

«Ein Schalk hat einmal gesagt, in einem richtig gebauten Radioempfänger gebe es mehr Probleme als in einem Kraftwerk. Diese Behauptung wäre noch zu beweisen. Aber ich glaube, einen Teil des Beweises hat Herr Grob geführt. Herr Grob hat uns – als ein Meister der Schaltungstechnik – gezeigt, wie ausserordentlich vielseitig, interessant und geistreich die Probleme des Empfängerbaues sind.»

Mit diesen Worten begann der Vorsitzende seine Verdankung des nachfolgenden Referates, das O. Grob an der Hochfrequenztagung des SEV am 6. Juni 1942 in Bern gehalten hat.

Ausschnitt aus dem Bulletin des SEV, 1942, Nr. 23, Jahrgang XXXIII. Abgedruckt mit freundlicher Genehmigung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.

Ein batteriegespeicherter Allwellenempfänger

Referat, gehalten an der 6. Hochfrequenztagung des SEV am 6. Juni 1942 in Bern
von O. Grob, Uster

621.396.63

Es werden Forderungen für einen Allwellenempfänger, der speziell zum Empfang schwacher Hochfrequenz-Signale bestimmt ist, aufgestellt und Aufbau und Arbeitsweise eines Apparates, der diesen Bedingungen genügt, kurz beschrieben.

Le conférencier précise les exigences qui peuvent être posées à un récepteur toutes ondes, destiné notamment à la réception de faibles signaux à haute fréquence. Il décrit brièvement le montage et le fonctionnement d'un appareil qui satisfait à ces exigences.

Der zu besprechende Allwellenempfänger dient hauptsächlich zum Empfang radiotelephonischer und radiotelegraphischer Uebermittlungen. Er ist daher besonders für diesen Zweck entworfen und gebaut. Natürlich gestattet er auch den Empfang von Rundfunkmusik usw., er gibt jedoch für diesen Verwendungszweck keine Höchstleistungen.

Der gute Empfang von Sendern, die am Empfangsort eine grosse Feldstärke erzeugen, bereitet heute keinerlei Schwierigkeiten mehr. Beim Empfang militärischer oder kommerzieller Nachrichten kommt es aber sehr oft vor, dass die Empfangsfeldstärke ausserordentlich klein ist. Man denke nur an die Zeiten starken Fadings oder an den Fall, dass Stationen abgehört werden müssen, deren Sendungen gar nicht für uns bestimmt sind.

Welches sind nun die Forderungen an einen Empfänger, der hauptsächlich zum Empfang solcher schwacher Signale benützt wird?

1. Der Empfänger muss möglichst empfindlich sein, d. h., auch sehr kleine von der Antenne aufgenommene Signalspannungen müssen zu genügender Lautstärke verstärkt werden können. Die Verstärkung muss dabei so erfolgen, dass an den Ausgangsklemmen des Empfängers möglichst wenig in der Antenne noch nicht vorhandene Störungen (sogenanntes Empfängerrauschen) entstehen.

2. Der Empfänger muss äusserst selektiv sein, d. h. gerade nur dasjenige Frequenzband verstärken, das wir zum Verstehen der Meldung unbedingt benötigen; alles andere bringt zusätzliche Störungen.

3. Der Empfänger muss eine sogenannte Amplitudenbegrenzung besitzen, denn es ist einem geübten Ohr ohne weiteres möglich, eine gewünschte Meldung noch zu verstehen, wenn gleichzeitig Störungen (oder andere Signale) von gleicher Stärke wie das erwünschte Signal zu ihm gelangen. Die Ampli-

tudenbegrenzung ist nun im Stande, störende Signale wenigstens auf das Niveau des erwünschten Signales hinunterzudrücken; sie ermöglicht somit den Empfang einer Meldung, die ursprünglich stark von Störsignalen überdeckt war.

4. Der Empfänger muss zum Anschluss einer Rahmenantenne geeignet sein; denn eine solche gestattet in vielen Fällen die Elimination einer lästigen Störung.

5. Der Empfänger darf nur wenig Energie konsumieren, denn der Empfang gewisser besonders schwacher Stationen ist oft nur auf Anhöhen oder Berggipfeln möglich. Mangels eines elektrischen Netzes muss dann die Speisung aus Batterien erfolgen.

6. Der Empfänger muss verhältnismässig einfach zu bedienen sein, damit gewünschte Stationen rasch und sicher eingestellt werden können.

Im folgenden sei gezeigt, wie alle diese Forderungen für den gesamten Wellenbereich von 5 bis 3000 m beim **Empfänger E 41** schaltungstechnisch weitgehend erfüllt worden sind.

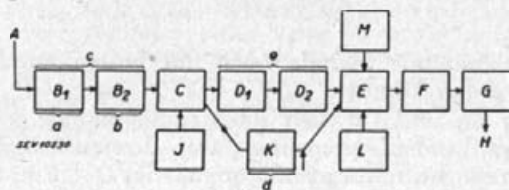


Fig. 1.

Blockschema des Allwellenempfängers E 41

A Antenne. B₁ Erste Hochfrequenzstufe. B₂ Zweite Hochfrequenzstufe. C Mischstufe. D₁ Erste 465-kHz-Zwischenfrequenzstufe. D₂ Zweite 465-kHz-Zwischenfrequenzstufe. E Demodulationsstufe. F Erste Niederfrequenzstufe. G Endstufe. H Hörer. J Hilfsoszillator. K 70-kHz-Zwischenfrequenzstufe. L 70kHz-Beat-Oszillator. M 465-kHz-Beat-Oszillator. a Erste Mischstufe für die Bereiche VIII bis X. b Erster Hilfsoszillator für die Bereiche VIII bis X. c Arbeitet nur in den Bereichen I bis VII als HF-Verstärker. d Arbeitet nur in den Bereichen I bis III. e Arbeitet nur in den Bereichen IV bis X.

In Fig. 1 ist die gesamte Schaltung als Blockschema dargestellt. Der Empfänger besitzt 2 Hochfrequenzverstärkerstufen und 1 Mischstufe mit separatem Hilfsoszillator. Damit der ganze Wellenbereich lückenlos überstrichen werden kann, sind zwei vollständige Zwischenfrequenzverstärker vorhanden, nämlich ein einstufiger Zwischenfrequenzverstärker für 70 kHz und ein zweistufiger für 465 kHz. Für den Empfang tonloser Telegraphie besitzt jeder Zwischenfrequenzverstärker einen eigenen Beat-Oszillator. Die Demodulation erfolgt in einer als Diode geschalteten Hochfrequenzpentode. Zwei Niederfrequenzverstärkerstufen sorgen für die Erreichung einer genügenden Ausgangsleistung.

Der ganze Frequenzbereich von 100 kHz bis 60 MHz wird mittels 10 auswechselbaren Spulensätzen überstrichen. Der Wechsel der Zwischenfrequenz von 70 kHz auf 465 kHz erfolgt dabei automatisch beim Einsetzen der entsprechenden Spulensätze; und zwar ist für Empfangsfrequenzen von 100 bis 750 kHz der 70-kHz-Zwischenfrequenzverstärker in Betrieb, während von 750 kHz bis 12 MHz der 465-kHz-Zwischenfrequenzverstärker arbeitet.

Bei den Empfangsfrequenzen über 12 MHz wird eine zweimalige Frequenztransponierung vorgenommen. Die ersten beiden Röhren arbeiten nicht mehr als Hochfrequenzverstärker, sondern die eine als erste Mischröhre, die andere als erste Hilfsoszillatortröhre. Die erste gebildete Zwischenfrequenz hat keinen konstanten Wert, sondern variiert über den Bereich eines Spulensatzes von 1,5...3,2 MHz. Diese erste und variable Zwischenfrequenz bietet die folgenden Vorteile:

1. Die Gesamtempfindlichkeit des Empfängers wächst, da die erste Transponierungsverstärkung und die Verstärkung der ersten Zwischenfrequenz wesentlich höher getrieben werden kann als eine zweistufige Verstärkung bei so hohen Frequenzen (bei Verwendung von direkt geheizten, normalen Röhren).

2. Der Frequenzbereich des ersten Hilfsoszillators kann pro Spulensatz um 1,7 MHz verringert werden, wodurch ein gleichmässigeres Schwingen erreicht wird.

3. Die Spiegelfrequenzempfindlichkeit des Empfängers wird durch die hohe Zwischenfrequenz wesentlich günstiger. Sie wird zudem über das ganze Band ausgeglichener, da beim Ueberstreichen des Bandes der Spiegelfrequenzabstand wächst, wenn das L/C-Verhältnis der Vorkreise in bezug auf Vorselektion ungünstiger wird.

Die zweite Zwischenfrequenz beträgt bei doppelter Ueberlagerung 465 kHz.

Die mit dieser Schaltung erreichten Empfindlichkeiten sind aus Fig. 2 ersichtlich.

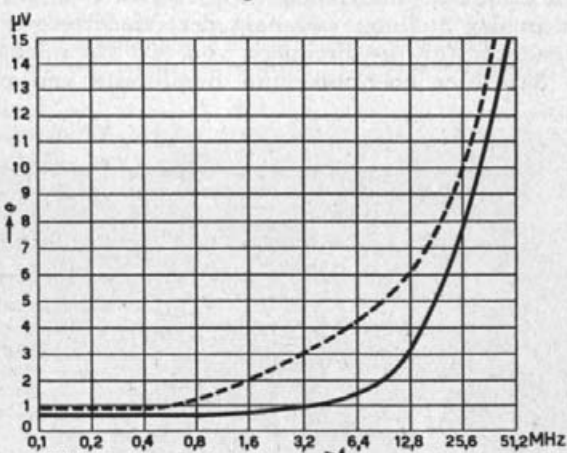


Fig. 2.

Verlauf der Empfindlichkeit des Empfängers E 41 in Funktion der Frequenz

f Empfangsfrequenz, e Empfindlichkeit.
 — Benötigte Eingangsspannung f. 50 mW Ausgangsleistung.
 - - - Benötigte Eingangsspannung für höchstens 10 % Rauschspannung.

Bei der Messung dieser Empfindlichkeiten entsprach die Kunstantenne bei den Langwellenbereichen einer Rahmenantenne von 1 m² Fläche und 11 Windungen, bei den Kurzwellenbereichen einer Stabantenne von 2,5 m Höhe. Der Modulationsgrad des Meßsenders betrug immer 30 %, die Modulationsfrequenz 400 Hz.

Die Bandbreite des Empfängers ist in drei Stufen regulierbar. In der Stellung «breit» beträgt die Halbwertbreite durchschnittlich 5 kHz, in der Stellung «mittel» 3 kHz. In den Langwellenbereichen sind die Halbwertbreiten naturgemäss etwas kleiner, in den Kurzwellenbereichen etwas grösser als die genannten Werte.

Die Stellung «schmal» schaltet in den 465-kHz-Zwischenfrequenzverstärker ein Quarzfilter, das absoluten Einseitenbandempfang ermöglicht. Bei

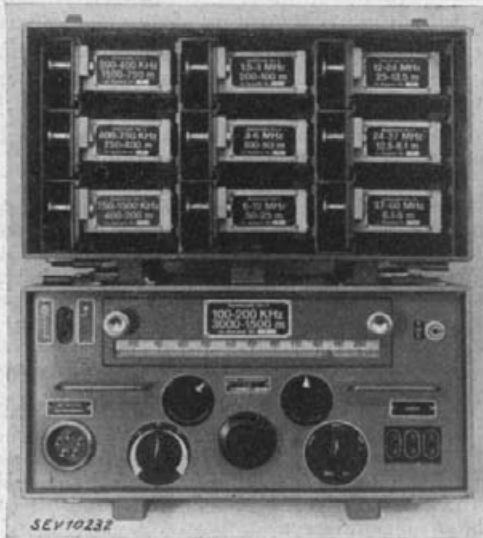


Fig. 3.

Ansicht des Empfängers mit Spulenkasten

den Langwellenbereichen (mit 70 kHz ZF) arbeitet in der Stellung «schmal» der Niederfrequenzverstärker für die Frequenz von 900 Hz selektiv, so dass hier ebenfalls eine Bandbreite von nur

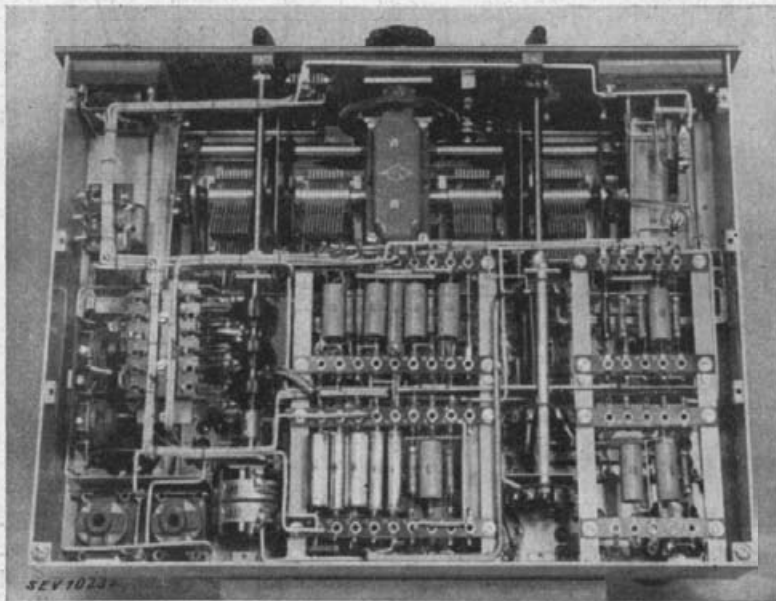


Fig. 4.

Innerer Aufbau des Empfängers
(von unten)

50 ... 100 Hz entsteht. Da diese Selektion erst in der Niederfrequenz vorgenommen wird, ergibt sie naturgemäss keinen Einseitenbandempfang.

Die Amplitudenbegrenzung zur Verminderung von Störungen erfolgt direkt an den Hörerklemmen durch zwei parallel geschaltete Selengleichrichter, deren Durchlassrichtung entgegengesetzt ist. Die Begrenzung beginnt bei einem Niveau von 2 mW. Da normalerweise zwei Kopfhörer angeschlossen werden, ergibt sich pro Kopfhörer eine maximale

Leistung von 1 mW. Praktische Versuche mit mehreren «empfangsgewohnten» Personen haben ergeben, dass bei dieser Begrenzung im Störpegel fast

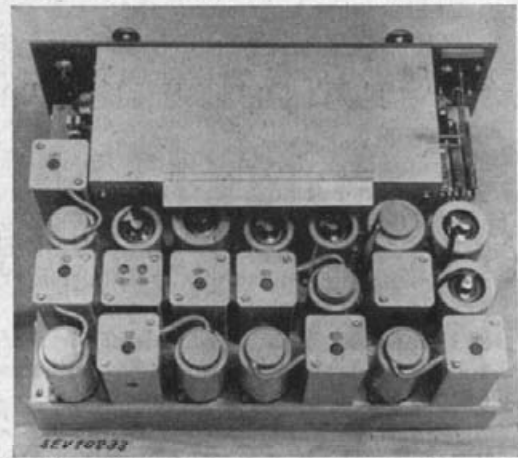


Fig. 5.

Innerer Aufbau des Empfängers
(von oben)

verschwindende Signale noch am besten empfangen werden können.

Für an und für sich schon gute Signale wirkt die Amplitudenbegrenzung durch ihre zusätzlichen Verzerrungen naturgemäss ungünstig. Der Empfänger besitzt deshalb für diese Fälle ein besonderes Ausgangsklemmenpaar, auf das keine Amplitudenbegrenzung wirkt. Es gibt eine maximale Tonfrequenzleistung von 0,5 W ab.

Es sei noch bemerkt, dass der ganze Empfänger mit 3 verschiedenen Röhrentypen ausgerüstet ist, nämlich:

- 9 Batteriepentoden Typ KF 3
- 2 Batteriehexoden Typ KH 1
- 1 Batteriedoppeltriode Typ CB 220

Diese Röhren ergeben eine gesamte Leistungsaufnahme von:

- 6 V; 0,47 A für die Heizung
- 120 V; 30 mA für die Anoden

Wird der Empfänger über einen Wechselrichter vollständig aus einem 6-V-Akkumulator gespeisen, so beträgt die Leistungsaufnahme:

6 V; 2,7 A

Fig. 3 zeigt die praktische Ausführung des Empfängers und des zugehörigen Kastens zum Aufbewahren der Spulensätze. Man erkennt darin, dass jeder Spulensatz direkt in kHz oder MHz geeicht ist. Die Eichskala ist durchsichtig, so dass der

dahinterliegende mit dem Drehkondensator gekoppelte Zeiger hinter jedem eingesetzten Spulensatz sichtbar wird. Diese Einrichtung erlaubt, die sonst bei Spulensätzen unvermeidlichen, sehr unpraktischen Eichkurven wegzulassen.

Fig. 4 und 5 geben einen Einblick in den innern Aufbau des besprochenen Empfangsgerätes.

Diskussion

Der Vorsitzende: Ein Schalk hat einmal gesagt, in einem richtig gebauten Radioempfänger gebe es mehr Probleme als in einem Kraftwerk. Diese Behauptung wäre noch zu beweisen; aber ich glaube, einen Teil des Beweises hat Herr Grob geführt. Herr Grob hat uns, als ein Meister der Schaltungstechnik, gezeigt, wie ausserordentlich vielseitig, interessant und geistreich die Probleme des Empfängerbaues sind. Es ist schade, dass wir nicht näher auf diese vielen Fragen

eintreten können; ich möchte aber nicht versäumen, Herrn Grob für seinen Vortrag herzlich zu danken.

Wir sind am Schlusse angekommen. Es bleiben mir nur wenige Bemerkungen. Zunächst möchte ich den Referenten im Namen aller Anwesenden auf das herzlichste danken, auch den Diskussionsrednern. Wir möchten die Herren, welche Diskussionsbeiträge vorbringen wollten, ausdrücklich bitten, ihre Beiträge schriftlich dem Sekretariat des SEV einzusenden, wobei dann diese Diskussionsbeiträge im Zusammenhang mit den Vorträgen gedruckt werden sollen.

Ferner möchte ich Sie auffordern, recht zahlreich heute Nachmittag zu erscheinen und die Möglichkeit der gegenseitigen Aussprache rege zu benützen. Wenn wir heute zusammengekommen sind, um technische Entwicklungsfragen zu diskutieren, so wollen wir nicht vergessen, dass wir die Technik nicht nur fördern sollen unsertwegen, sondern des gesamten Fortschrittes wegen und besonders auch deshalb, damit unser Land mit froher und fester Zuversicht der Zukunft entgegenschauen darf.