

Beschreibung

UHF-MESSENDER

SDR

BN 41022/50

BN 41022/60

BN 41022/75

Zusammengestellt
nach R 18973

Printed in West Germany

3. Wartung und Reparatur

3.1. Schaltungsbeschreibung

Vergleiche hierzu den Stromlauf auf dem Faltblatt am Ende der Beschreibung.

3.1.1. Übersicht

Im wesentlichen besteht der Meßsender aus der Oszillatorstufe RÖ3 mit Rohrteiler und Diodenvoltmeter G1 1-J1, dem zweistufigen Rechteck-Modulator RÖ1, RÖ2 und dem elektronisch stabilisierten Stromversorgungsteil mit den Röhren RÖ4, RÖ5, RÖ6 für die Anodenspannung der Oszillatorstufe und des Modulators und den Röhren RÖ8, RÖ7 für die Heizspannung der Oszillatorstufe. Die von dem Netztransformator Tr5 gelieferten Wechselspannungen werden von den Silizium-Gleichrichtern G1 2 bis G1 7 gleichgerichtet.

3.1.2. Oszillatorstufe

(siehe hierzu Bild 3)

Die Oszillatorstufe (Prinzipschaltung) enthält eine Scheibentriode in Gitterbasisschaltung, wobei das Gitter über Kapazitäten hochfrequenzmäßig an Masse liegt. Vom zweiten bis zum achten Frequenzbereich (350...1000 MHz) hat der Oszillator als Schwingkreisinduktivitäten für jeden Bereich je zwei an ihren Enden kurzgeschlossene Bandleitungen, eine im Anodenkreis, die andere im Katodenkreis. Im ersten Bereich (300...350 MHz) enthält nur der Anodenkreis eine Bandleitung. Im Katodenkreis sind hier die Drosseln L17-L18 als Schwingkreisinduktivitäten wirksam.

Die Senderfrequenz wird in diesen 8 Bereichen mit dem Frequenzbereichschalter S4, durch den die Schwingkreisinduktivitäten umgeschaltet werden, stufenweise geändert. Innerhalb jedes Bereiches wird die Senderfrequenz mit zwei kontaktlosen, über Zahnräder angetriebenen Drehkondensatoren, von denen der eine im Anodenkreis, der andere im Katodenkreis liegt, stetig geändert. Die kapazitive Rückkopplung vom Anodenkreis in den Katodenkreis bewirkt einerseits die Kapazität zwischen Anode und Katode der Oszillatorröhre, andererseits die hierzu parallel liegende verstellbare Kapazität eines durch die Trennwand hindurchgehenden Stiftes (C11). Die ganze Oszillatorstufe

ist in einem dickwandigen Leichtmetall -Gußgehäuse eingebaut, dessen Oberseite einen hochfrequenzdicht aufgeschraubten Deckel trägt. Alle hochfrequenzführenden Teile, wie die Kontakte der Röhrenfassung, die Bandleitungen, die Drehkondensatoren, sind versilbert.

Damit nicht trotz der vorzüglichen Dichtheit des Oszillatorgehäuses durch die Strahlung aus den 3 Stromversorgungsleitungen ein unerwünschtes äußeres Feld entsteht, ist jede dieser Leitungen durch eine ebenfalls dichtabgeschirmte, hochwirksame Drosselkette geführt. Aufgrund dieses Aufbaus erübrigt sich die sonst übliche Verdrosselung der Netzzuleitung.

Der positive Pol der Anodenspannung liegt an Masse. Die Katode der Oszillatorröhre R63 ist, wenn die Modulation nicht eingeschaltet ist, mit dem negativen Pol der Anodenspannung verbunden. Über den Gitterwiderstand R14 wird der Oszillatorröhre eine jeweils geeignete negative Gittervorspannung (vergl. Abschnitt 3.1.5., Stromversorgung) zugeführt. Damit die Oszillatorstufe in jedem Frequenzbereich einen möglichst hohen Wirkungsgrad erreicht, wird durch den mit dem Frequenzbereichschalter S4 mechanisch gekuppelten Schalter S3 (siehe Schaltdiagramm im Stromlauf) der jeweils erforderliche Wert des aus den Widerständen R10, R11 und R15 bestehenden Gesamtkatodenwiderstandes der Röhre R63 eingeschaltet.

Der ebenfalls mit dem Frequenzbereichschalter mechanisch gekuppelte Schalter S2 unterbricht mit seinem Trennkontakt die Katodenzuleitung der Oszillatorröhre, sobald man mit dem Frequenzbereichschalter einen anderen Frequenzbereich einschalten will, und schließt den Stromkreis erst dann, wenn der Frequenzbereichschalter wieder richtig eingerastet ist. Erst dann kann der Oszillator schwingen. Hiermit wird verhindert, daß der Oszillator etwa bei nichtrichtigem Einrasten des Schalters eine falsche Frequenz erzeugt.

3.1.3. Spannungsteiler und Spannungsmesser

Die im Oszillator erzeugte Hochfrequenz-Spannung wird aus seinem Anodenkreis über einen kapazitiven Rohrteiler ausgekoppelt, dessen Teilungsverlauf streng logarithmisch ist, solange Oszillator und Teilersonde genügend lose miteinander gekoppelt sind. Im Bereich zwischen diesem Punkt und dem bei

der festesten Kopplung ist der logarithmische Teilungsverlauf nicht mehr exakt gegeben. Dies ist aber ohne Bedeutung, da in diesem Bereich die angekoppelte Spannung bereits so hoch ist, daß sie unmittelbar mit dem eingebauten Dioden-Spannungsmesser gemessen werden kann.

Der Rohrteiler ist von 0 bis -120 dB und je nach Geräte-Ausführung ($R_i=50, 60$ oder 75Ω) von 0,448 V, 0,49 V oder 0,548 V bis $1 \mu\text{V}$ geeicht. Innerhalb dieses Bereiches verläuft die Teilung streng logarithmisch. Diese Teilereichung ist eine Relativeichung, die also ohne weiteres gilt, wenn nur relative Spannungsänderungen (wie z. B. bei der Dämpfungsmessung an Vierpolen erforderlich) eingestellt oder abgelesen werden müssen. Die Teilereichung wird aber zur Absoluteichung, wenn die (mit dem Dioden-Spannungsmesser meßbare) Ausgangsspannung des Teilers und dann dessen Skala auf den Bezugspunkt 0 dB (= 0,448 V oder 0,49 V oder 0,548 V je nach R_i) eingestellt werden. Nach diesen beiden Bezugspunkteinstellungen kann man die Ausgangs-EMK bis $1 \mu\text{V}$ herab beliebig verändern und deren Absolutwert an der Teilerskala ablesen. Hierfür ist nur Voraussetzung, daß weder die Frequenzeinstellung noch die Ausgangsbelastung erheblich geändert wird; denn hierdurch würde die Bezugspunkteinstellung verändert werden und damit die Teilereichung wieder in eine Relativeichung übergehen.

Über dem Bezugspunkt liegende Ausgangsspannungen werden mit dem Dioden-Spannungsmesser G1 1 - J1 unmittelbar gemessen. Es sind hierfür die drei Meßbereiche 0,7 V, 2 V und 7 V vorhanden. Die vom Instrument J1 angezeigte Spannung ist als EMK eines Generators mit 50Ω oder 60Ω oder 75Ω Innenwiderstand aufzufassen. Damit dies unabhängig von der Frequenz gewährleistet ist, sitzt die Kristalldiode G1 1 unmittelbar am generatorseitigen Ende des Innenwiderstandes R17, der für den ganzen Frequenzbereich exakt auf 50Ω oder 60Ω oder 75Ω reell abgeglichen ist. Die an einem Außenwiderstand R_a auftretende Spannung U ist, wenn dieser Außenwiderstand gleich dem Innenwiderstand ist, gleich der Hälfte der angezeigten EMK.

3.1.4. Modulation

Um bei erträglichem Aufwand eine Amplitudenmodulation zu erhalten, die bei möglichst hohem Modulationsgrad nur von einer vernachlässigbar kleinen Frequenzmodulation begleitet ist, wird der Träger des SDR nicht sinusförmig moduliert, wie bei Meßsendern für längere Wellen bei verhältnismäßig geringem Aufwand möglich, sondern rechteckförmig. Hierbei ist der Sender entweder ausgeschaltet, oder er gibt die am Teiler eingestellte Amplitude ab, was einer praktisch idealen Rechteckmodulation von 100 % entspricht. Hiermit bleibt der durch die Amplituden-Modulation verursachte Frequenzhub um einige Größenordnungen kleiner als derjenige, der bei dem nur einstufigen Aufbau des Oszillators für sinusförmige Amplituden-Modulation zu erwarten wäre.

Um die Rechteckmodulation zu erzeugen, wird die Anodenspannung des Hochfrequenz-Oszillators mit einer Impulsfolgefrequenz von 1000 Hz so ein- und ausgeschaltet, daß die Impulsbreite gleich dem Impulsabstand ist. Dies wird durch die beiden Röhren R01 und R02 folgendermaßen erreicht: Ein Triodensystem der Doppeltriode R01 arbeitet mit dem auf 1000 Hz abgestimmten Schwingübertrager Tr1 als normaler Rückkopplungsozillator, dessen Spannung über das zweite System dieser Röhre der Schaltröhre R02 zugeführt wird. Auf diesem Wege wird, zum Teil durch den Begrenzerwiderstand R5, zum Teil durch den Begrenzerwiderstand R8, die Kurvenform so verzerrt, daß die Steuerspannung am Gitter der Schaltröhre R02 eine nahezu reine Rechteckform hat und dadurch den Anodenstrom dieser Röhre periodisch durchläßt oder sperrt. Da aber die Schaltröhre R02 mit der Röhre R03 des Hochfrequenz-Oszillators gleichstrommäßig in Reihe geschaltet ist, wird ebenso die Anodenspannung des Hochfrequenz-Oszillators periodisch ein- und ausgeschaltet und so die rechteckförmige Amplituden-Modulation erzeugt.

Bei abgeschalteter Modulation ist der Schalter S1I geöffnet, S1II geschlossen. Hiermit ist die Anodenspannung der Doppeltriode R01 abgeschaltet und die Schaltröhre R02 kurzgeschlossen. Nach dem Öffnen des Schalters S1II für Modulation liegt also bei durchlässiger Schaltröhre R02 deren Innenwiderstand im Stromkreis. Dies hat zur Folge, daß die Anodenspannung des Hochfrequenz-Oszillators im modulierten Zustand etwas niedriger ist als im unmodulierten und daß demnach auch der Scheitelwert der Hochfrequenz-Amplitude etwas kleiner ist. Der Unterschied beträgt etwa 10 %.

3.1.5. Stromversorgung

Bei den meisten Messungen im Dezimeterwellengebiet wird von einem Meßsender außer einer möglichst guten Konstanz der Ausgangsspannung besonders eine hohe Konstanz der Frequenz gefordert. Bei der Messung an einem sehr selektiven Meßobjekt könnte z. B. eine relativ geringe Frequenzänderung, die zwischen der Aufnahme zweier Meßpunkte auftritt, zu einem erheblichen Meßfehler führen. Dasselbe gilt, wenn mit dem Meßsender eine Meßleitung gespeist wird. Auch hier könnte eine Frequenzwanderung in der Größenordnung von nur 0,1 %, die z. B. während einer Knotenbreitemessung auftritt, die Messung in Frage stellen. Andererseits bereitet aber gerade der Bau eines Oszillators für Dezimeterwellen besonders große Schwierigkeiten, wenn eine hohe Frequenzkonstanz erreicht werden soll, da hierfür nicht nur die ganze Antriebsmechanik sehr stabil, sondern auch alle Betriebsspannungen sehr konstant sein müssen. Diese Forderungen bedingen also für einen solchen Meßsender einen bedeutend größeren Aufwand an Stabilisierungsmitteln als für einen an sich gleichwertigen Meßsender für tiefere Frequenzen.

Im SDR sind die Anoden- und die Heizspannung des Oszillators stabilisiert: die Anodenspannung durch die drei Röhren R04, R05, R06, die Heizspannung durch die spannungs- und phasenabhängige Brücke Tr4, R33, R34, R35, R36, R37 und den zweistufigen Verstärker R08, R07. Die Gleichrichter Gl 2 bis Gl 5 erzeugen die Anodengleichspannung für den Hochfrequenz-Oszillator R03 und den Modulator R01, R02; die Gleichrichter Gl 6 und Gl 7 erzeugen die Anodengleichspannung für den Verstärker R08, R07.

Die Stabilisatorschaltung mit R04, R05, R06 arbeitet folgendermaßen: Die Stromregelröhre R04, eine leistungsstarke Endpentode mit kleinem Innenwiderstand, liegt in Reihe zum Verbraucher; sie wird also vom gesamten Anodenstrom des Verbrauchers (R01, R02, R03) durchflossen; ihre Anode liegt dabei an der Spannungsquelle, die Katode am Verbraucher, und zwar liegt hier, im Gegensatz zu anderen Geräten, der positive Pol an Masse, da dies für den Aufbau des Oszillators, dessen anodenseitiger Bandleitungskreis an Masse liegt, erforderlich ist. Parallel zum Verbraucher liegt die Reihenschaltung aus Anodenwiderstand R27, Pentode R05 und Glimmstabilisator R06. Ebenfalls parallel zum Verbraucher liegt der Spannungsteiler R23, R24, R25. Hiermit erhält die Röhre R05 eine Gitterspannung, die bei steigender

(sinkender) Verbraucherspannung weniger negativ (negativer) wird. Dadurch erhält das Gitter der Röhre R04, das zwischen R27 und R05 angeschlossen ist, bei steigender (sinkender) Verbraucherspannung eine negativere (weniger negative) Spannung, so daß sich der Innenwiderstand der Röhre R04 erhöht (erniedrigt) und damit der Spannungsanstieg (Spannungsrückgang) kompensiert wird. Bei $\pm 10\%$ Netzspannungsänderung ändert sich die Verbraucherspannung um etwa $\pm 0,1\%$. Ein weiterer Erfolg dieser Schaltung ist die sehr starke Kompensation des Netzbrumms, wodurch der Brumm-Modulationsgrad unter $0,1\%$ gehalten werden kann.

Zur Stabilisierung der Heizspannung des Oszillators ist in dessen Heizleitung zwischen dem Netztransformator Tr5 und dem Übertrager Tr2 die Sekundärwicklung (4-5) des Ausgangsübertragers Tr3 eingefügt, in die bei Netzunter- und Netzüberspannung eine gegenphasige Zusatzspannung so eingespeist wird, daß die dem Übertrager Tr2 zugeführte Heizspannung konstant bleibt. Diese Zusatzspannung wird in einer Brückenschaltung erzeugt, die aus der Sekundärwicklung (3-4-5) des Symmetrieübertragers Tr4, den spannungsunabhängigen Gliedern R33, R34, R35, R36 und dem spannungsabhängigen Glied R37 (Heißleiter) besteht. Die Diagonalspannung der Brücke wird in dem zweistufigen Verstärker R08, R07 verstärkt und die so gewonnene Zusatzspannung über Tr3 in den Heizkreis eingespeist. Die Brücke ist mit R36 bei Netz-Nennspannung so abgeglichen, daß die Diagonalspannung gleich Null ist. Dieser Abgleichpunkt ist auch der Phasenumkehrpunkt der Diagonalspannung. Sinkt oder steigt nun die Netzspannung, so vergrößert oder verkleinert sich der Widerstand R37, und es wird somit in den Heizkreis eine der Unter- oder Überspannung entsprechende gegenphasige Zusatzspannung eingespeist, die die Heizspannung an Tr2 so weit konstant hält, daß bei einer Netzspannungsschwankung um 10% sich die Heizspannung der Oszillatorröhre nur um etwa $0,5\%$ ändert.

Damit sich der Widerstand des Heißleiters R37 nur durch die Brückenspeisung ändert, nicht aber auch durch die Umgebungstemperatur, hat dieser Heißleiter eine eigene Heizwicklung, die über den Teiler R53, R39 von der bereits stabilisierten Heizspannung gespeist wird und so die Temperatur von R37 auf etwa $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ hält. Der zweite Heißleiter R38 sorgt dafür, daß die Heizspannung von R37 (d. i. die Spannung an R39) entsprechend dem Anstieg (Rückgang) der Raumtemperatur herabgesetzt (erhöht) wird, so daß hiermit für den Heißleiter R37 eine noch größere Unabhängigkeit von der Raumtemperatur erreicht wird.