Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

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

Band: 62 (1989)

Heft: 7-8

Artikel: Der Einsatz des Richtstrahlsystems R-915

Autor: Stutz, Peter / Meyer, Martin / Häring, Roland

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-561592

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: 14.09.2025

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

Peter Stutz, Roland Häring und Martin Meyer, Standard Telephon und Radio AG

Der Einsatz des Richtstrahlsystems R-915

Vortrag im Kolloquium «Krieg im Äther», Januar 1989 an der ETH Zürich

Analoge Richtstrahlnetze

Richtstrahlverbindungen sind seit Jahrzehnten in den Netzen der oberen Führung unserer Armee von wesentlicher Bedeutung. Diese Verbindungen sind ziemlich beweglich, rasch aufgebaut und auf dem Übertragungsweg durch Waffeneinwirkung kaum gefährdet. An ortsfesten Standorten lassen sich die Geräte gut schützen. Sorgfältige Planung der Strecken sowie der Zuteilung und Durchschaltung der NF-Kanäle sind jedoch unabdingbar.
In den fünfziger Jahren wurden die RB-Stationen in den Netzen der Uem Trp und der FF Trp eingeführt. Später kamen bei den FF Trp die Stationen R-910 hinzu. Mit diesen Stationen wurde nebst den Draht- und Funknetzen eine eigenständige Verbindungsebene für Mehrkanalübertragung gebildet.
In den Korps und Divisionen wurden die SE-213 eingeführt. Diese arbeiteten auf 350 MHz und waren primär für die Überbrückung schwieriger Geländeabschnitte gedacht, wurden also in die Drahtnetze integriert.
Ein wichtiger Schritt erfolgte Anfang der siebziger Jahre mit der Einführung der Richtstrahlstation R-902 und des Mehrkanalgerätes MK-5/4 in den Übermittlungsformationen der Stufe Korps und Division. Nun war es auch auf dieser Stufe möglich, über einen Übertragungsweg mehrere (4 oder 8) Kanäle gleichzeitig zu übertragen. Darüber hinaus stieg wegen der geringeren Dämpfung auch die Qualität der Sprechverbindungen erheblich an. Dem damaligen Stand der Technik entsprechend handelte es sich bei den MK-5/4 um Frequenzmultiplexsysteme, also um eine analoge Übertragungstechnik.
Bald zeigte sich in den R-902-MK-5/4-Netzen aber der im Zusammenhang mit der aufkommenden elektronischen Kriegführung (EKF) gravierende Nachteil jeder unverschlüsselten Funkverbindung: Sie kann abgehört werden. In den ortsfesten Netzen waren Sprachverschlüsselungsgeräte eingeführt worden. In den mobilen R-902-Netzen war dies aus technischen Gründen nicht möglich, da die entsprechenden Geräte zu gross geworden wären. Deshalb konnten auf dieser Stufe die qualitativ hochwertigen Richtstrahlkanäle nur schlecht genutzt werden.

Digitale Richtstrahlnetze

Eine praktische Lösung des Verschlüsselungsproblems zeichnete sich erst ab, als – parallel zur zivilen Fernmeldetechnik – der Übergang zur digitalen Übertragung möglich wurde. Dies erlaubte einerseits eine einfache und doch sichere Verschlüsselung der Sprachsignale und anderseits die problemlose Übertragung von Daten. Zudem konnte die Kanalzahl wesentlich erhöht werden.
Mitte der siebziger Jahre begannen die Vorarbeiten zur Digitalisierung der militärischen Richtstrahlnetze durch:

- Umbau der bestehenden R-902 auf Digitalbetrieb
- Neuentwicklung des Multiplexers MK-7
- Neuentwicklung des Bündelchiffriergerätes CZ-1
- Neuentwicklung der Richtstrahlstation R-915

Dieses Vorhaben wurde unter dem Begriff RIMUS zusammengefasst (vgl. PIONIER 10/87). Fernziel war, innerhalb der digitalisierten Richtstrahlnetze auch die automatische Vermittlung als Ersatz für die manuell bedienten Zentralen einzuführen (Projekt IMFS, Integriertes Militärisches Fernmeldesystem).
Technisch präsentieren sich die verschiedenen Geräte wie folgt: Das MK-7 fasst 15 Kanäle von je 32 kBit/s zusammen zu einem Bündel von 512 kBit/s. Die einzelnen Kanäle sind entweder analog und werden digitalisiert (Deltamodulation) oder es sind reine Datenkanäle. Bis zu vier Multiplexer können kaskadiert werden, was zu einem Bündel von 60 Kanälen mit einer Datenrate von 2 MBit/s führt. Anschliessend wird im Chiffriergerät CZ-1 das ganze Bündel gesamthaft verschlüsselt und auf ein F-4-Kabel gegeben. Am andern Leitungsende folgt schliesslich die Richtstrahlstation R-902 (512 kBit/s, d.h. 15 Kanäle) oder R-915 (2 MBit/s, d.h. 60 Kanäle).

Die Realisierung des IMFS in drei Teilschritten

Die Realisierung eines integrierten militärischen Fernmeldesystems ist im Gange. Sie wird in drei Teilschritten durchgeführt:

1. Schritt:

Umrüstung der R-902 auf Digitalbetrieb sowie Einführung der MK-7 und CZ-1 in einem Teil der bisherigen R-902-MK-5/4-Netze. Damit werden wesentlich mehr und zudem verschlüsselte, also abhörsichere Kanäle zur Verfügung gestellt.
Die dazu notwendigen Geräte wurden mit dem Rüstungsprogramm 84 (RP 84) beschafft, die Einführung bei der Truppe und deren Umschulung werden dieses Jahr abgeschlossen. Damit steigt die Leistungsfähigkeit der Richtstrahlnetze auf Stufe Korps und Division ganz erheblich.

2. Schritt:

Ersatz der inzwischen etwa 40jährigen RB-Stationen in den Netzen der oberen Führung der Uem Trp und der FF Trp durch R-915- Stationen sowie Beschaffung der dazu notwendigen MK-7- und CZ-1-Geräte und einiger Spezialausrüstungen. Dank der 2 MBit/s-Übertragung steigt das Kanalangebot stark an. Natürlich sind alle diese Kanäle verschlüsselt.
Diese Geräte werden mit dem RP 88 beschafft und ab 1991 der Truppe abgeliefert.

3. Schritt:

Erweiterung der Richtstrahlnetze auf Stufe Korps und Division sowie Einführung der digitalen automatischen Vermittlung in diesen Netzen. Dieser Schritt, der im Ausland in ähnlicher Form erfolgt, wird zurzeit konkret geplant und vorbereitet. Die notwendigen Beschaffungen, auch von weiteren R-915-Geräten, werden Gegenstand künftiger Rüstungsprogramme sein.
Im Moment befinden wir uns demnach am Beginn des zweiten Schrittes.
Die Richtstrahlstation R-915 ist also ein wesentlicher Bestandteil der zukünftigen digitalen militärischen Richtstrahlnetze. Sie ersetzt jetzt (mit dem RP 88) die veralteten RB-Stationen bei den Uem Trp und FF Trp. Sie soll später zusätzlich auch die Hauptlast der Übertragung in den geplanten, automatisch vermittelten Korps- und Divisionsnetzen tragen.

Das Richtstrahlsystem R-915

Das System R-915 ist eine Richtstrahlstation für den militärischen Einsatz. Übertragen werden ein digitaler Nutzkanal mit 2048 kBit/s Datenrate (Trennstelle gemäss CCITT) sowie ein verschlüsselter Dienstkanal. Eine Station kann als Terminal oder mit einer zweiten Station zusammen als Relais betrieben werden.
Entsprechend dem unterschiedlichen Einsatz existieren drei Versionen der Station R-915:

transportable Ausrüstung:	R-915/t
ortsfeste Ausrüstung, Einfachstrecke:	R-915/f 1+0
ortsfeste Ausrüstung, Doppelstrecke:	R-915/f 1+1

Die einzelne Station R-915 besteht aus mehreren Teilsystemen: Sender–Empfänger (SE), Bedienungsteil (BT), Antennenanlage und Zusatzmaterial. Im Gegensatz zur Richtstrahlstation R-902 ist die Hochfrequenzelektronik nicht mit dem Antennenspiegel in einem Geräteteil kombiniert. Dies verringert das Gewicht des Spiegels und ermöglicht es, bei Bedarf auch

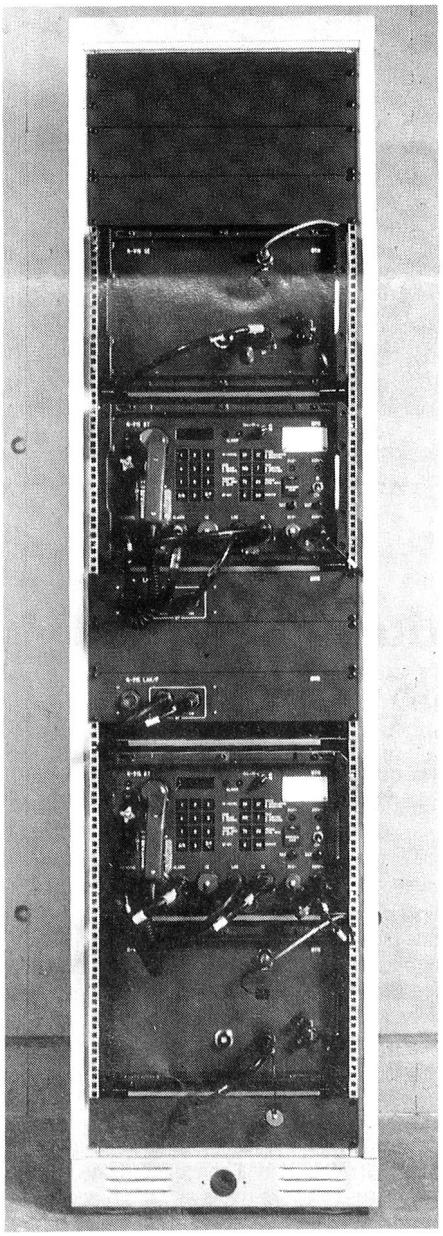
einen Antennenmast zu verwenden. Darüber hinaus wird der HF-Teil nicht exponiert, sondern kann an einem geschützten Ort plaziert werden.
Sowohl der Sender–Empfänger als auch der Bedienungsteil sind bei allen drei Versionen identisch. Unterschiede bestehen hingegen bei der Antennenanlage, indem bei der ortsfesten Station grössere Spiegel und längere HF-Zuführungen mit Wellenleitern eingesetzt werden können. Die transportable Ausrüstung umfasst Schwingrahmen für SE und BT, während bei den ortsfesten Einrichtungen diese Geräteteile in Gestelle montiert werden.
Bei den ortsfesten Stationen ist der Betrieb einer Doppelstrecke möglich. Dabei wird ein einziger Nutzkanal gleichzeitig über zwei Richtstrahlverbindungen übertragen. Eine Umschalteinheit wählt empfängerseitig das jeweils bessere Signal aus und leitet dieses weiter. Beim Streckenwechsel geht kein einziges Bit des Nutzdatenstromes verloren. Die beiden Strekken werden mit unterschiedlichen Frequenzen betrieben. Eine Doppelstrecke erhöht auf diese Art die Verbindungszuverlässigkeit signifikant, da die Auswirkungen von Schwund, beabsichtigten Störungen und Gerätedefekten weitgehend eliminiert werden. Zudem kann eine Station gewartet werden, ohne dass die Verbindung unterbrochen werden muss.
Die Verbindungsdistanz beträgt je nach Antenne maximal 120 km. Mit zwei Relais-Zwischenstationen kann diese Distanz verdreifacht werden. Primär werden die Relais aber dazu gebraucht, kürzere Strecken ohne Sichtverbindung zu überbrücken.
Der Dienstkanal überträgt sowohl die Sprach- als auch die Rufsignale und ist verlängert bis zu den entsprechenden MK7-Geräten. Die Bedienmannschaft muss sich also nicht permanent am Standort des Bedienungsteiles aufhalten, sondern kann gleichzeitig an verschiedenen Stellen auf den Dienstkanal zugreifen. Auf der Funkstrecke ist der Dienstkanal mit einem wählbaren Schlüssel gesichert.

Aufstellung

Die Aufteilung der Richtstrahlstation auf mehrere Komponenten bildet einen guten Kompromiss zwischen den technischen Erfordernissen und der Freizügigkeit hinsichtlich Anlagenplazierung.
Ein einziges Kabel verbindet den Bedienungsteil mit dem Sender–Empfänger. Über dieses Kabel erfolgt auch die Speisung des letzteren. Dank der wasserdichten Gehäuse und Steckerverbindungen ist es ohne weiteres möglich, den Sender–Empfänger einzugraben und so zu schützen.
Die Antenne wird auf ein Stativ montiert und abgespannt. Deren Ausrichtung auf die Gegenstation erfolgt mit dem Antennenrichtgerät, welches direkt am Stativ angebracht werden kann und die Feldstärke des empfangenen Signales anzeigt. Mit demselben Gerät lässt sich auch die von der Antenne abgestrahlte HF-Leistung des eigenen Senders kontrollieren.
Über ein zweiadriges Feldkabel lässt sich ein Telefon relativ weit vom Bedienungsteil absetzen und erlaubt dort den Zugriff auf den Dienstkanal.
Für den Transport wird die Station zerlegt in acht Traglasten, deren schwerste 36 kg wiegt. Das Gesamtgewicht beträgt etwa 200 kg.
Die ortsfesten Ausrüstungen werden in schockgeprüften Gestellen untergebracht. Über sehr dämpfungsarme Wellenleiter kann die Antenne weit vom Sender–Empfänger abgesetzt werden. Grössere Antennen erlauben auch eine Verlängerung der Funkdistanz.
Die Speisung erfolgt aus einer Wechselspannungsquelle von 220 Volt oder aus einer Gleichspannungsquelle von 24 Volt. Die Umschaltung (beispielsweise bei Netzausfall beziehungsweise -wiederkehr) erfolgt automatisch und ohne Betriebsunterbruch.

Bedienung

Die Bedienung umfasst die Eingabe und Abfrage der Frequenzkanäle, des Dienstkanalschlüssels, der Betriebsart (Terminal/Relais) und der Sendeleistung.
Zusätzlich können zwei Funktionstests ausgelöst werden. Sie dienen der Kontrolle der Station vor der Inbetriebnahme und der Fehlereingrenzung bei Defekten. Beide Tests laufen vollautomatisch ab.
Um die Bedienung einfach zu gestalten, werden alle in diesem Zusammenhang stehenden Aufgaben von einem Mikrorechner übernommen. Dies ermöglicht eine dialogähnliche Eingabe der Daten und auch deren Plausibilitätsprüfung. Erprobungen mit WK-Einheiten haben gezeigt, dass Milizsoldaten ohne weiteres während einem einzigen WK auf das neue Richtstrahlsystem umgeschult werden können.
Das System R-915 verfügt über eine Selbstdiagnoseeinrichtung, welche während dem Betrieb auftretende Fehler entdeckt und meldet. Dabei wird unterschieden zwischen Dringend- und Nichtdringendalarmen. Bei ersteren ist die Nutzdatenübertragung unterbrochen. So bewirkt beispielsweise bei einer Doppelstrecke der Totalausfall eines Sender–Empfängers nur einen Nichtdringendalarm, während bei einer Einfachstrecke derselbe Fehler einen Dringendalarm auslöst.
Die Alarme werden akustisch und optisch ausgegeben und zusätzlich auf den Dienstkanal geschaltet. Somit wird die Bedienmannschaft auch beim CZ-1 oder beim abgesetzten Telefon erreicht.
Die ganze Station kann über das F-4-Kabel oder eine separate Signalleitung mit Hilfe eines Tischrechners vollständig fernüberwacht und ferngesteuert werden. Dadurch wird die Integration in zukünftige Kommunikationsnetze sichergestellt. Diese Möglichkeit besteht für alle drei Versionen des Systems R-915. Der Rechner wird dabei direkt am Bedienungsteil oder aber am zugehörigen und weit absetzbaren CZ-1 angeschlossen. Es ist damit möglich, zahlreiche Richtstrahlverbindungen von einem zentralen Rechner aus zu überwachen und zu bedienen.



Gestell für eine Doppelstrecke / Châssis pour une voie double.

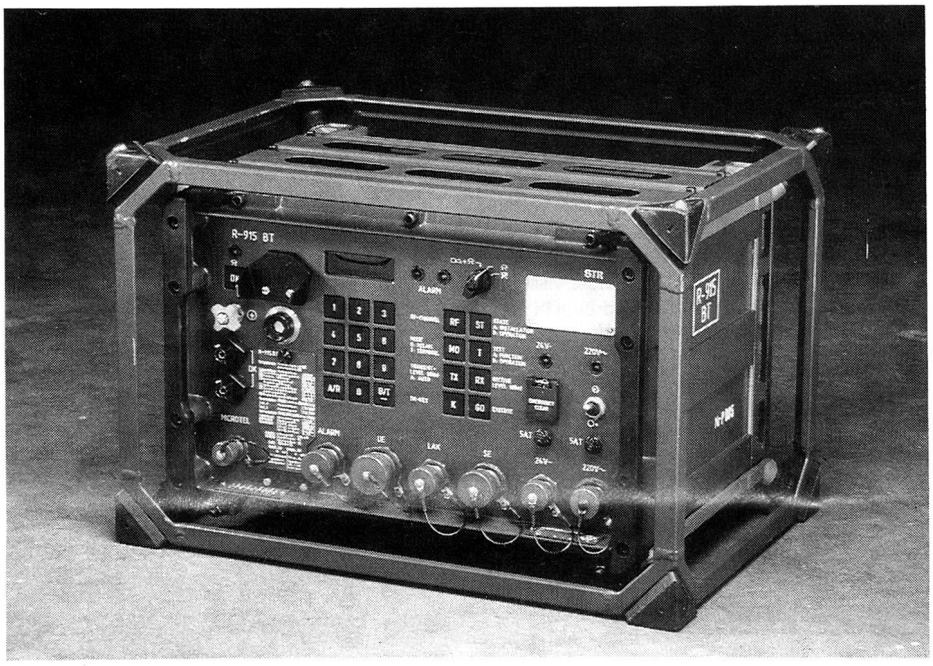
Massnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit

An ein Richtstrahlsystem im militärischen Einsatz werden zum Teil andere Anforderungen gestellt als an eine zivile Version. Die härteren klimatischen Bedingungen stellen dabei nur eine Komponente der militärischen Anforderungen dar.
Gerade für den Einsatz in einer Milizarmee kommt auch der einfachen Bedienung grosse Bedeutung zu. Dabei ist weniger die Erstausbildung problematisch als vielmehr die selbständige Gerätebeherrschung nach einigen Jahren Trainingsunterbruch. Mit der dialogartigen Bedienung des R-915 wird diesem Umstand Rechnung getragen.
Grosse Unterschiede gegenüber einem zivilen Einsatz treten auch im Unterhaltskonzept auf. Da von Anbeginn an das System R-915 als militärische Station geplant war, konnten bei der Entwicklung konsequent auch die logistischen Einsatzbelange berücksichtigt werden. Dies führte zu folgendem Konzept:
Das System wird aus technischen und betrieblich-taktischen Gründen aufgeteilt auf Teilsysteme (Sender–Empfänger, Bedienungsteil, Antennenanlage). Die komplexeren Teilsysteme SE und BT werden wiederum aufgeteilt in Baugruppen. Das sind von ihrer Funktion her abtrennbare Einheiten und umfassen beispielsweise eine Leiterplatte oder eine HF-Filtergruppe. Jede Baugruppe ist definiert durch ihre Schnittstellenspezifikation und ist hinsichtlich diesen testbar. Sämtliche Abgleicharbeiten beschränken sich auf die jeweilige Baugruppe. Mit andern Worten, nach dem Zusammenbau der diversen Baugruppen ist das Gesamtsystem sofort funktionsfähig, ein Abgleich auf Systemstufe entfällt vollständig.
Der Vorteil dieses Konzeptes ist offensichtlich: Bei Störungen während dem Einsatz genügt es,

die defekte Baugruppe zu ersetzen und das System ist wieder einsetzbar.
Dieser Vorteil lässt sich natürlich nur dann ausspielen, wenn die defekte Baugruppe tatsächlich gefunden wird. Auch diesem Umstand wurde bei der Entwicklung Rechnung getragen. Die vielstufigen Sende- und Empfangspfade sind hinsichtlich der Signalpegel und -frequenzen streng reziprok aufgebaut. Damit wird es möglich, auch ohne Gegenstation eine einzelne Station zu überprüfen, indem Testschlaufen geschaltet werden. Beginnend bei der basisbandseitigen Schnittstelle lassen sich sukzessive Paare von Sender- und Empfängerbaugruppen kontrollieren und so Fehler lokalisieren.
Diese Testschlaufen und die dazu notwendigen Hilfssignalgeneratoren sind bereits in den Geräten angelegt und werden vom internen Rechner auf Befehl aktiviert. Dabei wird zwischen mehreren Stufen unterschieden:
Ein Funktionstest gestattet dem Bediener (Pionier), die Station zu überprüfen. Dazu wird keine Antenne angeschlossen. Dieser Test ist beispielsweise schon beim Fassen der Anlage im Zeughaus durchführbar und dauert etwa eine Minute.
Während dem Betrieb überwacht sich die Station selber und meldet Unregelmässigkeiten mit den schon erwähnten Dringend- oder Nichtdringendalarmen. Dabei werden stationsexterne und -interne Ursachen unterschieden. Nun kann der Bediener den Betriebstest auslösen. Dabei wird die Nutzverbindung unterbrochen, die ja bei einem Nichtdringendalarm nach wie vor besteht. Aus diesem Grund wird der Betriebstest manuell ausgelöst. Falls eine gegnerische Störung den Nutzdatenstrom blockiert, wird auch diese Ursache erkannt und dem Bediener angezeigt.
Nach diesem Betriebstest, für den keinerlei weitere Hilfsmittel erforderlich sind, ist der Fehler bis auf Stufe Gerät lokalisiert. Der Bediener kann das entsprechende Gerät austauschen und an einen Gerätemechaniker weiterleiten.
Der Gerätemechaniker seinerseits lokalisiert den Fehler bis auf Stufe Baugruppe. Dazu stehen ihm weitere, im System integrierte Tests zur Verfügung. Im Gegensatz zu den bereits beschriebenen Tests handelt es sich hier um statische Tests. Das heisst, dass die verschiedenen Schlaufen erst auf expliziten Befehl hin aktiviert werden. Als Hilfsmittel werden eine funktionstüchtige Station, ein Werkzeugkoffer für Übermittlungsgerätemechaniker und ein Multimeter benötigt. Der Truppenhandwerker kann demnach auch unter feldmässigen Bedingungen arbeiten.
Anhand eines checklistenartigen Fehlersuchplanes aktiviert der Gerätemechaniker die diversen Testschlaufen und interpretiert die Resultate. Damit wird die defekte Baugruppe identifiziert. Der Baugruppentausch erfolgt mit wenigen Werkzeugen und fast durchwegs in kürzester Zeit. Mit einem anschliessenden automatischen Funktionstest kann die Reparatur zweifelsfrei abgeschlossen werden.
Die defekten Baugruppen werden nicht mehr vom Gerätemechaniker bei der Truppe repariert, sondern zurück zur Basis geschoben (Unterhaltsstufe III).
Mit diesem Unterhaltskonzept wird erreicht, dass eine ausgefallene Verbindung schnell wieder funktionstüchtig wird und dass der logistische Aufwand in der Nähe des Einsatzstandortes trotzdem klein bleibt.

EKF – Massnahmen und NEMP-Schutz

Ein weiteres, spezifisch militärisches Beurteilungskriterium eines Übermittlungsmittels ist dessen EKF-Resistenz. Naturgemäss werden genaue Angaben zu diesem Thema restriktiv behandelt. Es sei deshalb an dieser Stelle lediglich bemerkt, dass ESM-Massnahmen beim R-915 verwirklicht wurden. Ebenso wurden die einschlägigen Massnahmen getroffen, um die Station gegen NEMP-Schläge zu schützen.



Ansicht des Bedienungsteiles / La partie de service.

Traduit en français par Cyril Troyanov

Le fonctionnement du système à ondes dirigées R-915

Résumé d'une conférence donnée dans le cadre du colloque «Krieg im Äther», à l'EPF Zurich, au mois de janvier 1989. (Les auteurs: Peter Stutz, Roland Häring et Martin Meyer, Standard Telephon und Radio AG)

Réseau à ondes dirigées analogiques

Le système de transmissions à ondes dirigées fait partie du réseau de communications du haut commandement de notre armée, et ce pour une raison essentielle: ces transmissions sont mobiles, rapidement installées et ne sont pratiquement pas troublées lors de l'utilisation des armes. Les instruments peuvent être aisément protégés en terrain stable. Cependant une préparation minutieuse des lignes ainsi que leur attribution et la sélection des canaux à basse fréquence sont indispensables.
Dans les années cinquante la station RB a été intégrée au réseau des troupes de transmission ainsi qu'auprès des troupes d'aviation et DCA; plus tard, des stations R-910 ont également été introduites auprès de ces dernières. L'intégration de ces stations au système des transmissions a rendu possible la création d'un réseau à voies multiples aux côtés du réseau radio et du réseau fil.
En revanche, dans les corps d'armée et au sein des divisions, c'est un autre appareil – le SE-213 – qui a été introduit. Cet appareil fonctionnait à 350 MHz et était conçu à l'origine uniquement pour servir de relais en terrain accidenté; il faisait donc partie intégrante du réseau fil.
Au début des années septante, l'introduction de la station à ondes dirigées R-902 et de l'installation à voies multiples MK-5/4 au sein des équipes de transmission au niveau des corps d'armée et des divisions constitue un grand progrès. En effet, il devenait possible à ce niveau d'effectuer des communications simultanément sur plusieurs (4 ou 8) canaux au moyen d'un seul type de transmission. En outre, la qualité du son s'en trouvait améliorée du fait du nombre restreint de facteurs de perturbation.
Par rapport à l'état de la technique de l'époque, le MK-5/4 correspondait à un système en multiplexe de fréquences, en d'autres termes à une technique de transmission analogique.
Très vite, les réseaux R-902 et MK-5/4 ont montré des défauts inhérents à toute transmis-