



IuK- Sammlung der BABZ

Das Funkgerät 6 / 6a von SEL

Das FuG 6 darf von sich sagen, dass es das erste deutsche Handfunkgerät ist: Also ein Gerät das man zum Betrieb in die Hand nimmt und an Mund und Ohr hält. Vollständig, mit dem gesamten Zubehör und der Transportkiste, ist ein FuG 6a eines der schönsten Stücke der Sammlung.

Wie neu war die Idee wirklich?

Um diese Frage zu beantworten muss man einen Blick in das Umfeld des Gerätes werfen: Die Firma Standard Elektronik Lorenz entstand aus der C. Lorenz AG und der Standard Elektrik AG, nach dem zweiten Weltkrieg. Beide Unternehmen waren, schon vor dem Krieg, Töchter der ITT (International Telephone & Telegraph Corporation) aus den USA. C. Lorenz baute ab 1936 Funkgeräte im UKW- Bereich. Ein wichtiges Einsatzgebiet war die Luftfahrt, hier spielten Gewicht und Größe eine entscheidende Rolle. Lorenz bzw. SEL hatte also bereits Erfahrung mit dem Bau kleiner und leichter Funkgeräte. Zusätzlich hatte SEL, als Tochter eines amerikanischen Unternehmens, sehr wahrscheinlich Zugang zu den Entwicklungen in den Staaten und einen leichteren Neustart nach dem Krieg.



Das FuG 6 und seine Trageweise an der Brust

Ab 1944 wurde bei der Wehrmacht der Kleinfunksprecher d eingeführt. Das Gerät arbeitete von 32 bis 38 MHz und bestand aus einem Batteriekasten und dem eigentlichen Funkgerät. Die Batterie wurde am Gürtel getragen und das Gerät an der linken Brustseite. Zum Betrieb wurde eine 1,5 V und eine 110 V Batterie benötigt. Die US-Armee verfügte mit dem SCR-536/BC 611 über ein Handfunkgerät, das im 80m- Band arbeitet. Dieses Gerät wurde, mit der Bezeichnung Fox, nach dem zweiten Weltkrieg auch bei der Schweizer Armee eingesetzt.

Telefunken arbeitet in den 50'iger Jahren auch an Kleinfunkgeräten im UKW- Bereich. Die mit Teleport IV und V bezeichneten Geräte bestanden aus zwei Teilen. Das Funkgerät wurde auf der Brust getragen und die Batterie auf dem Rücken. Diese Geräte ermöglichten eine gute Bewegungsfreiheit, z.B. im Rangierdienst der Bahn, waren aber noch 6,4 kg schwer.



Kleine „Bleistiftröhren“ benötigten nur noch 50- 200 mW Heizleistung und erlaubten den Bau dieser kleineren Funkgeräte. Die 110 V Batterie war nicht mehr nötig, da die Teleport- Geräte mit einem Zerhacker arbeiteten. Den technischen Einzelheiten (Bleistiftröhre, 110V- Batterie oder Zerhacker) wenden wir uns später zu.

Alle Merkmale des Funkgerät 6 waren bekannt oder vorhanden. Das wirklich Neue war das Zusammenführen der Ideen und technischen Möglichkeiten zu einem Gerät: Ein Gerät das die Trageweise des Kleinfunkgerätes d übernahm und die Form des BC 611 weiter entwickelte und mit Bleistiftröhren und Zerhacker arbeitete. Das Ergebnis war das erste Handfunkgerät im UKW- Bereich.

Einsatz des FuG 6 / 6a im Luftschutzhilfsdienst

Das FuG 6 oder sein Nachfolger das FuG 6a, wurde in den Brandschutz-, Bergungs-, Sanitäts- und den örtlichen ABC- Bereitschaften eingesetzt. Auch die Bereitschaften des Lenkungs- und Sozialdienst war mit einem Gerätesatz ausgestattet. Die Bereitschaften bestanden aus vier Zügen, von denen der vierte Zug zur Versorgung der Bereitschaft vorgesehen war. Die Bereitschaft verfügte über einen DKW- Munga als Führungsfahrzeug. Für die Zugführungen sollten, im Einsatzfall, PKW beordert werden. Der DKW- Munga war mit einem FuG 7 oder FuG 8 und einem Kurbelhubmast das einzige Fahrzeug das über eine 4m- Funkanlage verfügte.



Der DKW-Munga als Führungsfahrzeug der Bereitschaften und selbständigen Züge

Zusätzlich war die Bereitschaft mit vier FuG 6 oder 6a ausgerüstet. Dies legt nahe, dass die Geräte für die Bereitschaftsführung und die Zugführungen der drei „Einsatzzüge“ vorgesehen waren, um die interne Kommunikation sicher zu stellen. Die Kommunikation nach Außen sollte dann über die Bereitschaftsführung, mit ihrer 4m- Anlage erfolgen.



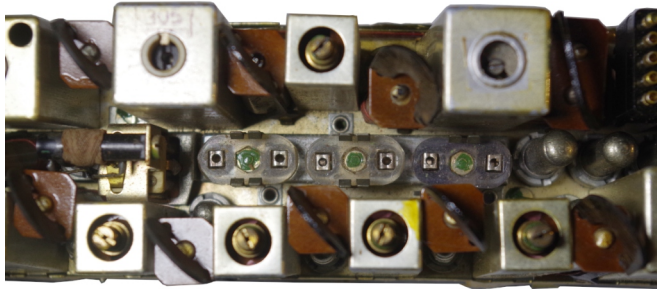
Der Lade- und Instandsetzungskraftwagen

Die überörtlichen Fernmeldezüge verfügten über einen Lade- und Instandsetzungskraftwagen. Dieser war als rollende Funk- und Fernmeldewerkstatt und Ladestelle für Akkus konzipiert. Der Einsatz von röhrenbestückten Funkgeräten führte dazu, dass defekte Röhren ausgetauscht werden mussten. Nach dem Tausch musste das Funkgerät wieder neu abgeglichen werden. Hierzu verfügte der L und I über ein Funkprüfgerät a so wie über einen Satz Ersatzröhren für das FuG 6 / 6a. Zusätzlich befand sich im Fahrzeug ein Regal um 40 Bleisammler (Akkus) zu laden. Der Zug selber verfügte über keine FuG 6 / 6a.



Der Unterschied zwischen FuG 6 und FuG 6a

Das FuG 6a war eine Weiterentwicklung des FuG 6: Das FuG 6 war für den Betrieb mit 16 Kanälen vorgesehen, vor dem Einsatz mussten jedoch drei Kanäle ausgewählt und die entsprechenden Schwingquarze in das Gerät gesteckt werden. Dies konnte durch den Anwender selbst durchgeführt werden. Unter dem Trageband, auf der Rückseite des Gerätes, befand sich eine Abdeckung. Nach Entfernen der Abdeckung waren die Steckplätze zugänglich. Zum Gerät gehörte ein Kästchen mit 16 Quarzen und einer Zange zum Wechseln der Quarze.



Steckplätze der Quarze im Gerät



Das Kästchen mit Quarzen und Zange

„Beim Einsetzen der Quarze ist keine Gewalt an zu wenden, damit die Kontaktstifte nicht verbogen werden oder abbrechen.“ rät die Anleitung.



FuG 6

Optisch lassen sich FuG 6 und 6a leicht unterscheiden. Das FuG 6a hat einen größeren Kanalwahlschalter. Der kleinere Schalter des FuG 6 konnte auch in einer Stellung blockiert werden, wenn das Gerät nur auf einem Kanal betrieben wurde.



FuG 6a



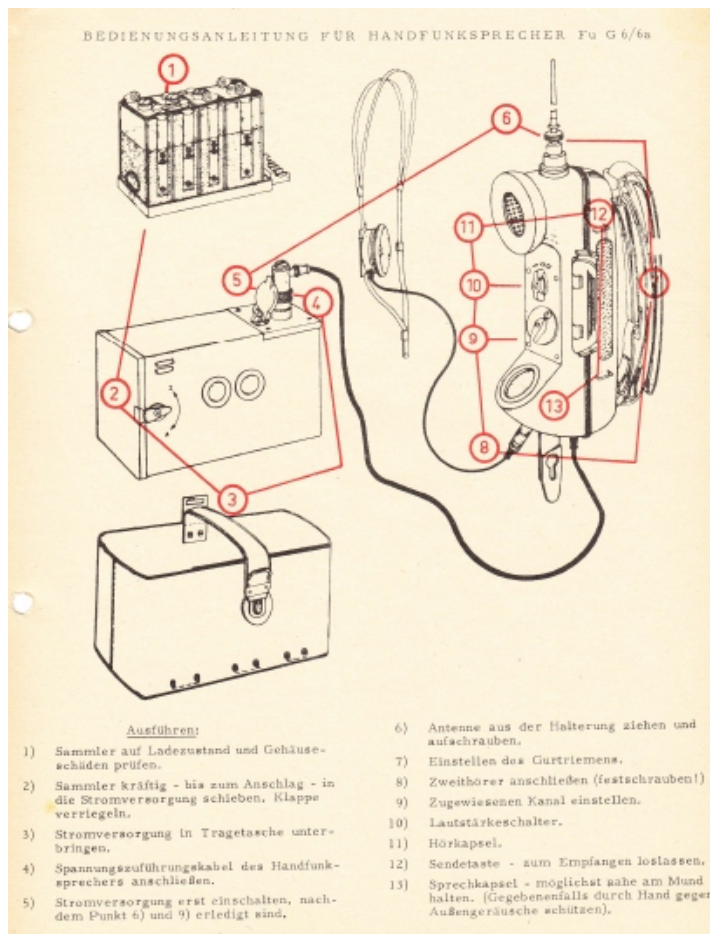
Beschreibung des Gerätes

Vom Hersteller Standard Elektrik Lorenz wurde das Gerät als KL 9 bezeichnet und auch in einer 4m-Version angeboten. Die älteste Beschreibung stammt aus dem Jahre 1958. In der Zeitschrift Ziviler Bevölkerungsschutz wurde das Gerät 1960 beschrieben. In der 2m-Version hatte das Gerät 0,15 W Sendeleistung und als Reichweite, im offenen Gelände, wurden 3 bis 5 km angegeben, die aber in eng bebauten Ortschaften auf 300 m sinken konnte. Das Kanalaraster betrug 100 kHz.

Die Kanäle wurden mit 3, 4, b, 5, 6, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n bezeichnet.

„Bei mangelnder Verständlichkeit empfiehlt es sich, den Kopf leicht zur Seite und nach vorn zu neigen, damit die Antenne möglichst senkrecht zu stehen kommt.“ rät der Hersteller im Handbuch.

Auch wenn das Gerät Ähnlichkeit mit einem Telefonhörer hatte, war es noch kein wirkliches Handfunkgerät: Da es mit Miniatur-Röhren bestückt war, benötigte es noch ein Stromversorgungsgerät. Dieses wurde am Gürtel getragen und erzeugte die nötigen Spannungen und enthielt, die als Sammler bezeichneten, Flüssig-Akkumulatoren.



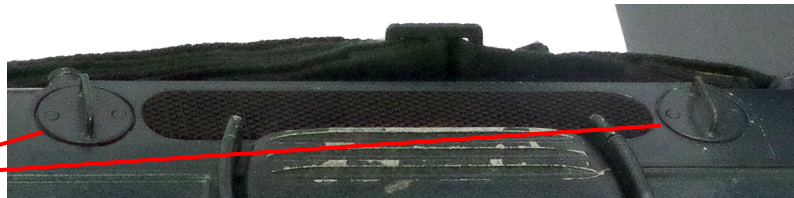
Der Ladezustand konnte am Sammler durch farbige Kügelchen erkannt werden. Diese sanken je nach Ladezustand unterschiedlich tief, hinter einer verglasten Öffnung, nach unten: Da sich mit dem Ladezustand der Flüssigkeit auch die Dichte änderte, lies sich durch den Auftrieb, den die Kügelchen erhielten, der Zustand anzeigen. Neben den Blei- Batterien standen auch Nickel- Cadmium Batterien zur Verfügung. Diese verfügten jedoch nicht über eine Ladezustandsanzeige, da sie keine Flüssig-Akkumulatoren waren.

Bei 20% Sendebetrieb wurde eine Einsatzdauer von 10 Stunden angegeben.



Die Blattantenne wurde oben auf das Gerät aufgesteckt. Zum Transport wurde sie um das Gerät gelegt und dazu in Halterungen am Gerät geschoben. Um das FuG 6 an ein Antennenkabel anzuschließen (z.B. im Fahrzeugbetrieb) gab es einen Adapter.

Halterung für die Antenne



Die Hörgarnitur wurde mit den Bändern am Kopf über dem rechten Ohr getragen. Das Gerät sollte mit der linken Hand genutzt werden. Die Tragetasche für das Stromversorgungsgerät ist aus schwarzem Leder. So wie man sie auch auf den meisten Bildern findet. Für den Zivilschutz musste jedoch eine Tasche aus Segeltuch und Gurtmaterial reichen...



Transportiert wurde das FuG 6 / 6a in einem Kofferchen aus Sperrholz, welches mit einer grünen Folie beklebt war. Der Zivilschutz verwendete einen Blechkasten, mit einer gelb-grünen Lackierung, wie sie auch bei den Fahrzeugen des Luftschutzes in dieser Zeit üblich war .

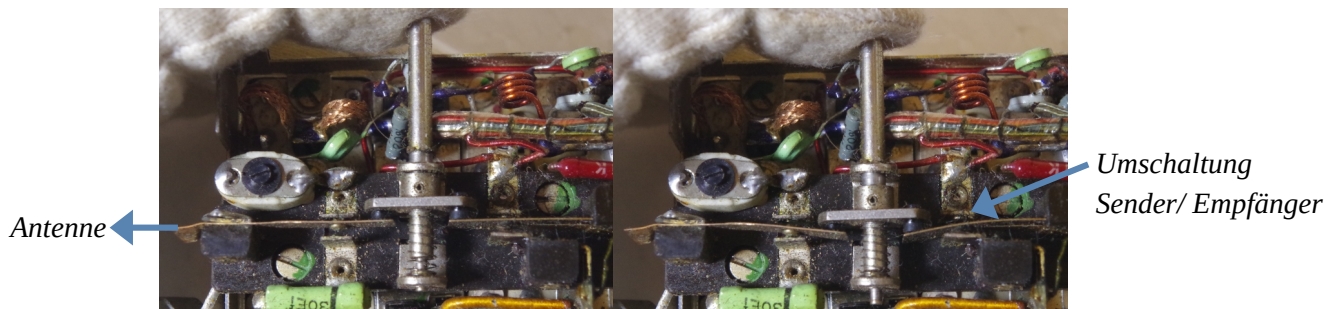




Aufbau und Funktionsweise

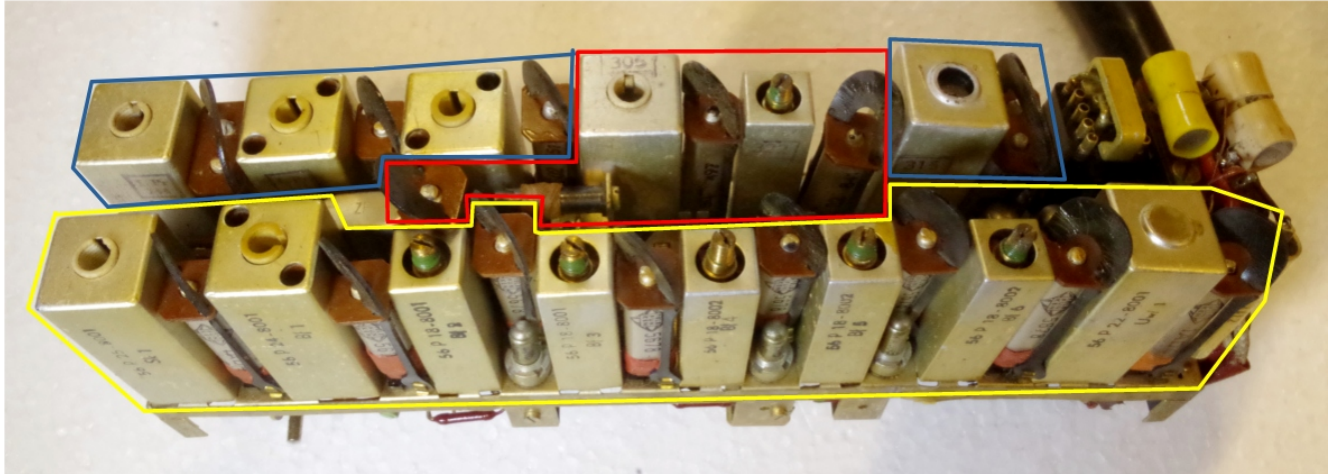
Das Gehäuse besteht aus zwei Schalen, nach Entfernen der Schalter kann es leicht zerlegt werden. Lediglich der Anschluss für die Antenne muss abgelötet werden. Die gesamte Schaltungstechnik befindet sich auf einem Metallrahmen. Auf dem Rahmen befinden sich die Halterungen für die Röhren und die Übertrager. Die Verdrahtung so wie weitere kleiner Bauteile befinden sich auf der gegenüber liegenden Seite. Die Bauteile sind im Rahmen direkt verdrahtet. Der Aufbau auf Platinen war zu dieser Zeit noch nicht üblich.

Das Funkgerät besteht aus drei Hauptteilen: Dem Oszillator zur Frequenzerzeugung, dem Empfangs- und Sendezug. Beide Züge nutzen den Oszillator gemeinsam. Durch das Drücken der Sprechaste wird die Antenne vom Empfangszug auf den Sendezug umgeschaltet und der Empfänger aus und der Sender ein geschaltet.

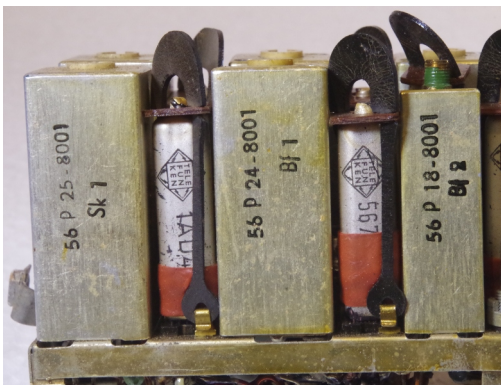




Die drei Hauptteile des Funkgerätes: rot – Frequenzerzeugung, gelb – Empfänger, blau – Sender



Verwendete Röhren

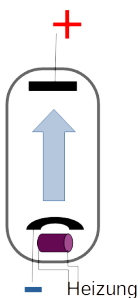


Die beiden Röhrentypen im Gerät eingebaut

Alle Röhren sind gesteckt und durch ein schwarzes Gummiband gesichert. Im Gerät befinden sich Miniatur-Röhren (Bleistiftröhren) des Typs 1AD 4 und 5678. Beide Röhren sind Hochfrequenz- Pentoden. Die 1 AD 4 ist eine Verstärkerröhre für Hoch- und Niederfrequenz, die 5678 eine Allzweckröhre für Hoch- und Niederfrequenzverstärker, Mischer und Oszillatoren. Der Hersteller der Röhren ist der direkte Konkurrent Telefunken.



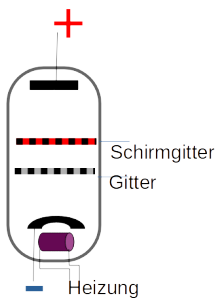
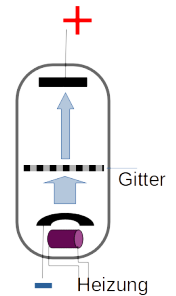
Der Grundgedanke von Pentode und Transistor ist gleich, ein kleines Signal regelt einen größeren Stromfluss, in der Umsetzung des Prinzips liegt der Unterschied: Im Transistor wird diese Aufgabe durch Halbleiterschichten gelöst. In der Röhre wird, in einem Vakuum, ein Elektronenstrahl beeinflusst.



An die Anode wird eine positive Spannung und an die Kathode eine negative Spannung angelegt. In der Röhre herrscht ein Vakuum. Die Elektronen an der Kathode werden durch die Anode angezogen. Ist die Spannung ausreichend groß, wandern die Elektronen durch das Vakuum. Um das Lösen und Freisetzen der Elektronen an der Kathode zu verstärken, wird die Kathode geheizt. Die Spannung bei der die Elektronen wandern können, wird als Anodenspannung bezeichnet.

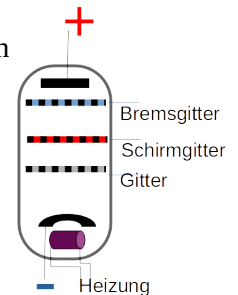


In die Röhre wird ein Gitter eingebaut. Eine Spannung die am Gitter anliegt, kann den Strom der Elektronen nun steuern.



Gitter und Anode wirken in der Schaltung wie ein Kondensator, was sich mit steigender Frequenz nachteilig auswirkt und zu Signlrückkopplungen führt. Deshalb fügt man zwischen Gitter und Anode noch ein Schirmgitter ein. Dieses Gitter ist positiv geladen und verringert diesen Effekt.

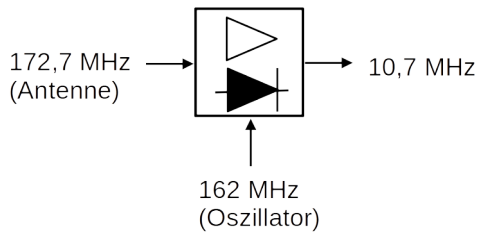
Mit dem Schirmgitter ist die Röhre nun für die Hochfrequenzen tauglich. Leider gibt es an der Anode nun noch ein weiteres Problem: Teilweise prallen die Elektroden beim Auftreffen von der Anode wieder ab, zusätzlich löst der „Einschlag“ der Elektroden andere Elektroden aus der Anode. Diese Elektroden treiben sich nun unmotiviert zwischen Anode und Schirmgitter herum und senken die Steilheit der Kennlinie. Dies verhindert schnelle Schaltvorgänge. Durch das Schirmgitter werden die Elektronen stark beschleunigt. Um die Elektroden von ihrem schändlichen Treiben abzuhalten ist es am Besten sie erst gar nicht entstehen zu lassen. Deshalb setzt man vor die Anode noch ein Bremsgitter, welches die ankommenden Elektronen abbremst. Nun ist die Pentode bereit für ihren Einsatz im FuG 6.



Funktionsprinzip des Empfangszuges

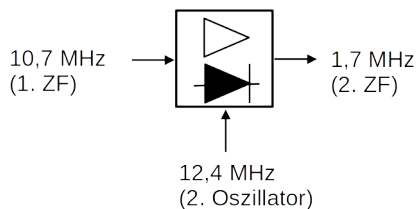
Die Aufgabe eines Empfängers ist, aus dem Gemisch der Frequenzen, die an der Antenne anliegen, die gewünschte Frequenz auszufiltern und am Ende daraus das Audiosignal zu erzeugen. Dabei muss der Empfänger sehr genau arbeiten, denn schon 100 kHz höher oder tiefer befindet sich der nächste Kanal. Dieser als Kanalraster bezeichnete Abstand hat sich später bei den BOS- Geräten auf 20 kHz verkleinert. Aktuell wird im Sprechfunk ein Kanalraster von 12,5 kHz angestrebt. Der Empfänger muss dazu folgenden Bedingungen erfüllen: Er muss trennscharf sein und einen größeren Frequenzbereich abdecken, damit alle Kanäle nutzbar sind. Einen solchen Universalempfänger / Filter zu bauen ist teuer und sehr aufwendig und auch nicht einfach zu betreiben, da er genau abgestimmt sein muss.

Einen Filter zu bauen, der sehr trennscharf ist wird einfacher, wenn er nur eine feste Frequenz filtern muss die nicht zu hoch ist. Also muss die gewünschte Eingangsfrequenz auf die Frequenz des Filters herunter gesetzt werden. Dies geschieht in einem Mischer.



Ihm wird die Frequenz von der Antenne und aus dem „Hauptoszillator“ eine zweite Frequenz (die zum gewünschten Kanal passt) zugeführt. Am Ausgang entsteht eine Frequenz, die sich aus Eingangs- Frequenz minus Oszillator- Frequenz errechnet. Ist diese 10,7 MHz wird sie vom Filter hinter dem Mischer durchgelassen. Man bezeichnet sie als Zwischenfrequenz. Damit ist das Ausfiltern des gewünschten Kanals geschafft.

Leider ergibt eine Frequenz am Eingang die sich aus Oszillator (z.B. 162 MHz) minus Ausgang (10,7 MHz) berechnet (in diesem Beispiel 151,3 MHz) am Ausgang auch 10,7 MHz. Diese Frequenz nennt man Spiegelfrequenz. Deshalb wählt man die Zwischenfrequenz nicht zu klein, damit diese Spiegelfrequenz weit genug außerhalb des benutzten Bereichs liegt und so nicht auftritt.



Nun haben wir zwar den gewünschten Kanal aber die Filterung ist noch nicht trennscharf genug. Um einen entsprechenden Filter bauen zu können muss die Zwischenfrequenz kleiner werden. Also das Ganze noch mal: Ein zweiter Mischer setzt die Frequenz auf 1,7 MHz herunter, diesmal nach dem Prinzip Oszillator minus Eingangsfrequenz.

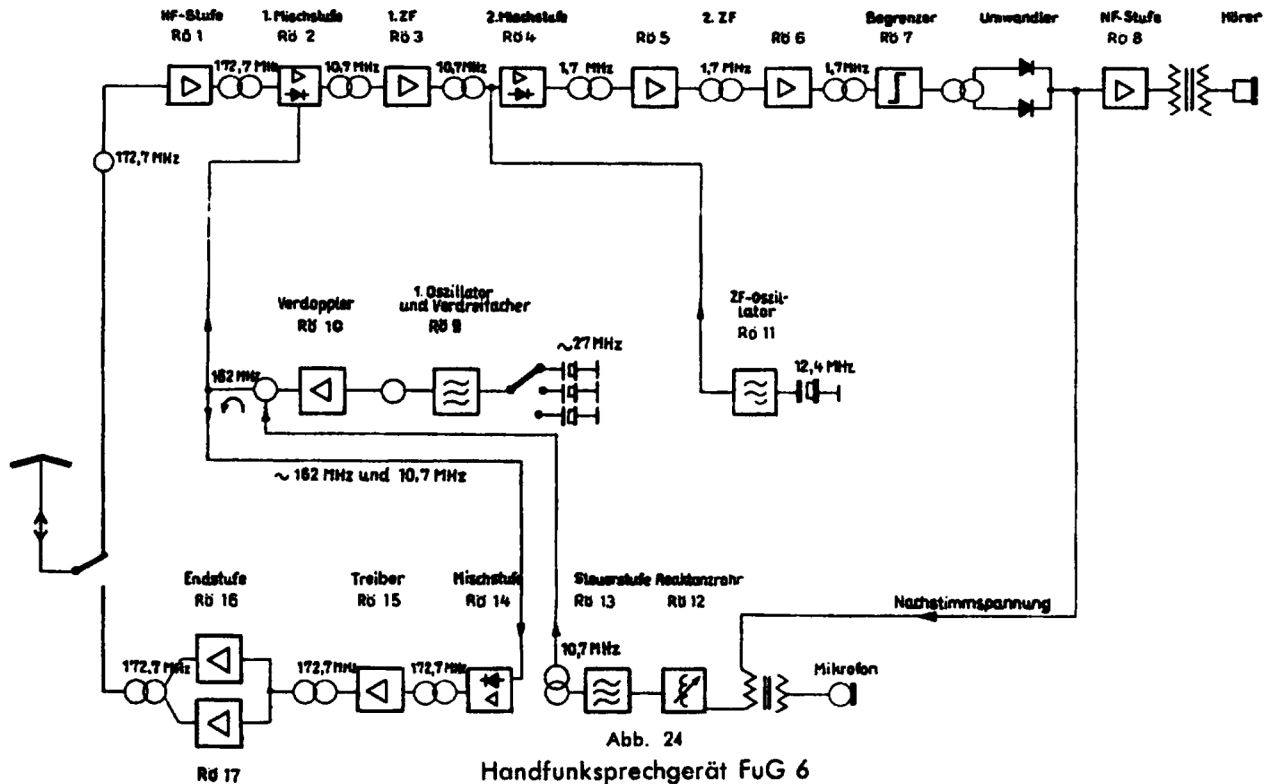
Für 1,7 MHz lässt sich nun eine ausreichend genauer Filter herstellen. Im vorletzten Schritt wird das Audiosignal wieder zurück gewonnen und im letzten Schritt verstärkt. Empfänger die nach diesem Prinzip arbeiten werden als Doppelsuper oder Zweifach- Superheterodynempfänger bezeichnet.

Funktionsprinzip des Sendezuges

Im Sender wird eine Frequenz von 10,7 MHz erzeugt, diese wird durch das Sprachsignal frequenzmoduliert. Dazu wird das Signal des Mikrofons auf eine Röhre geführt, die als Reaktanzrohr arbeitet. Das Reaktanzrohr stellen einen veränderbaren Kondensator dar, der seinen Kapazität, entsprechend den Sprachsignalen, verändert. Die Kapazität wird mit dem Schwingkreis, der die 10,7 MHz erzeugt gekoppelt. Dieser zusätzliche, sich ändernde, Kondensator verändert die Frequenz des Schwingkreises entsprechend den Sprachsignalen.

Wir haben nun eine Frequenz die sich um die 10,7 MHz bewegt und durch die Frequenzänderung das Sprachsignal mit sich führt. Diese Frequenz wird dann mit der Frequenz des zentralen Oszillators gemischt und so auf die gewünschte Sendefrequenz gebracht.

Im letzten Schritt wird das Signal auf 150 mW verstärkt und zur Antenne geführt.



Die im Blockschaltbild eingetragenen HF-Frequenzen bei Rö 1, Rö 9, Rö 10 und Rö 14... 17 ändern sich bei Frequenzumschaltung. Als Beispiel wurde Kanal 6 gewählt.

Sammeln und Zerhacken - Das Stromversorgungsgerät



Im Stromversorgungsgerät befinden sich drei 1,5 V Bleisammler(-Akkus). Ein Sammler liefert die Heizspannung von 1,5 V für alle Röhren. Die beiden anderen Bleisammler liefern, in Reihe geschaltet, die Ausgangsspannung zur Erzeugung der Anodenspannungen von 45 und 90 V. Die Kleinfunkngeräte im 2. Weltkrieg benötigten noch eine spezielle Anodenbatterie, die eine Spannung um die 100 V lieferte. Die Versorgung der Truppe mit diesen speziellen Batterien wurde zu einem Problem im Verlauf des Krieges. Die Technik, mit einem als Wechselrichter bezeichneten Gerät, die Anodenspannung zu erzeugen, war schon aus dem zweiten Weltkrieg bekannt.



Es ist anzunehmen, dass man deshalb nun auf eine Erzeugung der Anodenspannung setzte, um nur einen Akku-Typ zu verwenden der, vor Ort, auch leicht zu laden war.

Die einzige Möglichkeit die Spannung in einem Kleingerät zu erzeugen, war die Transformation. Diese setzt jedoch eine Wechselspannung voraus. Ein Relais wurde deshalb mit einem Selbstunterbrecher ausgestattet, so das es ständig zwischen seinen beiden Schaltzuständen hin und her schaltet. Damit schaltet es ständig die Stromrichtung am Eingang des Transformators um. Dadurch entsteht ein sich änderndes Magnetfeld und der Transformator kann eine Ausgangsspannung von 45 V erzeugen. Diese Wechselspannung wird nun wieder gleich gerichtet und steht als Anodenspannung zur Verfügung. Für die Endstufen und den Oszillator wird diese Spannung, über eine Schaltung mit Kondensatoren, noch einmal auf 90 V verdoppelt.

Der Ein-/ Ausschalter des FuG6 befindet sich am Gehäuse des Stromversorgungsgerätes. Er kann bei geschlossener Abdeckung der Steckdose nicht betätigt werden. So wird eine Einschalten ohne angeschlossenes Funkgerät verhindert, denn dies würde das Stromversorgungsgerätes beschädigen.



Quellen

www.klaus-paffenholz.de

www.feldfunker-la7sna.com

www.der-fernmelder.de

<http://www.greenradio.de>

www.radiomuseum.org

www.autophon.ch

www.ceotronics.de

www.fairaudio.de

www.elektroniktutor.de

UKW-FM-Handfunksprechgerät KL 9 (SEL)

Lehrunterlagen des Landesschule Wesel

Vom Knallfunken zum Datenfunk, AEG- Telefunken

LSHD- STAN

Datenblätter der Röhren von Telefunken

Erich Fellgiebel, Karl Heinz Wildhagen

Technische Grundlagen für Übermittlungsgerätemechaniker Bd. II, Schweitzer Armee



Bildquellen:

Günter Hornfeck

Seite 1 unten: Beschreibung des Handfunkgerätes FuG6 SEL 1958

Seite 2 oben und unten: 1. FMZ Erftkreis

Seite 4 oben: Ziviler Bevölkerungsschutz 1/1960

Seite 4 unten: ZAB 1966 (Bund)

Seite 10 unten: Beschreibung des Handfunkgerätes FuG6 SEL 1958

Version 1.0 - Erstellt: Günter Hornfeck