

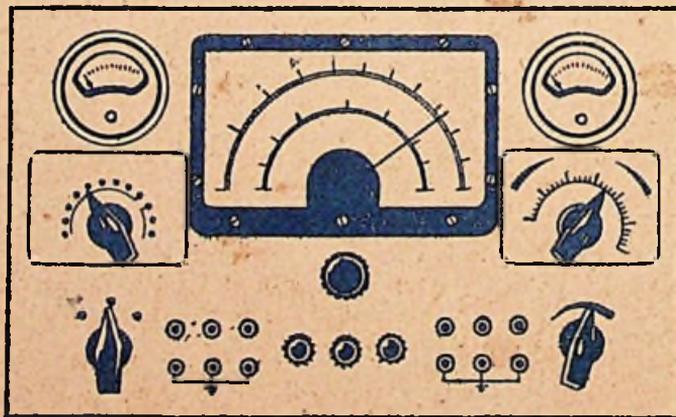
Funkschau

Bauheft M 4

Allwellen-Frequenzmesser

Ein Hf-Vielfach-Meßgerät für die Rundfunkwerkstatt

Von Ingenieur Josef Cassani



FUNKSCHAU-VERLAG OSCAR ANGERER - STUTT GART

Die **FUNKSCHAU**-Bauhefte

bieten Konstruktions- und Bau-Unterlagen für Meß- und Hilfsgeräte, wie sie in Werkstatt und Labor des Funkpraktikers benötigt werden. Sie ermöglichen den Selbstbau dringend benötigter Meßeinrichtungen, wenn diese käuflich nicht zu beschaffen sind. In ihnen kommen Spezialbauarten von Meß- und Prüfeinrichtungen zur Beschreibung, die eigens für die Bedürfnisse der Funkwerkstatt entwickelt wurden. Die FUNKSCHAU-Bauhefte enthalten stets eine ausführliche Konstruktions- und Baubeschreibung, Schaltungen, Baupläne, soweit erforderlich Tabellen, Stücklisten und dgl. mehr.

M4

Allwellen- Frequenzmesser für Allstrom-Netzanschluß

Interferenz-Frequenzmesser u. Empfänger-Prüfsender mit 5 Bereichen von 0,1 ... 30 MHz; L- und C-Meßgerät nach dem Hf-Resonanzverfahren mit 7 Bereichen von 0,5 ... 5000 μ H und von 0 ... 50000 pF; Röhren-Voltmeter für Nf- u. Hf-Spannungen von 0 ... 30 V; Tonfrequenzgenerator mit 400 Hz und regelbarer Ausgangsspannung von 10 mV ... 30 V; Null-Verstärker mit optischer und akustischer Anzeige für Wechselstrom-Meßbrücken.

~~DM. 4.50~~ DM.
DM 4.50

Allwellen-Frequenzmesser

für Allstrom-Netzanschluß

Von

Ingenieur Josef Cassani

Mit 7 Abbildungen und 2 Verdrahtungsplänen
in Originalgröße



FUNKSCHAU-VERLAG OSCAR ANGERER · STUTTGART

1948

A l l e R e c h t e v o r b e h a l t e n

Die in den FUNKSCHAU-Bauheften ausführlich beschriebenen Geräte unterstehen den verschiedensten Schutzrechten (Patent-, Gebrauchsmuster-, Warenzeichenschutz). Jeder gewerbliche Nachbau und jede Nachahmung sowohl der Bauhefte und ihrer einzelnen Teile, als auch der beschriebenen Geräte oder Teile von ihnen sind nicht gestattet und werden zivil- und strafrechtlich verfolgt. Der Käufer der FUNKSCHAU-Bauhefte erhält das Recht, das in ihnen beschriebene Gerät für seinen eigenen Bedarf, sei es privat oder zur gewerblichen Anwendung in seinem eigenen Betrieb, in einem Stück nachzubauen. Dieses Recht ist nicht übertragbar.

Ist der Nachbau weiterer Geräte bzw. irgendeine gewerbliche Ausnutzung geplant, so kann in Einzelfällen eine Lizenz erteilt werden. Nähere Auskünfte durch den FUNKSCHAU-Verlag Oscar Angerer, Stuttgart.

Allwellen-Frequenzmesser

Ein Hf-Vielfach-Meßgerät für die Rundfunkwerkstatt. Interferenz-Frequenzmesser und Empfänger-Prüfender — L- und C-Meßgerät nach dem Hf-Resonanzverfahren — Röhrenvoltmeter für Hf- und Nf-Spannungen — Tonfrequenzgenerator — Nullverstärker mit optischer und akustischer Anzeige

Übersicht

Nachstehend beschriebenes Hf-Vielfach-Meßgerät vereinigt in sich einen eigen- oder fremdmodulierbaren Hochfrequenzgenerator, der sämtliche in der Rundfunktechnik vorkommenden Frequenzbänder umfaßt. Seine Frequenz bzw. Hf-Spannung wird in vierfacher Weise ausgenützt: Zum Frequenzvergleich mit einer zu messenden Frequenz f_x nach der Interferenzmethode, zum Abgleich von Rundfunkempfängern und zur Speisung zweier Meßkreisgruppen für Kapazitäts- und Induktivitätsmessung nach dem Hf-Resonanzverfahren. Der umfangreiche Gesamtfrequenzbereich von 0,1 ... 31,6 MHz ist in fünf Teilbereiche aufgeteilt und wird auf nur zwei Skalenteilungen abgelesen, so daß das meist verwirrende Bild von fünf bis sieben verschiedenen Frequenzskalen wegfällt. Daß dies bei sehr guter Übereinstimmung der jeweils zusammengehörigen Skalen möglich ist, ergibt sich aus der Tatsache, daß die Kapazitätsvariation des Oszillators in allen Teilfrequenzbereichen den gleichen Kapazitätsverlauf hat. Diese Eigenschaft ist auch für die Gestaltung aller Induktivitäts- und Kapazitätsmeßbereiche ausgenützt. Sämtliche L_x - bzw. C_x -Meßbereiche haben nur je eine Skalenteilung; die Ablesung der Meßwerte geschieht entweder direkt oder durch Multiplikation mit einer Zehnerkonstante; damit entfallen auch hier die oft schwer übersichtlichen Vielbereich-Skalen.

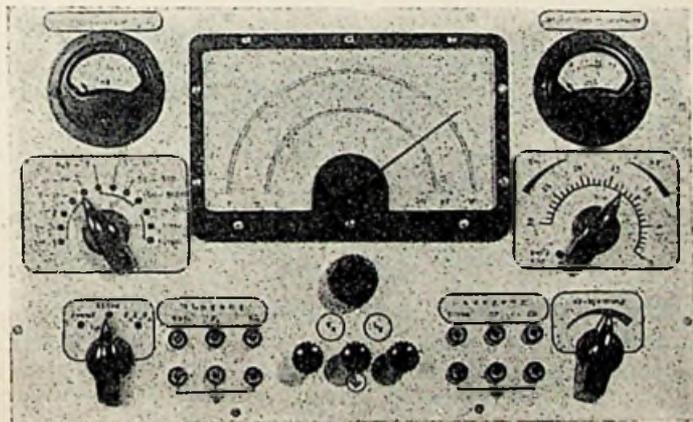


Bild 1. Außenansicht des Allwellen-Frequenzmessers

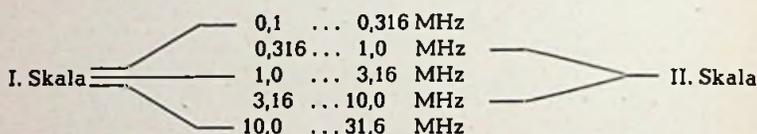
Das Gerät gestattet die Messung sämtlicher in einem Rundfunkempfänger vorkommenden Hf-Spulen von 0,5 ... 5000 μH und Kleinkondensatoren von 1 pF ... 50 000 pF. Dabei ist der Meßvorgang für sehr kleine Kurzwellen-Spulen in der Größenordnung von 1 μH oder Kondensatoren von einigen pF wegen der angewandten Resonanzmethode ebenso bequem, wie z. B. die Einstellung eines Rundfunksenders. Zur Eigenmodulation des Prüf-

senderteiles enthält das Gerät einen Niederfrequenz-Generator (400 Hz), dessen Spannung verstärkt entnommen oder von einigen mV bis 30 V stetig geregelt werden kann. Sie dient zur Überprüfung von Nf-Verstärkerstufen oder zur Aussteuerung kleinerer Lautsprecher. Das Gerät enthält ferner ein Röhren-Voltmeter für Nieder- und Hochfrequenzspannungen, das in dreifacher Weise dienlich ist. Seine Hauptaufgabe ist die leistungslose Anzeige der in den L_x- und C_x-Meßkreisen auftretenden Resonanzspannungen. Außerdem arbeitet es bei gleichzeitigem Betrieb des Prüfsenderteiles als Ausgangsmeßinstrument (Outputmeter) beim Empfängerabgleich und zur Messung der Hf-Oszillatorspannung in der Mischstufe von Superhets. Bei abgeschaltetem Nf-Generator kann der hierfür vorgesehene Nf-Verstärker als Null-Verstärker für Wechselstrom-Meßbrücken herangezogen werden. Auf Grund der etwa zweihundertfachen Verstärkung ist die Tonminimum-Anzeige, die entweder durch Meßwerk oder mittels Kopfhörer geschieht, sehr bequem, da die Verstärkung stets für das beste Hörempfinden geregelt werden kann. Die Spannung wird an den Buchsen für Fremdmodulation angeschlossen. Zusammengefaßt ergeben sich damit Meßgeräteeigenschaften, die viele hochfrequenztechnischen Empfängermessungen und Niederfrequenzprüfungen umfassen. Mit Rücksicht auf die zahlreichen in Deutschland noch bestehenden Gleichstromnetze ist der Netzteil des Gerätes für Allstrom von 110. . . 220 V $\overline{\sim}$ ausgebildet. Dadurch erübrigt sich bei Gleichstromnetzen der lästige, beim Empfängerabgleich meist mit Störungen verbundene Zerbacker- oder Umformerbetrieb. Für den Selbstbau ist die gesamte Gerätekonstruktion so ausgearbeitet, daß mit allgemein üblichen Einzelteilen und Röhren ein vorbildliches Hf-Vielfach-Meßgerät für die Reparaturpraxis geschaffen werden kann. Zudem erfordert die Herstellung keine besonderen Kenntnisse auf dem Gebiete der Hf-Meßtechnik, da neben der ausführlichen Baubeschreibung insbesondere für die Eichung aller L_x- und C_x-Meßbereiche geeignete Tabellen gegeben sind, um die hierzu erforderlichen L- und C-Normalien auf insgesamt nur vier Stück zu beschränken.

Die elektrischen Geräteeigenschaften

Interferenz-Frequenzmesser

Frequenzmeßbereich: 0,1 ... 31,6 MHz in fünf Bereiche unterteilt und auf zwei Skalen ablesbar



Schwebungs-Nullanzeige: durch Kopfhörer oder Meßwerk M 1

Frequenzgenauigkeit: etwa $\pm 1\%$

Eingangsspannungsbedarf: etwa 0,1 V_{min}

Empfänger-Prüfsender

Frequenzbereichaufteilung, Skalenablesung und Genauigkeit wie bei Frequenzmessung

Eigenmodulation: 400 Hz (oder frei wählbar)

Fremdmodulation: 50 Hz ... 10 kHz, bei etwa 1 V Spannungsbedarf für 30 % Modulationsgrad

Hf-Ausgangsspannung: von etwa 50 μ V ... 0,1 V regelbar

Künstliche Antenne: eingebaut

Nf-Generator

Frequenz: 400 Hz fest, jedoch bei entsprechender Bemessung von C_0 bis 5000 Hz frei wählbar

Ausgangsspannung: regelbar von etwa 10 mV ... 30 V durch Potentiometer R_{12} und Anzeige am Meßwerk M1 von 0 ... 10 V

Induktivitätsmessung

L_x -Meßbereich: 0,5 ... 5000 μH in 4 Bereichen zu 0,5 ... 5 μH , 5 ... 50 μH , 50 ... 500 μH , 500 ... 5000 μH

Ablesung: auf der von 5 ... 50 μH geteilten Skala

Meßgenauigkeit: etwa $\pm 3\%$

Resonanzanzeige: durch Meßwerk M2

Empfindlichkeitsregelung: durch Potentiometer R_{12}

Kapazitätsmessung

C_x -Meßbereich: 0 ... 50 000 pF in 3 Bereichen zu 0 ... 500 pF, 0 ... 5000 pF, 0 ... 50 000 pF

Ablesung: auf der von 0 ... 500 pF geteilten Skala

Meßgenauigkeit: etwa $\pm 3\% \pm 1,5 \text{ pF}$

Anzeige und Regelung wie bei L_x

Röhren-Voltmeter

Meßbereich: 1 ... 30 V

Frequenzbereich: 50 Hz ... 20 MHz

Anzeige: Potentiometer R_{12} in Volt geeicht, für Halbausschlag am Meßwerk M2

Ausgangsspannungsmessung an Empfängern bei gleichzeitigem Betrieb des Prüfsender-teiles möglich

Nullanzeiger für Tonfrequenz-Meßbrücken

Spannungsempfindlichkeit: etwa 1 mV für Kopfhörer-Anzeige

Frequenzbereich: 50 Hz ... 10 kHz

Nullanzeige: durch Kopfhörer oder Meßwerk M1

Schaltung und Wirkungsweise

Frequenzmessung

Die Messung geschieht durch Überlagerung der zu messenden Frequenz f_x mit der im Gerät erzeugten Frequenz f_0 . Zur HF-Schwingungserzeugung dienen der Triodenteil der Mischröhre UCH 11 und zur Bereichumschaltung zwei Wege (S_3' und S_3'') des dreiteiligen Stufenschalters S_3 . Die Aufteilung des Gesamtfrequenzbereiches von 0,1 ... 31,6 MHz ist so gestaltet, daß mit 5 Teilbereichen nur 2 Skalenteilungen erforderlich sind. Zudem ist für jeden Bereich eine Frequenzvariation von $1:\sqrt{10} = 1:3,16$ notwendig. Dies bedingt für jeden der 5 Oszillatorschwingkreise eine Kapazitätsvariation von $1:3,16^2 = 1:10$ und wird vom Drehkondensator C_D zu 20 ... 600 pF mit parallel liegender Schalt- und Trimmerkapazität bestritten. Damit ergeben sich bei entsprechender Bemessung der Schwingkreispulen L_1, L_2, L_3, L_4 und L_5 die Teilfrequenzbereiche zu 0,1 ... 0,316, 0,316 ... 1,0, 1,0 ... 3,16, 3,16 ... 10,0 und 10,0 ... 31,6 MHz. Will man hierfür nur mit 2 Skalenteilungen auskommen, so müssen die Frequenzpunkte 0,1 MHz im ersten, 1,0 MHz

im dritten und 10,0 MHz im fünften Bereich sowie die Bereichanfänge zu 0,316 MHz im zweiten und 3,16 MHz im vierten Bereich für die gleiche Drehkondensatorstellung im eingedrehten Zustand abgeglichen sein. Außerdem müssen die Bereichenden zu 0,316 MHz im ersten, 3,16 MHz im dritten und 31,6 MHz im fünften Bereich sowie 1,0 MHz im zweiten und 10 MHz im vierten Bereich bei ausgedrehtem Drehkondensator und jeweils gleicher Winkelstellung eingeregelt sein. Bei voller Ausnutzung des Drehwinkels ergeben sich dann die in Bild 3 gezeigten Skalenteilungen von 1,0 ... 3,16 MHz und 3,16 ... 10 MHz. Eine Verwechslung der Bereiche ist hierbei völlig ausgeschlossen; denn steht z. B. der Skalenzeiger auf 1,9 und 6,0 und der Bereichschalter auf 0,1 ... 0,316 MHz, so entspricht dies eben der Frequenz von 0,19 MHz. Zu messende Frequenzen werden an die f_x -Buchsen gelegt, über den Schalter S_2 dem Steuergitter der UCH 11 zugeführt und im Hexodenteil gemischt. Hierbei treten an der Anode neben den Grundwellen die Differenzfrequenzen $f_0 - f_x$ und $f_0 + f_x$ auf. Ist deren Frequenzunterschied so klein, daß er in den Tonfrequenzbereich fällt, dann gelangt die so entstehende Schwebungsspannung über die Hf-Drossel an den Nf-Verstärker, wird verstärkt und im Anodenkreis mittels Kopfhörer abgehört oder nach dem Grätzgleichrichter Gl_2 vom Meßwerk M 1 angezeigt. Beträgt der Frequenzunterschied nach besserer Abstimmung nur wenige Hertz, so gerät der Meßwerkzeiger ins Flattern, oder er stellt sich auf Null, wenn $f_x = f_0$ ist. Die Genauigkeit, mit der eine Frequenz gemessen werden kann, hängt daher von der Konstanz der Oszillatorfrequenz f_0 ab und damit von der Güte der Abstimmkreise und deren mechanischen Beschaffenheit. Auf die Verwendung von Bereichspulen mit bester Güte und eines stabilen Drehkondensators sowie Wellenschalters ist deshalb größter Wert zu legen. Bekanntlich ändern sich bei neuangefertigten Spulen im Laufe der Zeit Induktivitätswerte und damit die Frequenzzeichnung des Gerätes. Diesem Umstand kann man jedoch vorbeugen, wenn der zusammengebaute Spulensatz auf künstliche Weise gealtert wird. Zudem setzt man ihn mehrmalig in möglichst trockener Luft einer Temperaturschwankung von 0 ... + 60° C derart aus, daß die Struktur der Hf-Kerne und die mechanische Lage der Wicklungen konstant bleiben. Anodenspannungsänderungen verursachen ebenfalls Frequenzschwankungen; diese sind im Gerät bei 10%iger Netzspannungsschwankung jedoch nie größer als etwa 1 %.

Prüfsender

Arbeitet das Gerät als Prüfsender, so gilt für die Frequenzbereichumschaltung, Skalenablesung und Genauigkeit dasselbe wie bei Frequenzmessung. Die Eigenmodulation geschieht im Hexodenteil der Röhre durch den Nf-Übertrager T_1 in Rückkopplungsschaltung. Die übliche Modulationsfrequenz von 400 Hz kann jedoch durch entsprechende Bemessung des Schwingkreiskondensators C_8 (5000 ... 30 000 pF) frei gewählt werden. Bei gehörmäßigem Empfängerabgleich sind z. B. 1000 Hz sehr günstig. Der Schalter S_2 steht hierbei auf Eigenmodulation; er wird auf Fremdmodulation gestellt, wenn entweder unmodulierte Hf-Spannung oder eine von außen durch Schallplattenübertragung erzeugte Modulation gewünscht ist. Sehr bequem ist z. B. die Modulationsspannung der Tauchspulenwicklung eines arbeitenden Empfängers zu entnehmen. Die im Gerät erzeugte NF-Spannung beträgt am Gitter des Hexodenteils je nach Nf-Kreisgüte und Rückkopplungsfaktor 4 bis 8 Volt, womit die Hf-Spannung zu 50 bis 100 % durchmoduliert wird. Für Fremdmodulation reicht auch die von einem Tonarm abgegebene Nf-Spannung für hinreichende Modulation meist aus. Die an der Anode des Hexodenteils auftretende Hf-Spannung ist im Gebiete oberhalb 15 MHz (20 m) sehr frequenzabhängig, d. h. sie sinkt bei steigender Frequenz. Durch den Einfluß der Hf-Drossel wird der Frequenzgang jedoch einigermaßen günstig gehalten. Der Ausgangsteiler besteht aus dem Schichtpotentiometer R_2 (1 k Ω) mit kapazitiver Vorteilung durch C_1 , C_2 . Die Glieder R_1 , C_{37} sorgen vor den Hf-Ausgangsbuchsen B_1 zur künstlichen Nachbildung normaler Antennenverhältnisse. Die Verbindung mit dem Empfänger geschieht über ein abgeschirmtes Kabel.

Tonfrequenzgenerator

Dieser dient vorwiegend zur Prüfung von Nf-Verstärkerstufen oder zur Aussteuerung

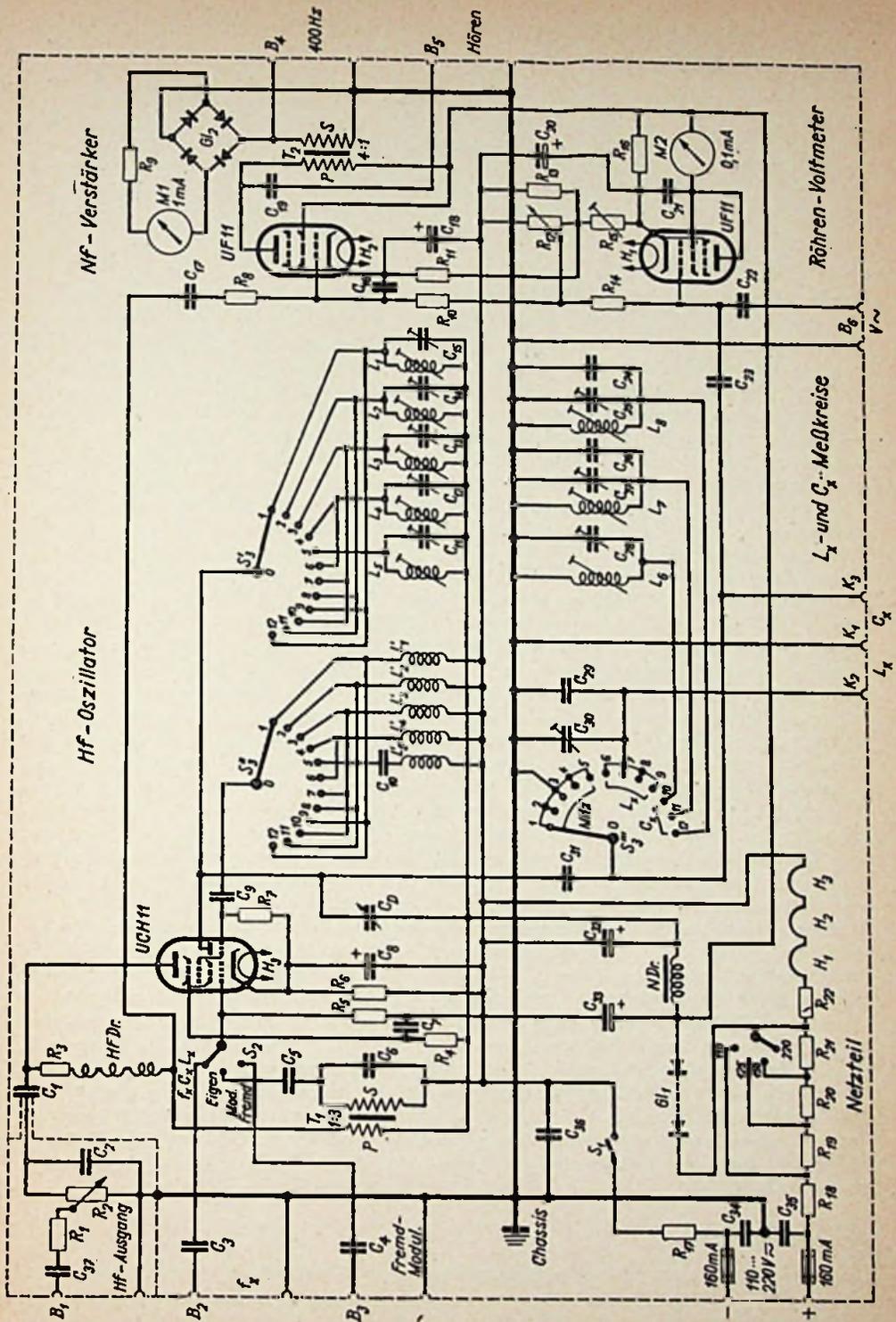


Bild 2. Die vollständige Meßgeräte-Schaltung, bestehend aus Allstrom-Netzteil, modulierbarem Hf-Oszillator, NF-Verstärker, zwei Meßkreisgruppen für L_x - und C_x Messung und Röhren-Voltmeter

kleinerer Lautsprecher mit der festen Frequenz von 400 Hz. Die in der UCH 11 erzeugte NF-Spannung gelangt an die Regelröhre UF 11 zur Verstärkung und wird über den Gleichrichter Gl_2 vom Meßwerk M_1 , das von 0...10 V geeicht ist, angezeigt. Die Katode der Röhre liegt stets an der positiven Spannung von etwa 30 V, so daß, wenn der volle Regelbereich von R_{12} ausgenützt wird, eine sehr umfangreiche Verstärkungsregelung möglich ist. Die Ausgangsspannung kann entweder den Buchsen „Hören“ oder der Sekundärwicklung entnommen werden. Damit ist die verfügbare Ausgangsspannung von etwa 10 mV bis 30 V veränderlich. Der Ausgangsübertrager hat ein Übersetzungsverhältnis von 4 : 1 bis 6 : 1 mit einer Primärimpedanz von rund 100 k Ω .

Induktivitäts-Meßkreise

Die Messung geschieht nach dem Hf-Resonanzverfahren, wobei kleine Spulen bei hoher und große Spulen bei niedriger Frequenz gemessen werden; also so, wie es dem normalen Betriebszustand einer Spule entspricht. Die zu messende Spule L_x wird mit der im Gerät eingebauten Festkapazität $C_{29} + C_{30}$ zu einem Parallelresonanzkreis zusammenschaltet und über die kleine Kapazität C_{31} (5 pF) mit jeweils einem der Oszillatorkreise lose gekoppelt. Wird nun die Oszillatorfrequenz verändert, bis sie mit der des Meßkreises übereinstimmt, so schaukelt sich im Meßkreis eine Resonanzspannung auf, die das über C_{23} nachgeschaltete Röhren-Voltmeter anzeigt. Da die Höhe der auftretenden Resonanzspannung außer von der Frequenz hauptsächlich von der Güte des Prüflings abhängt, kann dabei sehr gut auf die Spulengüte von L_x geschlossen werden. Der L_x -Meßbereichumschalter S_3''' , der gleichfalls auch zur C_x -Bereichumschaltung dient, ist mit den beiden Frequenzbereichumschaltern S_3'' und S_3''' mechanisch gekuppelt, so daß die insgesamt 12 Meßbereiche nur einen einzigen Bedienungsknopf besitzen. Dies bedingt zwar einen Bereichschalter mit 3×12 Stufen, erleichtert dafür aber sehr die Bedienung des Gerätes, was ja besonders in der Reparaturpraxis von größter Bedeutung ist. Wie bereits angegeben, ist die Oszillatorfrequenz in jedem Bereich im Verhältnis $1 : \sqrt{10} = 1 : 3,16$ veränderlich. Demzufolge kann auch jeder L_x -Bereich Spulen im Größenverhältnis von 1 : 10 (0,5...5 μ H; 5...50 μ H usw.) messen. Für die Wahl des geeigneten Frequenzbereiches ist die günstige Größe der eingebauten Meßkreis Kapazität bestimmend, weil sich mit ihr einerseits stets hinreichend gutes LC-Verhältnis ergeben soll. Andererseits dürfen die unterschiedlichen Eigenkapazitäten der zu messenden Spulen die Eichung nicht unerträglich beeinflussen. Diese Forderung führt zur Wahl des Frequenzbereiches von 10,0...3,16 MHz für den L_x -Meßbereich 0,5...5 μ H. Hierfür wird die Meßkreis Kapazität $C_{29} + C_{30} = 506$ pF. Es ergibt sich also mit $L_x = 0,5$ μ H bei 10,0 MHz und mit 5 μ H bei 3,16 MHz Resonanz. Für den nächstgrößeren L_x -Bereich von 5...50 μ H trifft es dann den Frequenzbereich von 3,16...1,0 MHz usw. Auf diese Weise erhält man für alle vier L_x -Bereiche nur eine Skalenteilung, die hier (Bild 3) von 5...50 μ H beschriftet ist. Bereichverwechslungen sind wiederum völlig ausgeschlossen; denn steht der Skalenzeiger z. B. auf 20 und der Bereichschalter auf 50...500 μ H, so hat L_x eben 200 μ H. Die Schaltung des anzeigenden Röhren-Voltmeters ist so gestaltet, daß es kleine (1 V) oder größere (20 V) Resonanzspannungen stets mit gleicher Empfindlichkeit anzeigt. Zudem arbeitet es für höhere Spannungen mit sehr unterdrücktem Nullpunkt. Es kann daher bei feststehendem Regler R_{12} immer nur einen kleinen Meßbereichausschnitt von z. B. 10...12 Volt anzeigen. Bei voller Ausnutzung des Regelbereiches können Resonanzspannungen von 1...30 V angezeigt werden. R_{12} ist beim Abstimmen so einzuregeln, daß der Meßwerkzeiger von M 2 in Resonanznähe einen gut sichtbaren Ausschlag zeigt. Hat man eine gänzlich unbekannte Spule vor sich, so stellt man M 2 auf etwa Halbausschlag und dreht die L_x -Bereiche der Reihe nach durch, bis der Resonanzspannungsanstieg auftritt.

Kapazitäts-Meßkreise

Hier wird der neu zu messende Kondensator C_x mit wahlweise einem der drei eingebauten Parallelresonanzkreise zusammenschaltet und über C_{31} vom Oszillator mit HF-Spannung gespeist. Das Röhrenvoltmeter dient wiederum zur Anzeige der auftretenden Resonanzspannung. Tritt nun z. B. im ersten dieser festeingestellten Kreise bei 3,16 MHz Resonanz auf und nach dem Parallelschalten einer äußeren Kapazität zu 500 pF

bei 1,0 MHz, so ergibt sich damit ein Meßbereich, in dem die Kapazitäten von 0...500 pF meßbar sind. Im Gerät ist nun bei der Bemessung dieses kleinsten Meßbereiches von 0...500 pF zu berücksichtigen, daß die Grundkapazität des Meßkreises, bestehend aus Schalt- und Spulenkapazität, einen gewissen Wert C_0 hat. Dieser wird nun in diesem Kreis für erfolgten Trimmerabgleich auf 55,55 pF ergänzt, um nach Anschaltung des $C_x = 500$ pF, das erforderliche C-Verhältnis $(55,55 + 0) : (55,55 + 500) = 55,55 : 555,5$ pF = 1:10 zu erreichen. Als Frequenzbereich ist 3,16...1,0 MHz gewählt, weil sich hierfür eine Meßkreisspule $L_6 = 45,6$ μ H und damit ausreichend gutes LC-Verhältnis für alle C_x -Bereiche ergibt. Der erste C_x -Bereich reicht also von 0...500 pF. Es ergibt sich mit $C_x = 0$ pF bei 3,16 MHz und mit $C_x = 500$ pF bei 1,0 MHz Resonanz. Sollen nun in den weiteren Bereichen mit derselben Skalenteilung die zehn- bis hundertfach größeren Kapazitäten meßbar sein, so ist in jedem Meßkreis das C-Verhältnis 1:10 beizubehalten. Damit kommt man im zweiten Bereich für $C_x = 0...5000$ pF zur eingebauten Meßkreiskapazität $C_{26} + C_{27} = 555,5$ pF und für $C_x = 0...50000$ pF zu $C_{24} + C_{25} = 5555$ pF, bei gleich großen Meßkreisspulen $L_6 = L_7 = L_8 = 45,6$ μ H. Die für alle drei Bereiche einheitliche C_x -Skalenteilung zeigt ebenfalls Bild 3. Meßwerte, die nicht direkt in den von 0...500 pF beschrifteten Bereich fallen, werden einfach mit dem Faktor 10 oder 100 multipliziert. Für die Anzeige der auftretenden Resonanzspannung gilt dasselbe wie für die L_x -Messung.

Spulendaten

Oszillatorkreise mit $C_D = 20 \dots 600$ pF								
Schaltbereich	Frequenzbereich MHz	L	μ H	Wdg.	Draht	L'	Wdg.	Draht
1.	0,1 ... 0,316	L_1	3930	306	0,16	L_1'	120	0,10
2.	0,316 ... 1,0	L_2	393	96	$2 \times 10 \times 0,07$	L_2'	30	0,16
3.	1,0 ... 3,16	L_3	39,3	30	$3 \times 10 \times 0,07$	L_3'	12	0,3
4.	3,16 ... 10,0	L_4	3,93	10	0,8	L_4'	8	0,3
5.	10,0 ... 31,6	L_5	0,39	7	1,0	L_5'	10	0,3

für L_1, L_2, L_3, L_4 Haspelkerne; für L_5 Rohr 15 mm \varnothing , Wickellänge = 3 cm

L_x - und C_x - Meßkreise				
Schaltbereich	L_x - Meßbereich μ H	Frequenzbereich MHz	Schaltkapazität + $C_{29} + C_{30} = 506$ pF	
6.	0,5 ... 5	10,0 ... 3,16		
7.	5 ... 50	3,16 ... 1,0		
8.	50 ... 500	1,0 ... 0,316		
9.	500 ... 5000	0,316 ... 0,1		
	C_x - Meßbereich pF	Frequenzbereich MHz	C eingebaut	pF
10.	0 ... 500	3,16 ... 1,0	$C_0 + C_{28}$	55,55
11.	0 ... 5000	1,0 ... 0,316	$C_{26} + C_{27}$	555,5
12.	0 ... 50000	0,316 ... 0,1	$C_{24} + C_{25}$	5555

$L_6 = L_7 = L_8 = 45,6$ μ H, auf Haspelkern mit 33 Wdg. $3 \times 10 \times 0,07$

l C_x-Messung sind z. T. bereits erklärt. Das
ere Zwecke verwenden: zur Messung bzw.
mpfängerabgleich, und zur Messung der Hf-
Superhets. Beide Messungen können bei
geführt werden, da es in diesem Fall zwei
Im Prinzip ist das Röhren-Voltmeter ein
tem Anfangsbereich für höhere Meßspan-
zeigt also nur dann eine Wechselspannung
eweils eingestellten Vorspannung liegt. Ge-
skala wie üblich, sondern der Reglerknopf
regelung und für Halbausschlag am Meß-
id bei gegen R₁₅ gedrehtem Potentiometer-
annungsteiler R₁₆, R₁₅, R₁₃ dennoch eine so
er Röhre annähernd gleich Null ist, d. h. R₁₅
stellt, daß sich am 0,1-mA-Meßwerk etwa
in Volt geeicht werden. Ist dessen Wider-
die in Volt geeichte Skala linear, und der
e Meßgenauigkeit beträgt jedoch nur etwa
Verwendungszweck aber vollkommen aus-
iger um eine Messung, als um eine Span-
gen des unterdrückten Nullpunktes wesent-
Voltmeter, weil kleine Schwankungen der
on eine Meßwerk ausschlagsänderung von

n zeigt der Netzteil aus mehreren Gründen
Minuspol des Netzes führt nicht direkt zur
den Widerstand R₁₇ und über den Netz-
Heizkreiswiderstandes, der auch vom Ge-
tz-Pluspol ist es ebenfalls so, daß vor dem
t. Ferner sind beide Netzzuführungen nach
34 und C₃₅ gegen das Aufbaugestell ver-
) gegen die allgemeine Minusleitung der
Zweck, das zu erdende Aufbaugestell mit
eich- oder Wechselstromnetz einigermaßen
lenförmigen Drahtwiderstände R₁₇ und R₁₈
er Netzspannungswähler der vorhandenen
gelangt an den Gleichrichter immer nur
nungen stets gleich hohe Anodenspannung
lation ist die Anodenspannung des Oszil-
esieht. Dagegen zweigen der Nf-Verstärker
hon vor der Drossel ab, da hierfür keine

zeigt Bild 6. Auf ihr sind sämtliche Bedie-
gebracht, um das Meßgerät auch für schalt-
eignet zu machen. Die Anordnung aller
ugs-Skizzen und aus den drei Lichtbildern
den entweder aus 3-mm-Alu-Blech oder,

wenn es gewichtsmäßig zuträglich ist, aus 1,5-mm-Eisenblech angefertigt. Das Gehäuse kann aus 2-mm-Alu- oder 1-mm-Eisenblech bestehen. Ausschnitte zur Ventilation sind unnötig, da der Rauminhalt für die im Gerät umgesetzte Wärmeleistung (24 W bei 220 V) zureichend groß ist. Zunächst stellt man sich alle verfügbaren und geeigneten Bauteile zusammen, ordnet sie nach der in den Bildern gezeigten Weise an und beginnt erst dann mit dem Schneiden und Bohren. Hierauf wird das Gestell an die Frontplatte genietet, alles sauber überarbeitet und lackiert. Für den Oszillator- und Meßkreisspulensatz werden 2-mm-Pertinaxplatten mit Abstandsrollen vorbereitet. Der Drehkondensator soll eine sehr stabile Ausführung sein und isoliert eingebaut werden. Demzufolge ist auch in der Frontplatte ein genügend großes Loch zur Achsdurchführung vorzusehen. Ein Drehkondensator-Feintrieb ist unbedingt einzubauen, weil dies die Abstimmung bei f_x , L_x - und C_x -Messungen wesentlich erleichtert. Der Skalenrahmen besteht aus zwei übereinander gelegten Einzelrahmen mit dazwischengelegtem Skalenfenster aus Glas oder Plexiglas. Der Zeiger hat vorzugsweise die Form eines Messerzeigers, wie von Meßwerken zur parallaxfreien Ablesung. Der dreiteilige Stufenschalter kann gegebenenfalls aus gleichen Einzelschaltern mit durchgehender Achse zusammengebaut werden, aber stets so, daß sich für die heißen Schwingkreisenden möglichst kurze Leitungsführung ergibt. Die Spulen befinden sich alle unterhalb des Zwischenbodens, um sie von Wärmeinflüssen, die von den Röhren und vom Heizkreiswiderstand ausgehen, möglichst fernzuhalten. Besondere Innenabschirmungen sind nicht erforderlich, da bei gegebener Anordnung die Hf-Spulenkerne durch ihr wenig streuendes Feld keine unzuträgliche Beeinflussung verursachen. In einem Abschirmkästchen untergebracht sind nur die zum Hf-Ausgangsteiler gehörigen Schaltglieder, um mit der Hf-Ausgangsspannung tief herunterzukommen.

Bemessung des Oszillators und der Meßkreise

Oszillator:

Nicht immer wird gerade ein Drehkondensator (20... 600 pF) zur Verfügung stehen, wie er für die bereits ausgerechneten Oszillatorspulen erforderlich ist. Es sei deshalb die Ausrechnung kurz gezeigt und dabei ein allgemein üblicher Zweigang-Drehkondensator mit $2 \times 20 \dots 500$ pF zugrunde gelegt. Grundsätzlich erfordert dieser Oszillator einen Drehkondensator, womit nach parallelliegender Schalt-, Spulen-, Röhren- und Trimmerkapazität die geforderte C-Variation 1:10 auch tatsächlich erreicht werden kann. Ein C_D mit 20... 500 pF ist demnach ungeeignet. Die beiden Statorpakete des Zweifach-Drehkondensators werden also parallel geschaltet und ergeben somit die Kapazitätsvariation $\Delta C = 40:1000$ pF = 1:25. Dieses freie C-Verhältnis auf 1:10 eingeengt erfordert eine Parallelkapazität C_p , die sich aus der Beziehung $(40 + C_p) : (1000 + C_p) = 1:10$ ergibt. Die Ausrechnung:

$$\begin{aligned} 10 (40 + C_p) &= 1 (1000 + C_p) \\ 400 + 10 C_p &= 1000 + C_p \\ 10 C_p &= 1000 - 400 + C_p \\ 9 C_p &= 600 \\ C_p &= \frac{600}{9} = 66,7 \text{ pF.} \end{aligned}$$

Damit wird der Anfangswert der gesamten Kreiskapazität $C_A = 40 + 66,7 = 106,7$ pF, der Endwert $C_E = 1000 + 66,7 = 1067$ pF, und das geforderte C-Verhältnis $106,7:1067$ pF = 1:10 ist erreicht. C_p ist jedoch vorwiegend aus den verschiedenen Schaltkapazitäten bereits gebildet, so daß für den Abgleich ein Trimmer zu 30 pF je Bereich vollkommen ausreicht. Die Schwingkreisspulen werden nun für jeden Bereich aus der Endkapazität $C_E = 1067$ pF und der jeweils tiefsten Bereichfrequenz bestimmt.

$$L_1 = \frac{25330}{f^2 \cdot C_E} = \frac{25330}{0,1^2 \cdot 1067} = 2370 \text{ } \mu\text{H.}$$

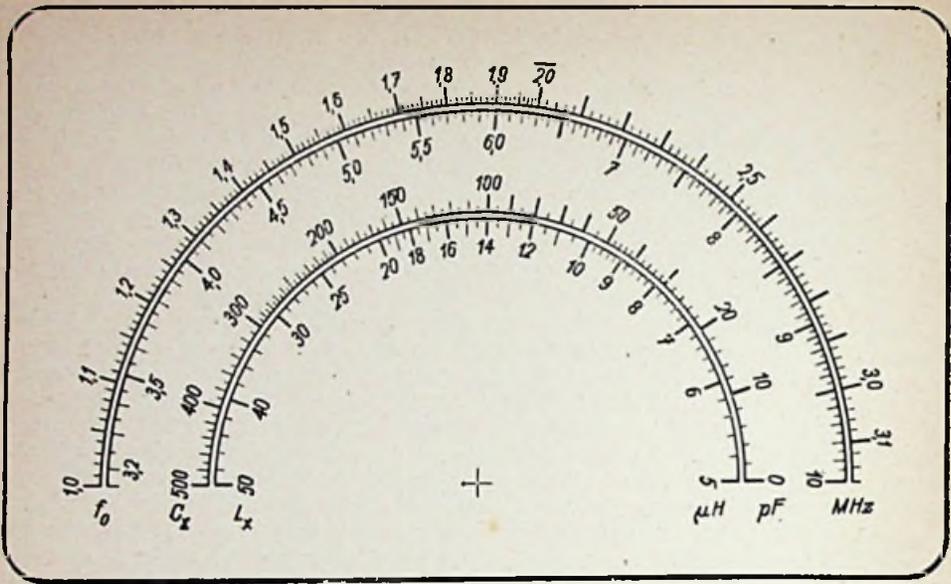


Bild 3. Die vierteilige Skala des Allwellen-Frequenzmessers mit zwei Teilungen für Frequenzen und je eine Teilung für L_x - und C_x -Meßbereiche

Bei einem Haspelkern beträgt die Windungszahl $n = 154 \sqrt{\text{mH}} = 154 \sqrt{2,37} = 237$ Wdg. Die Rückkopplungsspule erhält rund $\frac{1}{3}$, das sind $L_1' = 80$ Wdg. Für die Bereichsspulen höherer Frequenzen wird das Windungszahlverhältnis verkleinert, um in allen Bereichen sicheres Schwingen zu gewährleisten. Übermäßiges Rückkoppeln ist jedoch zu vermeiden, da sonst der Oberwellengehalt der Oszillatorspannung unzutraglich zunimmt. Die Drahtstärke der Schwingkreissspulen wähle man stets so, daß der Wickelraum zu etwa $\frac{3}{4}$ ausgefüllt ist, dann ergibt sich erfahrungsgemäß sehr gute Spulengüte. Zudem können Litzen oder Drähte auch zwei- bis vierfach genommen werden. Der Induktivitätswert der übrigen Spulen L_2, L_3, L_4 und L_5 braucht nicht besonders berechnet zu werden, da er von Bereich zu Bereich um je das Zehnfache kleiner wird. Die Daten sind: $L_2 = 237 \mu\text{H}$, $n = 75$ Wdg., $L_2' = 25$ Wdg., $L_3 = 23,7 \mu\text{H}$, $n = 24$ Wdg., $L_3' = 10$ Wdg., $L_4 = 2,37 \mu\text{H}$, $n = 7,5$ Wdg., $L_4' = 6$ Wdg., $L_5 = 0,237 \mu\text{H}$. Für letztere wird nicht Hf-Eisenkern, sondern Isolierrohr verwendet. Die Windungszahl ergibt sich aus

$$n = \sqrt{\frac{L \text{ Hy}}{D \cdot \pi^2 \cdot 10^{-9}}} \quad \text{Hierin ist } D \text{ der Spulendurchmesser in cm,}$$

$$0,444 + \frac{l}{D} \quad \text{und } l \text{ die Wickellänge in cm.}$$

Wählt man $D = 1,5$ cm und verteilt die Schwingkreiswicklung auf 3 cm Wickellänge, so wird

$$n = \sqrt{\frac{0,237 \cdot 10^{-6}}{1,5 \cdot 10^{-9}}} \approx 4 \text{ Wdg. und } L_5' = 6 \text{ Wdg. gewählt.}$$

$$0,444 + \frac{3}{1,5}$$

Der Wickelsinn von L und L' ist so zu halten, daß jeweils ein Wicklungsanfang und ein Wicklungsende erdseitig liegen. Bei Beachtung dieser Regel muß jeder Oszillatorkreis sofort schwingen. Die Hf-Spannung soll in jedem Bereich mit $10 \dots 15$ V schwingen, um gute Mischverhältnisse zu erzielen. Zur Messung kann das im Gerät eingebaute Röhren-Voltmeter gleich herangezogen werden. Beim Spulenabgleich von L_5 ändert man entweder ein wenig die Wickellänge durch Auseinanderspreizen oder Zusammenschieben

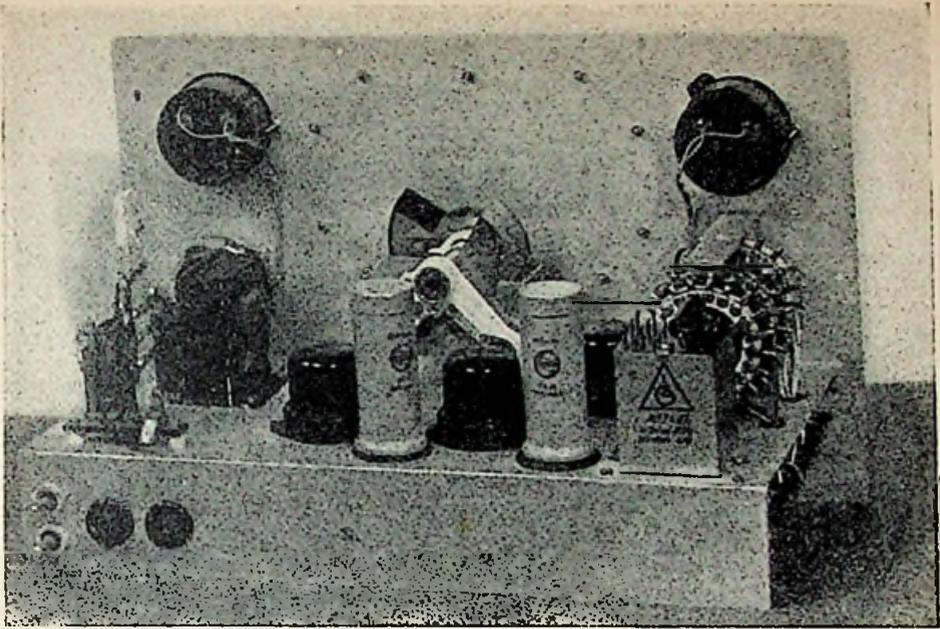


Bild 4. Rückansicht des fertigen Meßgerätes. (Links) Netzteil und Meßwerk M 1 des Ni Ausganges; (hinten Mitte) Abstimmkondensator mit Feintrieb; (vorne Mitte) Ni-Verstärkerröhre, Röhrenvoltmeteröhre und Siebkondensatoren des Netzteiles; (rechts hinten) Meßwerk M 2 des Röhren-Voltmeters und dreiteiliger Bereichschalter in der Aufstellung, daß sich äußerst kurze HI-Leitungsführungen ergeben; (rechts vorne) Ni-Übertrager T₁ des Ni-Generators

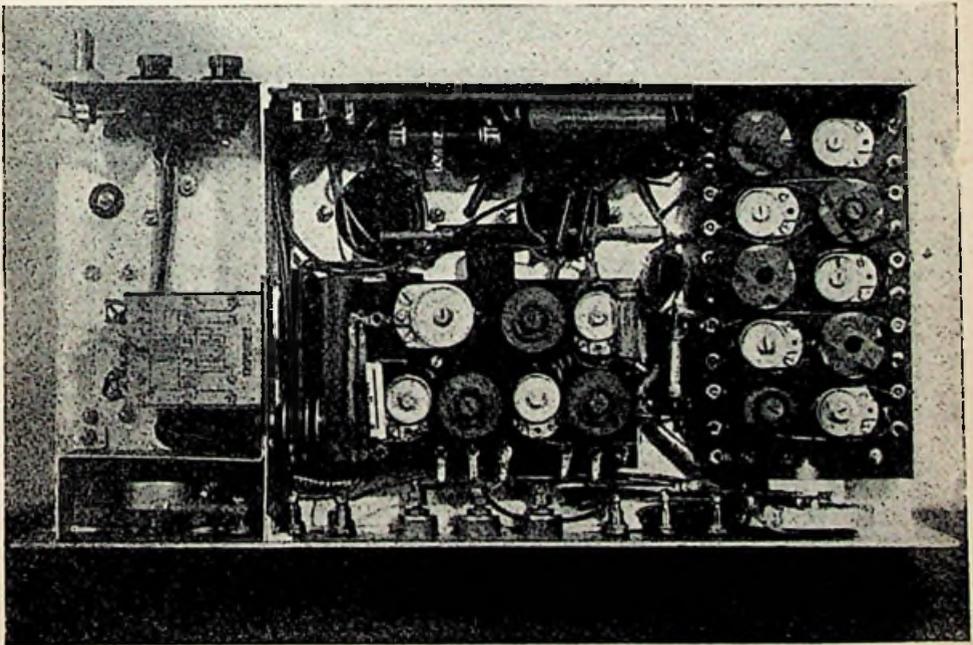


Bild 5. Sicht in die Verdrahtung unterhalb des Zwischenbodens. (Links) Ni-Übertrager T₂ des Ni-Verstärkers und (im Abschirmkästchen) der HI-Ausgangsregler mit künstlicher Antenne; (Mitte) Spulen- und Trimmerersatz der L_x- und C_x-Meßkreise. (Rechts) Oszillatorspulensatz und Umschalter S₂

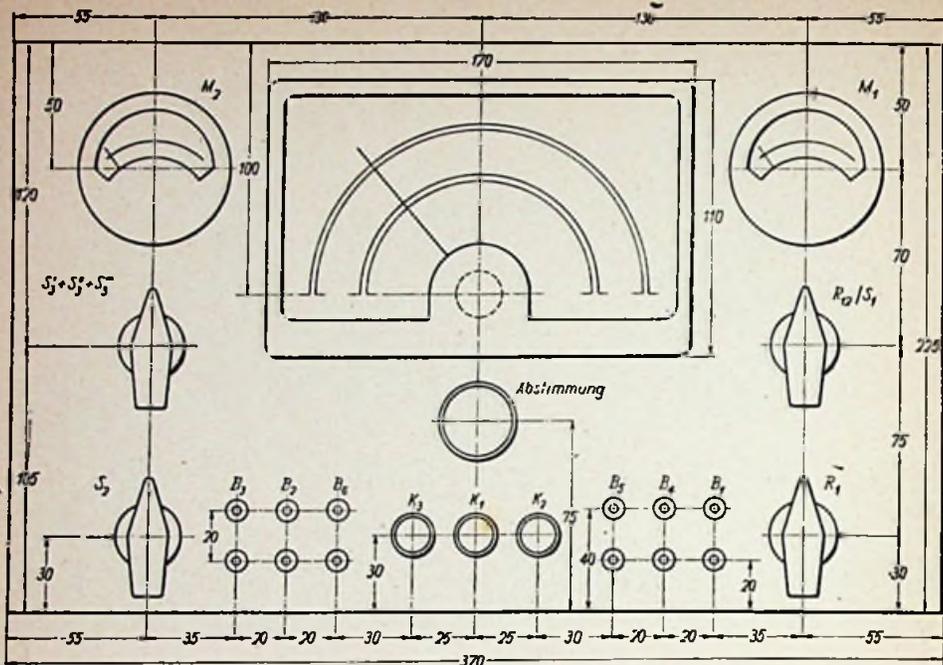


Bild 6. Einzelanordnung auf der Frontplatte mit Maßangaben

der Windungen, oder mit einem Stückchen Hf-Eisen. Die im Hexodenteil der UCH 11 liegende Hf-Drossel ist auf Isolierrohr mit 15 mm Durchmesser gewickelt und besteht aus drei ungleichen, voneinander etwas distanzierten Wicklungen zu 10 + 30 + 50 Wdg. mit 0,1 CuLS. Diese Anordnung trägt wesentlich dazu bei, den Frequenzgang zu entzerren.

Meßkreise

Für Meßkreise erübrigt sich die Neuausrechnung, da die Frequenzen der einzelnen Meßbereiche sich ja nicht geändert haben. Dringend empfohlen sei, für die Meßkreisspulen der C_x -Bereiche möglichst hohe Spulengüte anzustreben, um hohe Resonanzspannungen und scharfe Abstimmung zu erzielen. Es sollen daher Hf-Eisenkerne mit dicken oder mehrfach genommenen Hf-Litzen verwendet werden. Für die eingebauten Meßkreis-kapazitäten sind keramische Kondensatoren und stabile Trimmer zu verwenden.

Verdrahtung

Begonnen wird mit den beiden Spulensätzen für Oszillator und Meßkreise (Bild 7) schon vor ihrem Einbau. Zunächst werden aber auch diese einer künstlichen Alterung unterzogen. Die Verbindung zwischen den Meßbereichschaltern und den heißen Enden aller Schwingkreise muß mit steifem Schaltdraht und auf kürzestem Wege erfolgen, um konstante Schaltkapazitäten zu sichern. Dasselbe gilt für die Gitterleitung des Röhren-Voltmeters und besonders für den C_x -Bereich von 0...500 pF. Die Verbindung zwischen C_1 und dem Ausgangsregler R_2 bildet ein abgeschirmtes Kabel, dessen Mantel im Abschirmkästchen an Masse gelegt ist. Ferner sollen die erdseitigen Enden aller Oszillator-spulen und der Rotor des Drehkondensators auf möglichst kurzem Wege über C_8 mit der UCH 11-Katode hochfrequenzmäßig in Verbindung stehen. Dies ist besonders für den 5. Frequenzbereich nötig. Zudem kann, wenn in diesem Bereich Schwierigkeiten auf-

treten, mit einem Kondensator zu 5000 pF eine besonders kurze Verbindung zwischen L_5 und Katode geschaffen werden. Die Führung der übrigen Leitungen ist weniger kritisch, weil sie nur Niederfrequenz oder Gleichstrom führen. Ihre Lage geht hinreichend klar aus den beiden Verdrahtungs-Skizzen hervor. Zu beachten wäre noch, daß auf gute Isolation zwischen dem Aufbaugestell und der allgemeinen Minusleitung zu sorgen ist. Die Verbindung zwischen diesen soll ausschließlich kapazitiv über C_{30} (4 μ F) geschehen. Beim Messen wird dann eine der sechs Meßbuchsen, die mit dem Gehäuse verbunden sind, geerdet, um von Lichtnetz-Einflüssen unabhängig zu sein.

Die Eichung

Zur Eichung des Meßgerätes sind folgende Eichmittel erforderlich: entweder ein genau geeichter Prüfsender mit dem Frequenzbereich von 0,1...32 MHz, oder ein Frequenzmesser für denselben Frequenzbereich. Außerdem eine Normalspule mit 5 oder 50 oder 500 μ H \pm 1% und 3 Normalkondensatoren zu 500, 5000 und 50 000 pF \pm 1%.

a) Frequenzmesser- bzw. Prüfsendereichung

Steht ein Vergleichs-Prüfsender mit 0,5% Frequenzgenauigkeit zur Verfügung, so soll dessen Hf-Spannung möglichst oberwellenarm sein, um Verwechslung seiner Harmonischen zu vermeiden. Sehr genaue Eichkontrollen sind ausführbar, wenn man die vom zu eichenden Generator ausgestrahlte Frequenz in einem Empfänger mit bekannten Senderfrequenzen zur Schwebung bringt.

Zunächst erhält der Drehkondensator eine 180-teilige Eichskala mit 0° bei ausgedrehtem Rotor. Diese wird vorzugsweise am Rande des endgültigen Skalenblattes gezeichnet, um Übertragungsfehler beim Zeichnen zu vermeiden.

1. Bereich

Vergleichsfrequenz 0,316 MHz anlegen und Trimmer C_{15} abstimmen, bis sich bei Skalenteil 0° Schwebungs-Null ergibt. Hierauf Vergleichsfrequenz auf 0,1 MHz stellen und L_1 abgleichen, bis man bei 180° Schwebungs-Null erhält. Abgleich etwa drei bis viermal wiederholen, bis bei 0° und 180° keine Veränderung mehr feststellbar. Diese mehrmalige Nachstellung gilt auch den anderen Bereichen.

2. Bereich

Mit 1,0 MHz und C_{14} auf 0° abgleichen; mit 0,316 MHz und L_2 auf 180° abgleichen.

3. Bereich

Mit 3,16 MHz und C_{13} auf 0° abgleichen; mit 1,0 MHz und L_3 auf 180° abgleichen.

4. Bereich

Mit 10,0 MHz und C_{12} auf 0° abgleichen; mit 3,16 MHz und L_4 auf 180° abgleichen.

5. Bereich

Mit 31,6 MHz und C_{11} auf 0° abgleichen; mit 10,0 MHz und L_5 auf 180° abgleichen.

Dann folgt die Eichung für die I. Skalenteilung durch Aufnahme der Eichpunkte von 1,0...2,0 MHz in Abständen zu 50 kHz und von 2,0...3,16 MHz in Abständen zu 100 kHz. Für die II. Skalenteilung nimmt man ebenfalls von 3,16...10,0 MHz etwa 20 bis 25 Eichpunkte auf. Selbstverständlich kann die II. Skala auch mit den Frequenzen von 0,316...1,0 MHz geeicht werden, was in den meisten Fällen wohl bequemer sein wird.

L_x -Bereiche-Eichung

Angenommen, es steht ein Normal mit 500 μ H zur Verfügung, so wird der Drehkondensator auf 180° und der Bereichschalter auf 50...500 μ H gestellt. Nach Anschaltung des Normales wird dann durch Abgleich des Trimmers C_{30} auf Resonanz eingeregelt. Mit

demselben Normal wird sich dann im Bereich 500...5000 μH bei 0° Resonanz ergeben. Damit liegen die Endwerte aller L_x -Bereiche fest, und die nötigen Eichpunkte für die von 5...50 μH geteilte Skala können sehr einfach aus der I. Frequenzskala (1,0...3,16 MHz) und mit Hilfe folgender Tabelle ermittelt werden.

L_x	5	5,5	6	6,5	7	8	9	10	11	12	13	14
MHz	3,16	3,015	2,886	2,773	2,67	2,5	2,358	2,23	2,131	2,042	1,962	1,89

L_x	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
MHz	1,828	1,769	1,666	1,581	1,507	1,443	1,388	1,336	1,29	1,251	1,213	1,178

L_x	38	40	42	44	46	48	50
MHz	1,148	1,118	1,091	1,066	1,043	1,02	1,0

Diese Frequenzwerte werden nun auf den L_x -Skalenbogen übertragen und nach Bild 3 feiner unterteilt und beschriftet.

C_x -Bereiche-Eichung

- 1) Bereichschalter auf 0...500 pF, Drehkondensator auf 0° stellen und Trimmer C_{28} für Resonanz abgleichen. Hierauf Normalkondensator zu 500 pF anschließen, Drehkondensator auf 180° stellen und durch Spulenabgleich L_6 Resonanzstellung vornehmen. Diese beiden Abgleichvorgänge so oft wiederholen, bis keine Nachstellung mehr erforderlich ist. Dies gilt auch für die nächsten beiden C_x -Bereiche.
- 2) Bereichschalter auf 0...5000 pF, Drehkondensator auf 0° und Resonanzabgleich mittels Trimmer C_{27} . Hierauf Normale zu 5000 pF anschließen, Drehkondensator auf 180° und Resonanzeinstellung mittels L_7 .
- 3) Bereichschalter auf 0...50 000 pF und Abgleich wie im zweiten C_x -Bereich, jedoch mit Normale zu 50 000 pF.

Damit liegen auch die Bereichendstellungen aller C_x -Meßbereiche fest, und die dazwischen liegenden Eichpunkte für die von 0...500 pF geteilte Skala können wieder aus der I. Frequenzskala (3,16...1,0 MHz) und mit Hilfe folgender Tabelle ermittelt und auf den C_x -Skalenbogen übertragen werden.

C_x	0	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90
MHz	3,16	3,055	2,938	2,82	2,715	2,52	2,4	2,3	2,205	2,121	2,041	1,96

C_x	100	120	140	160	180	200	250	300	350	400	450	500
MHz	1,89	1,785	1,69	1,61	1,538	1,47	1,351	1,255	1,173	1,104	1,052	1,0

Diese Eichpunkte dem Skalencharakter entsprechend unterteilt und beschriftet, ergeben dann die C_x -Skala nach Bild 3.

Eichung des Röhrevoltmeters und des Nf-Ausganges

Regler-Pfeilknopf von R_{12} mit einem kleinen Skalenblatt versehen. R_{12} -Schleifkontakt an R_{15} drehen (Rechtsdrehung) und Meßwerk M2 mittels Abgriffschelle von R_{15} auf etwa $\frac{3}{4}$ Ausschlag stellen. Hierauf R_{12} etwas zurückregeln, bis M2 genau Halbausschlag zeigt. Dies ist nun der Eichpunkt der Meßspannung Null Volt. Zur weiteren Eichung

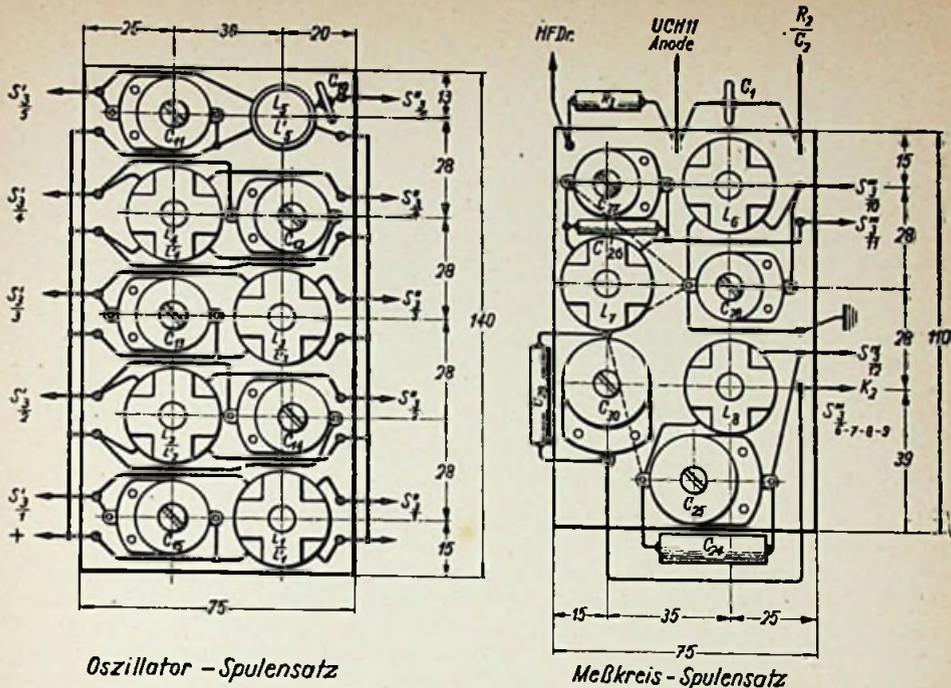


Bild 7. Verdrahtungs-Skizzen für den Oszillator- und Meßkreisspulensatz

werden an die V_{∞} -Buchsen 2 V (50 Hz) gelegt und R_{12} weiter zurückgeregelt, bis M 2-Zeiger wieder genau auf Halbausschlag zu stehen kommt. Diese Reglerknopfstellung entspricht nun dem Eichpunkt 2 Volt. Und so fährt man in Stufen zu 2 V weiter bis zum Anschlag des Netzschalters S_1 , wo etwa der Eichpunkt für 30 V liegt. Für den Nf - A u s g a n g wird das Meßwerk M 1 in Volt geeicht. Hierzu an die 400 Hz-Buchsen ein Vergleichsinstrument (für Tonfrequenzen) legen, Gerät auf Eigenmodulation stellen und R_{12} einregeln, bis das Vergleichsvoltmeter 10 V zeigt. Hierauf den Vorwiderstand R_9 abgleichen, daß M 1 auf Vollausschlag zu stehen kommt. Die Eichung des ganzen Skalenverlaufes geschieht in Stufen zu 1 Volt. Je nach verwendetem Gleichrichter wird der Skalencharakter von M 1 hinreichend linear ausfallen derart, daß die Originalskala beibehalten werden kann und nur von 0...10 V beschriftet zu werden braucht. Die Ausgangsspannung läßt sich selbstverständlich weit unter den noch ablesbaren Werten einstellen.

Anwendungsgebiete

Frequenzmessungen

Für qualifizierte Rundfunkwerkstätten ist das Vorhandensein eines Frequenzmessers ebenso selbstverständlich, wie z. B. ein Prüfsender, weil sich damit gewisse hochfrequenztechnische Fehlerquellen in wesentlich kürzerer Zeit aufdecken lassen, als etwa nur mittels Prüfsender und Strom- und Spannungsmessung. Ein Beispiel: Zuweilen tritt in Superhet-Oszillatoren der Fehler auf, daß der Oszillator durch das Schadhafwerden eines Trimmer- oder Serienkondensators zwar mit der üblichen Hf-Amplitude von 7...15 V weiterschwingt, aber in einem weit außerhalb liegenden Frequenzbereich, so daß man mit dem normalen Abstimmvorgang zu keinem Ergebnis kommt. In einem Fall verschob sich die Oszillatorfrequenz des Mittelwellenbereiches auf das Band von 1000...

2800 kHz, anstatt 950 . . . 1950 kHz (bei $Z_f = 450$ kHz). Durch Frequenzmessung konnte dies sofort festgestellt werden. Die Ursache war der Serienkondensator, bestehend aus Glimmerblättchen mit aufgespritztem Silberbelag, wovon sich ein Teil durch Feuchtigkeitseinwirkung gelöst hatte. Zur raschen Behebung des Fehlers wurde mit dem C-Meßgerät ein keramischer Kondensator auf den vorgeschriebenen Wert von $400 \text{ pF} \pm 3\%$ abgeglichen und der Empfänger mittels Prüfender neu abgestimmt. Auffindung und Behebung des Fehlers dauerte 15 Minuten. Ebenso praktisch ist ein Frequenzmesser zur Herstellung und Eichung von Hf-Meßgeräten. Beim Messen ist mit der verhältnismäßig niederen Eingangsspannung von 50 mV schon ein deutlicher Schwebungston zu hören. Damit kann auch, wenn an die f_x -Buchse eine Antenne gelegt wird, eine Eichkontrolle mit den nächstgelegenen Großsendern direkt erfolgen. Ist bei wesentlich höheren Spannungen (10 V) die Frequenz zu messen, so wird dem Eingang eine kleine Kapazität von $1 \dots 10 \text{ pF}$ vorgeschaltet, oder in die Nähe des zu prüfenden Schwingkreises eine Strippenschleife gelegt. Dadurch bleibt auch jede merkliche Verstimmung des Meßobjektes ausgeschlossen.

Auf das Arbeiten mit dem Prüfenderteil sei hier nicht eingegangen, da dies auf die allgemein übliche Weise vor sich geht.

L_x-Messungen

Bekanntlich haben Spulen, ob auf Hf-Eisenkern oder auf Isolierkörper gewickelt, nicht immer den Selbstinduktionswert, wie er für die vorausberechnete Windungszahl sich ergeben müßte. Manchmal streuen auch die Permeabilitätskonstanten von Kernen so viel ($\pm 15\%$), daß das gewünschte L selbst durch Abgleichen mittels Kernschraube nicht erreicht werden kann. Nebenbei ist die Induktivität von Hf-Eisenkernspulen außer von der Windungszahl vielfach auch noch von der Drahtstärke und vom ausgenützten Wickelraum abhängig. Baut man eine solche Spule nun ein und kommt mit der Abstimmung nicht aus, so entsteht Mehrarbeit für Ausbau, Umwicklung und Wiedereinbau. Man spart daher eine Menge Arbeit, wenn man die Spulen schon vor dem Einbau bei halbeingedrehter Kernschraube mit dem L-Meßgerät mißt und die Windungszahl bei Unstimmigkeiten sofort richtigstellt. Außerdem hat man mit dem L-Gerät die Möglichkeit, von unbekanntem Hf-Eisen die Kernkonstante $\mu\text{H}/\text{Wdg.}^2$ zu ermitteln.

Ein Beispiel:

Der unbekannt Kern habe mit 50 Windungen ein $L = 90 \mu\text{H}$. Ausgegangen von der Grundformel $L = \mu \cdot \text{Wdg.}^2$, ergibt sich für $\mu = L/\text{Wdg.}^2 = 90/50^2 = 0,036$, und für eine gewünschte Selbstinduktion von $90 \mu\text{H}$ sind dann $n = \sqrt{L/\mu} = \sqrt{90/0,036} = 50 \text{ Wdg.}$ erforderlich.

C_x-Messungen

Mit diesem Geräteteil kann vorzüglich die Kapazität von Trimmern, Serienkondensatoren von Oszillatoren und Drehkondensatoren mit der Genauigkeit von $\pm 3\%$ gemessen werden. Auf Grund der selektiv anzeigenden Resonanzmethode hat man beim Abgleichen von Mehrfach-Drehkondensatoren die Möglichkeit, den Parallellauf durch Verbiegen der Rotorplatten auf $\pm 0,5\%$ genau einzustellen; denn bei diesen kommt es innerhalb der Grenzwerte weniger auf die Steilheit des Kapazitätsverlaufes an, als auf die möglichst vollkommene Gleichheit der einzelnen Kapazitätsverläufe. Andernfalls hat die genaueste Gleichlaufberechnung für Oszillator- und Eingangskreis keinen Sinn.

Lebenslauf des Autors

Josef Cassani wurde am 28.7.1912 als Sohn des Werkleiters Josef Cassani in Vipiteno (Sterzing) geboren. Mittelschule und abgeschlossene Lehrzeit für Elektromechanik mit Radiotechnik sowie dreijährige Praxis als Techniker auf dem Gebiete der Schwachstrom- und Starkstrommeßtechnik bildeten die Grundlagen für die Absolvierung der höheren technischen Lehranstalt I. E. I. zu Rom. Nach der Abschlußprüfung (Perito Radiotecnico) war er bei Herstellerfirmen für Rundfunkempfänger in Prüffeldern und Laboratorien beschäftigt. Zwei weitere Jahre Tätigkeit als Hochfrequenz- und Starkstrommeßtechniker in einem großen Elektrizitätswerk erweiterten seine spezielle Berufspraxis.

In den folgenden Jahren befaßte sich J. Cassani ausschließlich mit der Entwicklung und serienmäßigen Herstellung von Hochfrequenz-Meßgeräten für allgemeine und besondere Meßzwecke.

Seit Kriegsende widmet er sich der Konstruktion von Einzelteilen und Einrichtungen der Nf- und Hf-Meßtechnik sowie der Abfassung von Aufsätzen und Bauanleitungen für Rundfunkwerkstätten.

Stückliste

Widerstände:

R ₁	=	400 Ω
R ₂	=	Schichtpot. 1 kΩ
R ₃	=	1 kΩ
R ₄	=	10 kΩ
R ₅	=	500 kΩ
R ₆	=	250 kΩ
R ₇	=	100 kΩ
R ₈	=	100 kΩ
R ₉	=	1 ... 10 kΩ
R ₁₀	=	1 MΩ
R ₁₁	=	200 Ω
R ₁₂	=	Potentiometer 50 kΩ lin. mit Netzausschalter S ₁
R ₁₃	=	2 kΩ 2 W
R ₁₄	=	5 MΩ
R ₁₅	=	1 kΩ mit Abgriffschelle
R ₁₆	=	4 kΩ 3 W
R ₁₇	=	50 Ω
R ₁₈	=	50 Ω
R ₁₉	=	125 Ω
R ₂₀	=	208 Ω
R ₂₁	=	500 Ω
R ₂₂	=	480 Ω

Streifen-
widerstand
1400 Ω
150 mA

Kondensatoren:

C ₁	=	Drehkondensator 20 ... 600 pF
C ₂	=	50 pF
C ₃	=	500 pF
C ₄	=	20 pF
C ₅	=	5 nF
C ₆	=	10 nF
C ₇	=	10 ... 30 nF
C ₈	=	0,25 uF
C ₉	=	10 uF
C ₁₀	=	100 pF
C ₁₁	=	30 pF Trimmer
C ₁₂	=	30 pF
C ₁₃	=	30 pF
C ₁₄	=	30 pF
C ₁₅	=	30 pF
C ₁₆	=	500 pF
C ₁₇	=	20 nF
C ₁₈	=	10 μF/10 V
C ₁₉	=	20 nF
C ₂₀	=	10 μF/70 V
C ₂₁	=	50 nF
C ₂₂	=	2 nF
C ₂₃	=	10 pF
C ₂₄	=	5300 pF
C ₂₅	=	200 pF Trimmer
C ₂₆	=	450 pF
C ₂₇	=	50 pF Trimmer
C ₂₈	=	30 pF
C ₂₉	=	450 pF
C ₃₀	=	50 pF Trimmer
C ₃₁	=	5 pF
C ₃₂	=	16 μF/350 V
C ₃₃	=	16 μF/350 V
C ₃₄	=	0,1 μF
C ₃₅	=	0,1 μF
C ₃₆	=	4 μF
C ₃₇	=	400 pF

Röhren:

1	×	UCH 11
2	×	UF 11

Andere Einzelteile:

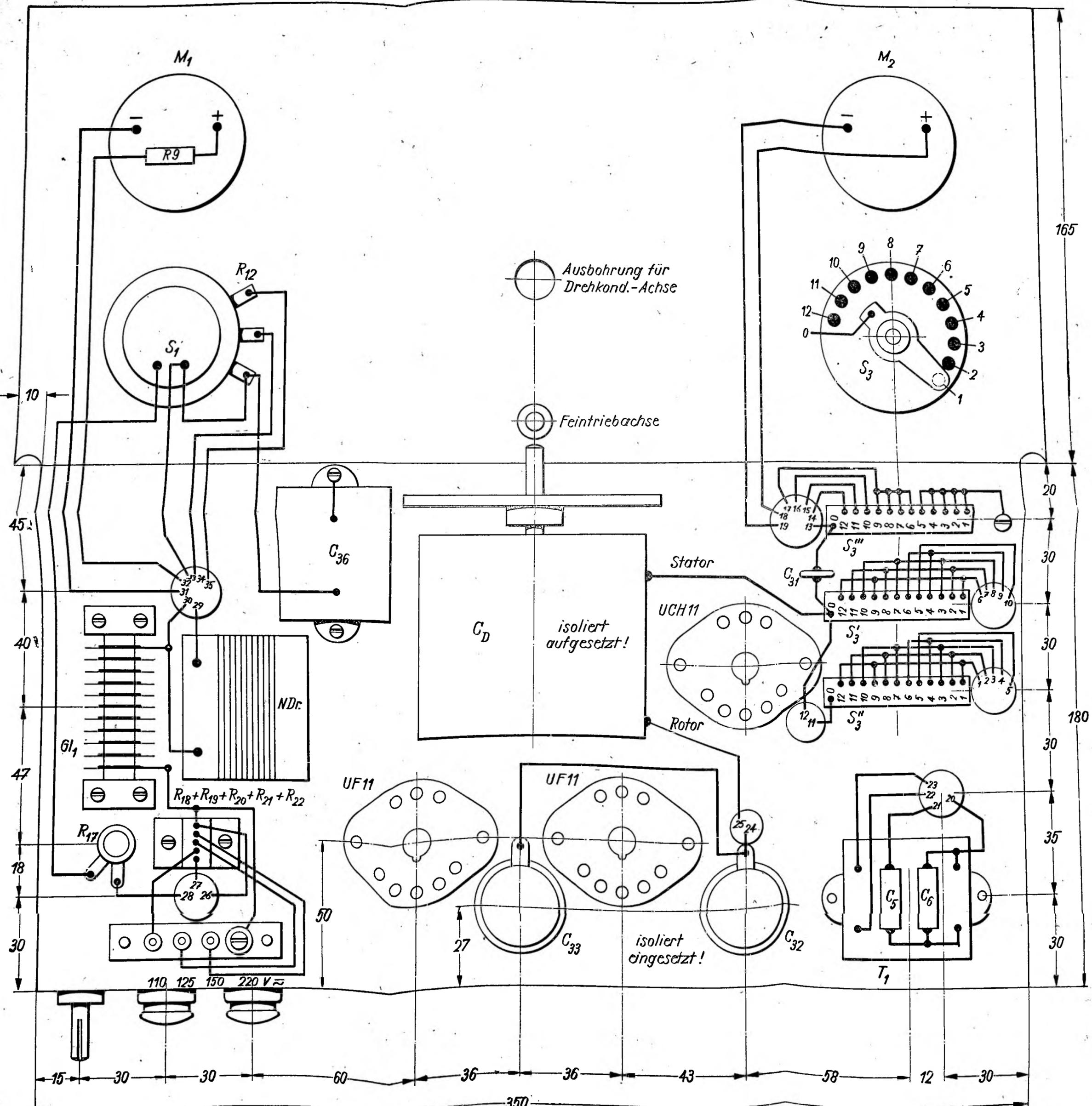
S ₂	=	Stufenschalter 1 × 3
S ₃	=	Stufenschalter 3 × 12
T ₁	=	NF-Transformator 1 : 3
T ₂	=	NF-Transformator 1 : 4
NDr.	=	30 Hy, 20 mA
M 1	=	Drehspulmeßwerk 1 mA
M 2	=	Drehspulmeßwerk 0,1 mA
Gl ₁	=	Trockengleichrichter 110 V/60 mA
Gl ₂	=	Trockengleichrichter 14 V/5 mA
L ₁ bis L ₈	=	nach Tabelle

Herstellerfirmen

der verwendeten Einzelteile sind nicht genannt worden, da das benutzte Material von verschiedenen Firmen produziert wird und die Liefermöglichkeit vielfach von zeitbedingten Schwierigkeiten abhängt. Genaue Herstelleranschriften teilt auf Anfrage die Redaktion des FUNKSCHAU-Verlages Oscar Angerer, (13b) Kempten-Schelldorf, Kottener Straße 12, mit.

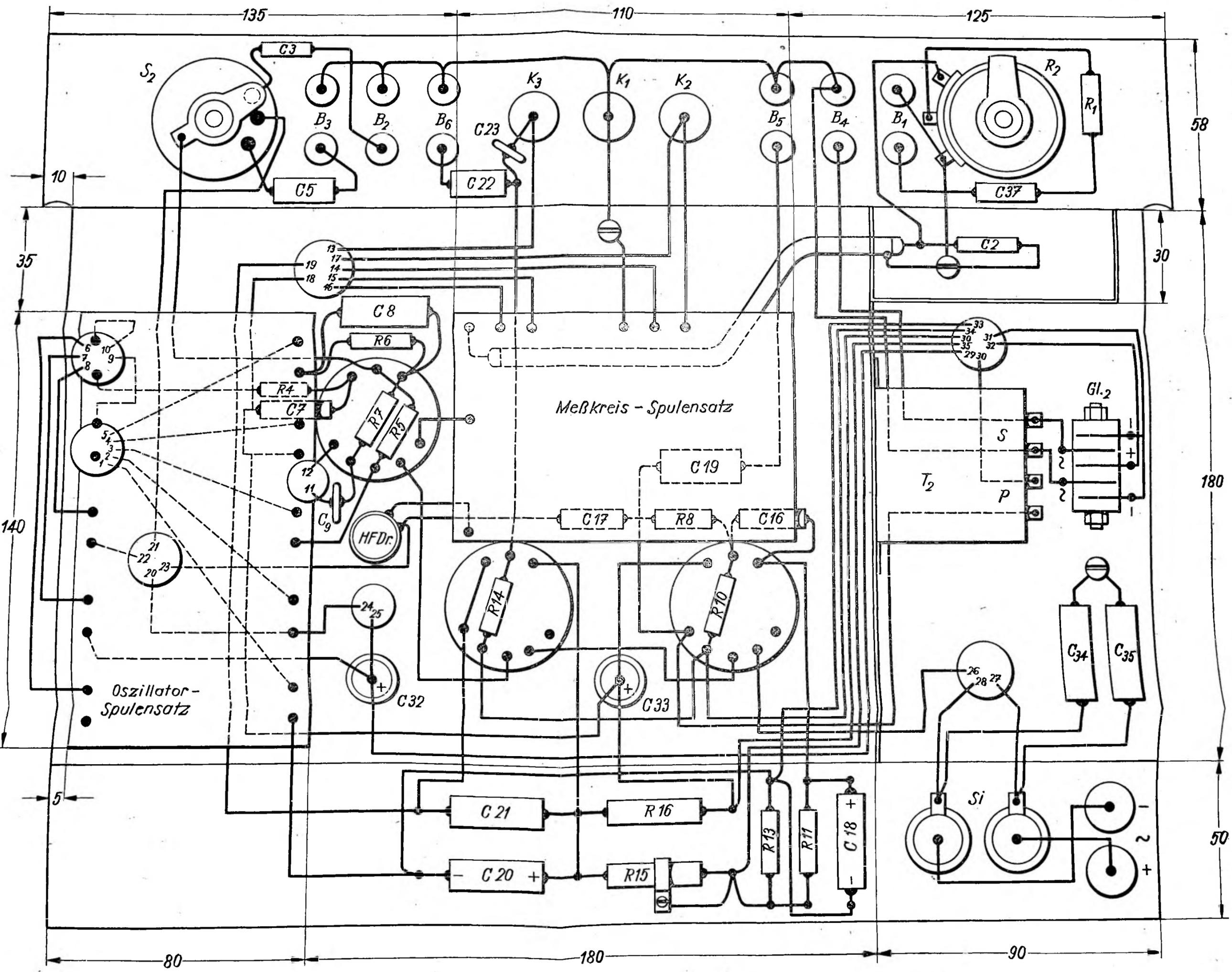
Verdrahtungs-Skizze „Allwellen-Frequenzmesser“ Ansicht von oben

Oberer Frontplattenteil nach hinten umgelegt!



Verdrahtungs-Skizze „Allwellen-Frequenzmesser“ Ansicht von unten

Unterer Frontplattenteil nach hinten umgelegt!



Hinteres Gestellteil nach vorn herausgeklappt!