ja einen Stromkanal vom Einschlagsort zur Erde hin darstellt, ist der EMP eine Strömung in einer sich mit nahezu Lichtgeschwindigkeit vom Explosionsort radial ausbreitenden Kugelschale von wenigen Metern Dicke. Ein Ausschnitt aus dieser Kugelschale «huscht» also gewissermassen über alle Geräte einer Schutzanlage gleichzeitig hinweg und bringt sie alle kurzzeitig auf das gleiche Potential. Potentialdifferenzen, also Spannungen einzelner Teile gegeneinander, entstehen somit nicht. Die Wirkung von Erdungsmassnahmen ist in diesem Falle also höchst fraglich.

Zusammenfassung

Die Bearbeitung des Ortsfunkprojektes ist bisher in mehreren Phasen verlaufen. Innerhalb einer 1. Bearbeitungsphase wurde anfangs der 70er Jahre die zentrale Frage beantwortet, ob und unter welchen technischen Voraussetzungen eine drahtlose Verbindung vom Kommandoposten in die Schutzräume einer Gemeinde möglich sei. Als eine der wesentlichsten Randbedingungen wurde dabei der «Schutzgrad» bzw. die «Funktionstüchtigkeit» von solchen Funkverbindungen — insbesondere nach dem Einsatz der massgebenden Waffenwirkungen — gewertet. Technische Lösungen haben sich, wie die vorangegangenen Ausführungen zeigten, mit Betriebsfrequenzen im 400 MHz-Bereich ergeben. Parallel zu diesen umfassenden Untersuchungen wurden im gleichen Zeitraum eingehende Kosten-Nutzenanalyse im Vergleich zu anderen Schutzmassnahmen im Zivilschutz angestellt.

In einer folgenden Entwicklungsphase II sind alsdann die Sender und Schutzraumempfänger des Ortsfunkprojektes spezifiziert und durch die Industrie entwickelt worden. Die Geräte wurden dabei in optimaler Art und Weise den besonderen Bedürfnissen des Zivilschutzes angepasst. Als einige der wichtigsten Randbedingun-

gen sind dabei die Zuverlässigkeit, kleine Anforderungen bezüglich Unterhalt sowie eine mögliche Einsatzdauer der Geräte von mindestens 25 Jahren zu nennen.

In der Zwischenzeit wurden Sender und Schutzraumempfänger «im Felde» eingehend geprüft. Die so gewonnenen Resultate und Erfahrungen bilden in der Folge innerhalb der Entwicklungsphase III die Grundlage für die Nachbearbeitung der vorhandenen Prototypen bis zur sogenannten Seriebeschaffungsreife.

Wird über die Beschaffung dieses Vorhabens im positiven Sinne entschieden, so werden die hiezu notwendigen weiteren Schritte im gesetzlich vorgeschriebenen Rahmen in den nächsten Jahren (u. a. mit der Einleitung des Offertverfahrens) durchgeführt.

Résumé

Les applications radio dans le service de la protection civile sont relativement neuves. Le besoin de communications croît proportionnellement au développement du matériel, du personnel, et de l'organisation.

Fidèle à sa devise «survivre», ce service a accordé, lors de son développement de nouveaux moyens de transmission, toute son attention aux influences des explosions nucléaires sur les moyens de transmission. PIONIER (No 10/78) a décrit les effets des explosions atomiques sur les installations électroniques.

Le lecteur trouvera ci-dessous un deuxième article rédigé par l'Office Fédéral de la Protection Civile et les collaborateurs de Brown Boweri & Cie AG. Après quelques réflexions sur la protection civile et sur les moyens de transmission, les auteurs expliquent les fondements sur lesquels repose le développement d'un système radio local. Ils concluent par la description d'appareils radios conçus pour un poste de commandement et par la protection contre les impulsions électro-magnétiques.

Ph. Vallotton



Bild 8: Innenansicht des Schutzraumempfängers

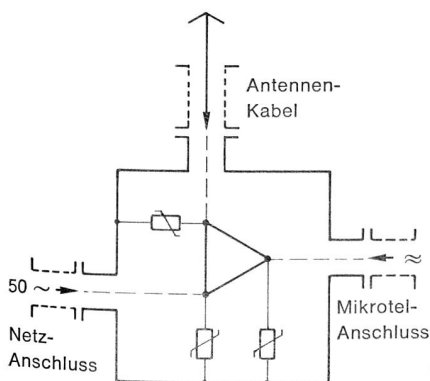


Bild 9: Die drei Eingangstore für den EMP bei einem Funkgerät

EVU aktuell

Hansjörg Spring:

Neue Reglemente

Der Zentralvorstand hat an den letzten beiden Sitzungen zwei neue Reglemente behandelt und genehmigt. Das neue Mutationsreglement ist am 1. Februar 1979 in Kraft getreten, das Reglement des PIONIER wird am 1. März 1979 das alte Reglement aus dem Jahre 1974 ersetzen. Die Neufassungen beider Reglemente wurden wegen verschiedenen Aenderungen notwendig. — Die vorgelegten neuen technischen Reglemente sowie ein neuer Datenschutz sollen an der nächsten Sitzung behandelt werden.

Mutationsreglement

Mutationsmeldungen, Bestandesmeldungen und Korrespondenzen sind neu nur noch in einfacher Ausführung an das Mutationssekretariat zu richten. Kopien und Durchschläge werden nicht mehr benötigt.

Adressänderungen

Adressänderungen von Mitgliedern, welche Abonnenten des PIONIER sind, müssen

durch die Sektionen nicht mehr gemeldet werden. Die Postämter senden mit dem Formular PTT 257.04 entsprechende Meldungen direkt an die Druckerei. Die Druckerei vervollständigt die Angaben auf den Meldekarten und lässt diese dem Mutationssekretariat zukommen. Das Mutationssekretariat erstellt die neuen Adressplatten und stellt die Meldungen (zusammen mit den monatlichen Rechnungen) den Rechnungsführern der Sektionen zu.