

RADIOMANN ZUSATZ - HF



Über 25 Versuche mit
15 Schaltungen wie z. B.
HF-Verstärkerstufe,
Kurzwellenempfänger,
Mittelwelle,
Plattenröhrenverstärker,
Mikrofonverstärker,
Elektronisches Metronom
und viele andere.

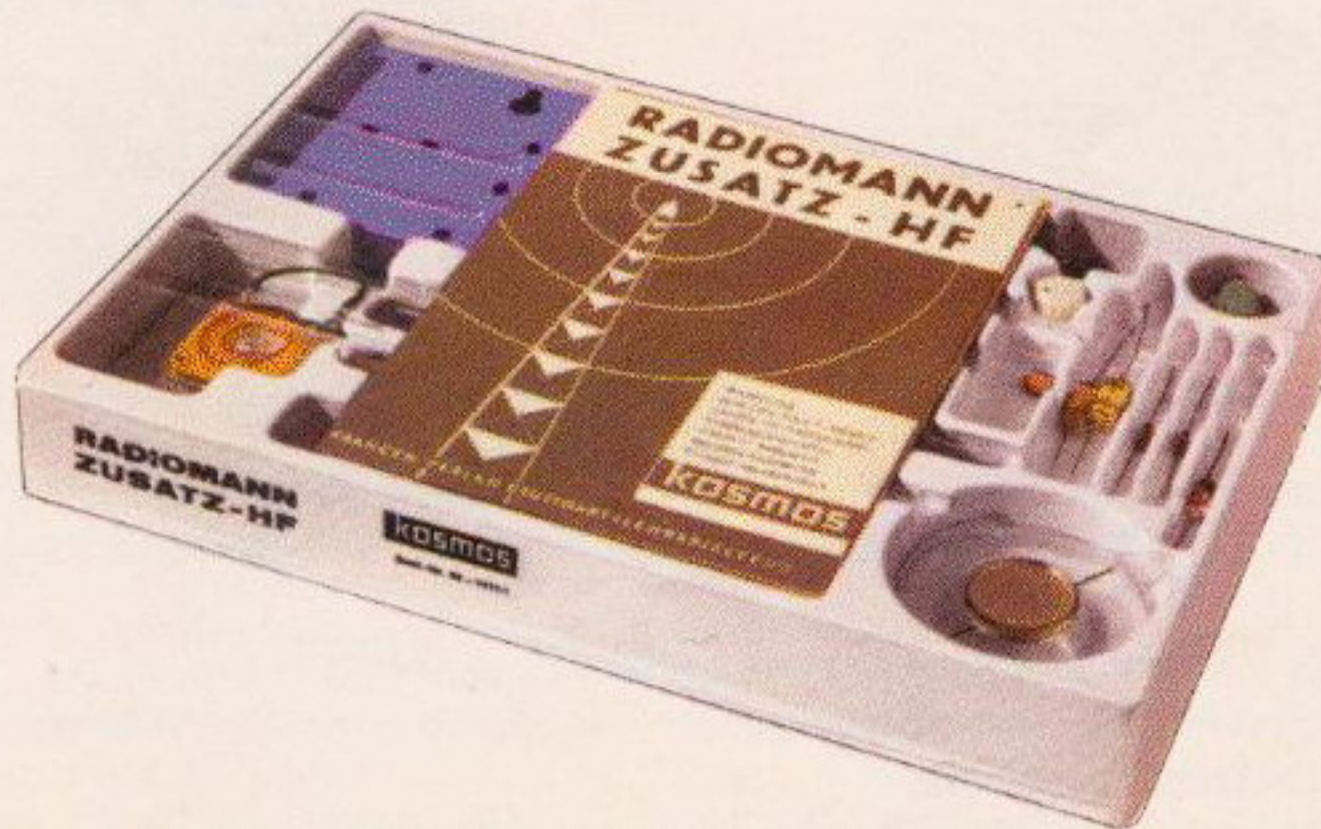
kosmos

neu

RADIOMANN-Zusatz-HF

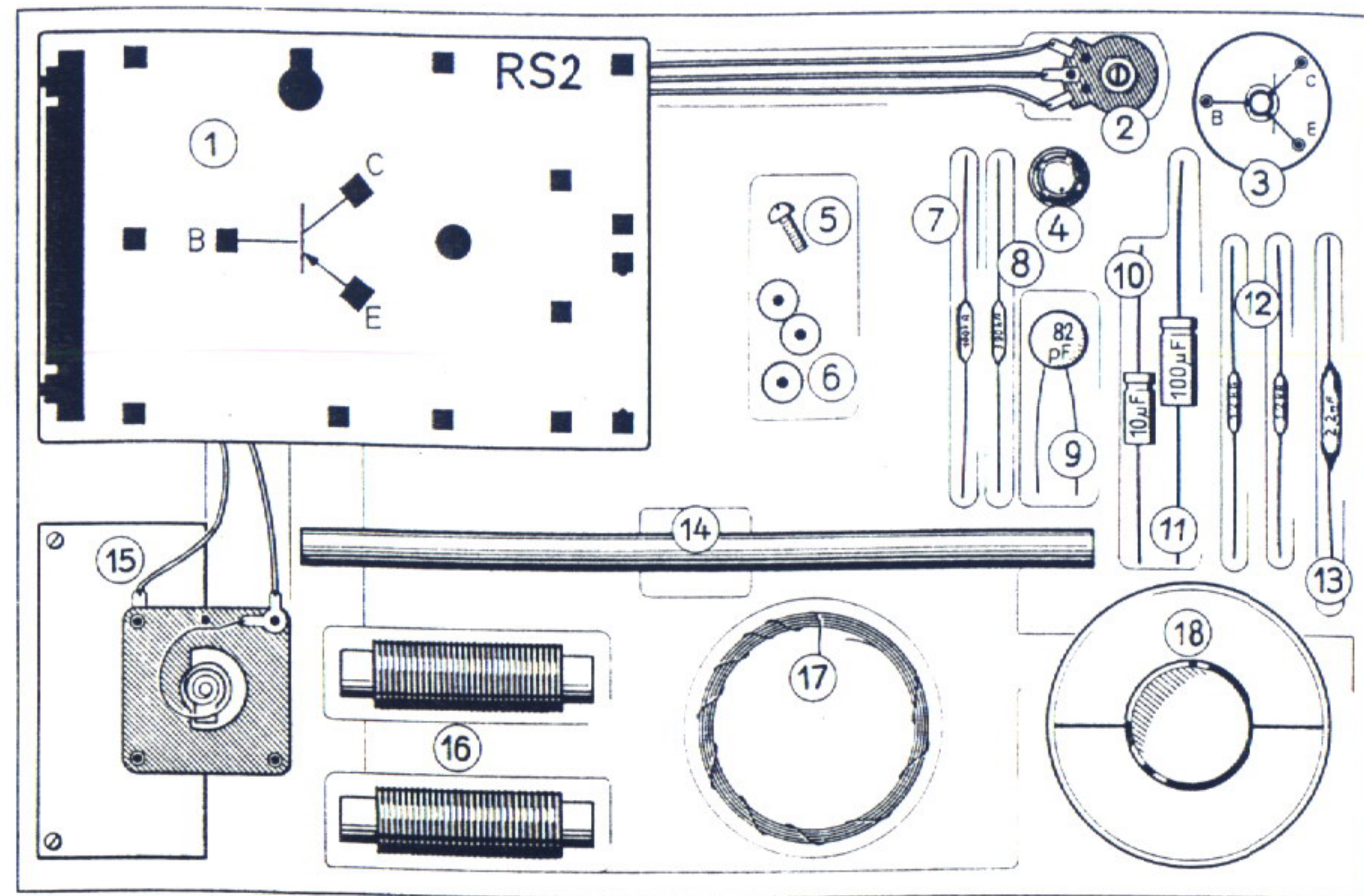
Der Radiomann-Zusatz HF macht alle Radiomann-Besitzer von Antenne und Erde unabhängig. Zusammen mit dem Radiomann-Grundkasten lassen sich viele weitere interessante Versuche mit Lautstärke-Regelung, HF-Verstärkung, Ferritantenne und auf Kurzwelle durchführen. Wer außerdem den Radiomann-Zusatz NF besitzt, kann die Teile des HF mit in das Gehäuse einbauen.

Wer mit dem Radiomann bisher einen schlechten Empfang hatte, kann seine Leistungen jetzt erheblich verbessern. Die Krönung der Radiomann-Versuche ist der Bau des oben abgebildeten, formschönen Batterie-Empfängers, mit dem auch Fernempfang (nach Dunkelwerden je nach Empfangslage bis zu 35 Sender) möglich.



RADIOMANN-Zusatz-HF mit ausführlichem Anleitungsbuch (Best.-Nr. 62—1411.1) DM 34.50

RADIOMANN - ZUSATZ HF



Teil	Best.-Nr.	Teil	Best.-Nr.
1 Platte RS 2	62 - 0040.7	11 Elektrolytkondensator 100 μ F	60 - 0042.6
2 Potentiometer 5 k Ω pos. log. kompl.	60 - 0037.2	12 2 Widerstände 1,2 k Ω	60 - 0027.6
3 Hochfrequenztransistor mit Halterung	62 - 1403.2	13 Kondensator 2,2 nF	60 - 0044.6
4 Drehknopf	62 - 1425.6	14 Ferritstab	60 - 0005.7
5 Halbrundschrabe	11 - 2337.8	15 Abstimm-drehko komplett	62 - 1401.2
6 3 Rändelmuttern	13 - 2030.8	16 2 Rollen Verbindungsdraht	60 - 0014.2
7 Widerstand 100 k Ω	60 - 0025.6	17 HF-Litze	60 - 0011.3
8 Widerstand 390 k Ω	60 - 0029.6	18 Abstimm-scheibe	62 - 0003.6
9 Keramik-Kondensator 82 pF	60 - 0048.6	2 Klebestreifen	60 - 0010.6
10 Elektrolytkondensator 10 μ F	60 - 0043.6	Ausschneideskalen	62 - 0010.7
		Anleitungsbuch	62 - 1461.6

In Verlust geratene Teile können vom Lieferanten dieses Lehrspielzeuges nachbezogen werden. Lieferung von Einzelteilen direkt vom Verlag erfolgt nur in Ausnahmefällen, und es können von dort nur Aufträge in Höhe von mehr als DM 5.— ausgeführt werden.

Bei Ersatzbestellungen bitte stets die Bestell-Nr. angeben und Bestellschein verwenden.

Im Zuge der Modernisierung der Fabrikationsmethoden kann sich die äußere Form der oben abgebildeten Einzelteile ändern. Der Inhalt der Packung entspricht jedoch der Aufstellung.

Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart. 1966. Alle Rechte, besonders das Übersetzungsrecht, vorbehalten. © Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart 1965. Bearbeitung und Text Ing. P. Schöne. Zeichnungen von Erich Haferkorn und R. Misliwietz.
Druck: Joh. Illig, Buch- und Offsetdruck, Göppingen.

Was bietet der RADIOMANN-ZUSATZ HF?

Der Hochfrequenz-Zusatz zum RADIOMANN (RADIOMANN-ZUSATZ HF) enthält alle Teile, die in Verbindung mit dem RADIOMANN den Aufbau einer Hochfrequenzvorstufe mit eingebauter Ferritantenne zu den RADIOMANN-Schaltungen ermöglichen. Die Kombination von RADIOMANN und RADIOMANN-ZUSATZ HF ermöglicht also Mittelwellenempfang ohne Antenne und Erde überall dort, wo der RADIOMANN allein bisher nur mit Außenantenne und Erde empfangen konnte.

Auch dort, wo wegen besonders ungünstiger Empfangslage bisher der Empfang mit dem RADIOMANN allein trotz Außenantenne unbefriedigend war, bringt die HF-Vorstufe eine wesentliche Verbesserung der Empfangsmöglichkeiten.

Außerdem erlaubt der RADIOMANN-ZUSATZ HF in Verbindung mit dem RADIOMANN noch viele weitere interessante Versuche wie z. B. den Aufbau verschiedener Empfängerschaltungen mit Lautstärkeregelung, Kurzwellenempfang, Reflexvorstufe, Tonsummer, Peilversuche usw.

Braucht man den RADIOMANN-ZUSATZ NF dazu?

Nicht unbedingt. Die meisten Versuche lassen sich ohne den RADIOMANN-ZUSATZ NF durchführen. Allerdings hat jeder, der zusätzlich auch den RADIOMANN-ZUSATZ NF besitzt, eine noch größere Freude am RADIOMANN-ZUSATZ HF; denn die Krönung der RADIOMANN-Versuche ist natürlich ein selbstgebaute 3-Transistor-Empfänger für Lautsprecherwiedergabe in einem formschönen Gehäuse mit eingebauter Antenne. Deshalb sind die Teile des RADIOMANN-ZUSATZ HF so gestaltet, daß sie sich mit in das Gehäuse des RADIOMANN-ZUSATZES NF einbauen lassen.

Braucht man die RADIOMANN-Röhre dazu?

Nein. Für die Versuche mit dem RADIOMANN-ZUSATZ HF wird lediglich das Vorhandensein des bisherigen RADIOMANN ohne Röhre vorausgesetzt.

Welche Stromversorgung ist notwendig?

Wie beim RADIOMANN-ZUSATZ NF genügen zwei Taschenlampenbatterien zu je 4,5 Volt (flache Taschenlampenbatterien). Sogar, wenn alle drei Kästen (RADIOMANN, RADIOMANN-ZUSATZ NF und RADIOMANN-ZUSATZ HF) zum Batterieempfänger zusammengeschaltet werden, sollen nur zwei Taschenlampenbatterien benutzt werden. Sie sind im RADIOMANN-ZUSATZ HF nicht enthalten; denn mit frischen Batterien gelingen die Versuche am besten.



1. Wie kommt man sicher zum Ziel?

Nun besitzt du alle Teile, die zum Bau eines Rundfunkempfängers nötig sind, der von Antenne und Erde unabhängig ist, und möchtest sicher gleich mit dem interessantesten Versuch beginnen. Bedenke aber, daß HF-Transistor, HF-Litze und Ferritstab so empfindliche Einzelteile sind, daß du sie leicht unabsichtlich beschädigen kannst, wenn du nicht weißt, worauf du achten mußt. Deshalb ist es besser, die Versuche der Reihe nach zu machen. Dieses Anleitungsbuch vermittelt dir nämlich von Versuch zu Versuch schrittweise alle Kenntnisse, die zum Verständnis und fehlerfreien Aufbau der Schaltungen gebraucht werden. Willst du wirklich einmal den Aufbau eines Versuches überschlagen, so ist es gut, das betreffende Kapitel trotzdem durchzulesen; denn bei späteren Versuchen wird die Kenntnis aller Hinweise vorausgesetzt, die in vorher beschriebenen Versuchen enthalten sind.

Zunächst werden Schaltungen beschrieben, für deren Aufbau das Vorhandensein des RADIOMANN-Grundkastens und des RADIOMANN-ZUSATZES HF genügt. Im zweiten Teil wird dann erklärt, wie sich die Versuche mit dem RADIOMANN-ZUSATZ NF ausbauen lassen, und wie der HF-Teil ins Gehäuse des RADIOMANN-ZUSATZES NF eingebaut werden kann; denn die Krönung des RADIOMANN-Programms ist doch der 3-Transistor-Empfänger mit Lautsprecherempfang und Ferritantenne im schönen RADIOMANN-Gehäuse.

Was du tun mußt, wenn eine Schaltung einmal nicht gleich funktioniert, erfährst du im Kapitel 31 über die Fehlersuche.

2. Was du über die Einzelteile wissen mußt,

wird von Fall zu Fall gesagt. Hier nur ein paar wichtige Hinweise, die das Experimentieren erleichtern und Fehler vermeiden helfen sollen.

Hochfrequenztransistor: Mit dem HF-Transistor müssen wir ganz besonders vorsichtig sein. Zwar macht es ihm nichts aus, wenn er einmal vom Tisch herunterfällt, aber gegen elektrische Überlastung ist mehr als zehnmals empfindlicher als die Transistoren aus dem RADIOMANN-Grundkasten bzw. dem RADIOMANN-ZUSATZ NF. Um eine versehentliche Beschädigung auszuschließen, wollen wir uns angewöhnen, die Schaltung immer erst dann mit der Batterie zu verbinden, wenn die Schaltung schon fertig aufgebaut ist, und wir nachgeprüft haben, ob alle Anschlüsse stimmen. Bevor Schaltungen umgebaut werden, sollte jedesmal die Batterie abgeklemmt werden; denn sonst könnte vielleicht eine kurze, ungewollte Berührung mit einer Nachbarklemme z. B. die für den Collector bestimmte Spannung auf den besonders empfindlichen Basisanschluß bringen, und der HF-Transistor wäre durchgebrannt, ehe du es überhaupt gemerkt hast.

Klemmfedern: Wie sich verbogene Klemmfedern wieder ausrichten lassen, erfährst du im Anhang am Schluß dieses Anleitungsbuches.

Stromversorgung: Wegen der großen Empfindlichkeit des HF-Transistors nie mehr Batterien verwenden als angegeben sind. Bei Verwendung von KOSMOS-Experimentier-Transformator und KOSMOS-Radiosiebplatte Hinweise beachten, die in Kapitel 30 „Batterien sparen“ gegeben werden.

Widerstände: Du besitzt nun schon so viele Widerstände, daß Verwechslungen leicht möglich sind. Solche Verwechslungen können aber nicht nur das richtige Funktionieren der Schaltung verhindern, sondern auch sehr gefährlich sein, wenn sie dazu beitragen, Transistoren zu überlasten. Vergleiche einmal den 4,7-k Ω -Widerstand mit dem 47-k Ω -Widerstand, wie ähnlich sich die Farbringe sind! Die nachstehende Tabelle soll dir das Erkennen der Widerstände erleichtern. Die in Klammer stehenden Werte können an Stelle des jeweils darüberstehenden Wertes benutzt werden. Widerstände, bei denen kein zweiter Wert angegeben ist, sollen nicht durch Ausweichwerte ersetzt werden.

Nähere Einzelheiten über das Lesen von Farbringen sind im RADIOMANN-Grundkasten-Anleitungsbuch Kapitel 56 und 57 (ältere Ausgaben Kapitel 73) enthalten. Teilweise sind die Widerstandswerte direkt als Zahlen aufgedruckt. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß unter dem Wertaufdruck oft noch ein Ziffern- bzw. Buchstabencode des Herstellers zu finden ist, der für uns

Widerstandswert	Farbcode	in Kasten
2,2 M Ω (2 M Ω)	rot, rot, grün rot, schwarz, grün	RADIOMANN RADIOMANN)
390 k Ω	orange, weiß, gelb	Zusatz HF
100 k Ω	braun, schwarz, gelb	Zusatz HF
47 k Ω (50 k Ω)	gelb, violett, orange grün, schwarz, orange	RADIOMANN RADIOMANN)
4,7 k Ω (5 k Ω)	gelb, violett, rot grün, schwarz, rot	RADIOMANN RADIOMANN)
2,7 k Ω	rot, violett, rot	Zusatz NF
1,2 k Ω	braun, rot, rot	Zusätze NF und HF
100 Ω	braun, schwarz, braun	Zusatz NF
27 Ω	Widerstandstreifen 13	RADIOMANN

nichts zu bedeuten hat (z. B. 5H usw.), aber nicht mit den Widerstandsangaben verwechselt werden darf.

Kondensatoren: In den Schaltungen sind verschiedentlich Kondensatoren mit 2,2 nF angegeben. Dafür kannst du sowohl den Kondensator 13 aus dem RADIOMANN-ZUSATZ HF nehmen (der teilweise mit 2 200 pF bezeichnet ist, was ja dasselbe bedeutet) als auch den Kondensator 24 aus dem RADIOMANN-Grundkasten, der dort als „Telefonkondensator“ manchmal mit 2 000 pF bezeichnet ist. 2 000 pF ist dann der zugehörige Ausweichwert, der ohne Nachteil ebenfalls benutzt werden kann.

Elektrolytkondensatoren: Da der selbstgebaute Elektrolytkondensator aus dem RADIOMANN für unsere jetzigen Versuche nicht mehr ausreicht, sind dem RADIOMANN-ZUSATZ HF die notwendigen Elektrolytkondensatoren beigegeben. Beim Anschluß dieser Elektrolytkondensatoren müssen wir ganz besonders aufpassen. Während wir bei Widerständen die beiden Anschlüsse ohne weiteres gegeneinander vertauschen können, dürfen wir das bei Elektrolytkondensatoren keinesfalls tun. Hier sind Plus- und Minusseite immer an die in der Schaltung angegebene Stelle anzuschließen. Das Schaltzeichen für den Elektrolytkondensator enthält deshalb immer ein Plus- und ein Minus-

zeichen. Auch auf dem Elektrolytkondensator (meist kurz Elko genannt) ist die Polarität angegeben. Immer ist in der Nähe des Plusanschlusses das Pluszeichen (+) aufgedruckt.

Das Minuszeichen läuft manchmal als schwarzer Ring um den ganzen Elko herum und kann deshalb leicht mit den Rillen verwechselt werden, die oft auch rings um die Plusseite des Elkos herumlaufen. Da die Bezeichnung des Minuspols bei manchen Elkos ganz fehlt, ist es am besten, sich nach dem Pluspol zu richten. Wir suchen also zunächst den Pluspol des Elkos heraus und schließen ihn immer zuerst an.

Ferritstab: Er ist aus einem spröden Material, das genauso leicht zerbricht wie Porzellan und darf deshalb nicht auf den Boden fallen, geschlagen oder gebogen werden. Ist er dir durch Unachtsamkeit zerbrochen, brauchst du ihn nicht wegzuwerfen, sondern kannst versuchen, die einzelnen Stücke möglichst genau aneinanderzusetzen und mit Klebestreifen zu umwickeln. Wenn du geschickt bist, spielt der Apparat dann auch.

HF-Litze: Sie besteht aus einem seidenumspunnenen Bündel von 30 haarfeinen, gegeneinander isolierten Drähten (jeder von ihnen ist nur 0,05 mm dick!), die nur an den verzinnten Anschlüssen leitend miteinander verlötet sind. Du mußt sorgfältig darauf achten, daß an der Übergangsstelle vom verzinnten Ende zur Litze nicht einzelne Drähtchen abbrechen oder gar die ganze Anschlußstelle abreißt. Reißt das Anschlußende doch einmal ab, so kannst du im Anhang nachlesen, wie du dir helfen kannst.

Verbindungsleitungen: Schneide die Drähte nicht wahllos von den beiden beigegebenen Rollen herunter. Du brauchst nämlich für die Kurzwellenspule und auch für das Wickeln der Koppelspule auf dem Ferritstab längere Stücke. Wenn du von deinen früheren Versuchen mit dem RADIOMANN keine Leitungen mehr hast, ist es am besten, du teilst den Draht so ein, wie es die Draht-Tabellen im Anhang vorschlagen. In den Aufbau-Abbildungen sind Verbindungsleitungen oft mit Buchstaben bezeichnet, damit du entnehmen kannst, welche Drahtlängen für den Aufbau der betreffenden Schaltung besonders günstig sind.

Potentiometer: Teil 2 ist ein sogenanntes Potentiometer. Es wird, wie in Kapitel 3, oft auch als Lautstärkeregler verwendet, und dann nennen wir es der Einfachheit halber nicht Potentiometer, sondern Lautstärkeregler. Was die geheimnisvolle Bezeichnung „5 k Ω pos. log.“ bedeutet, wird im letzten Absatz des Kapitels 3 erklärt.

I. Versuche mit RADIOMANN-Grundkasten und RADIOMANN-ZUSATZ HF

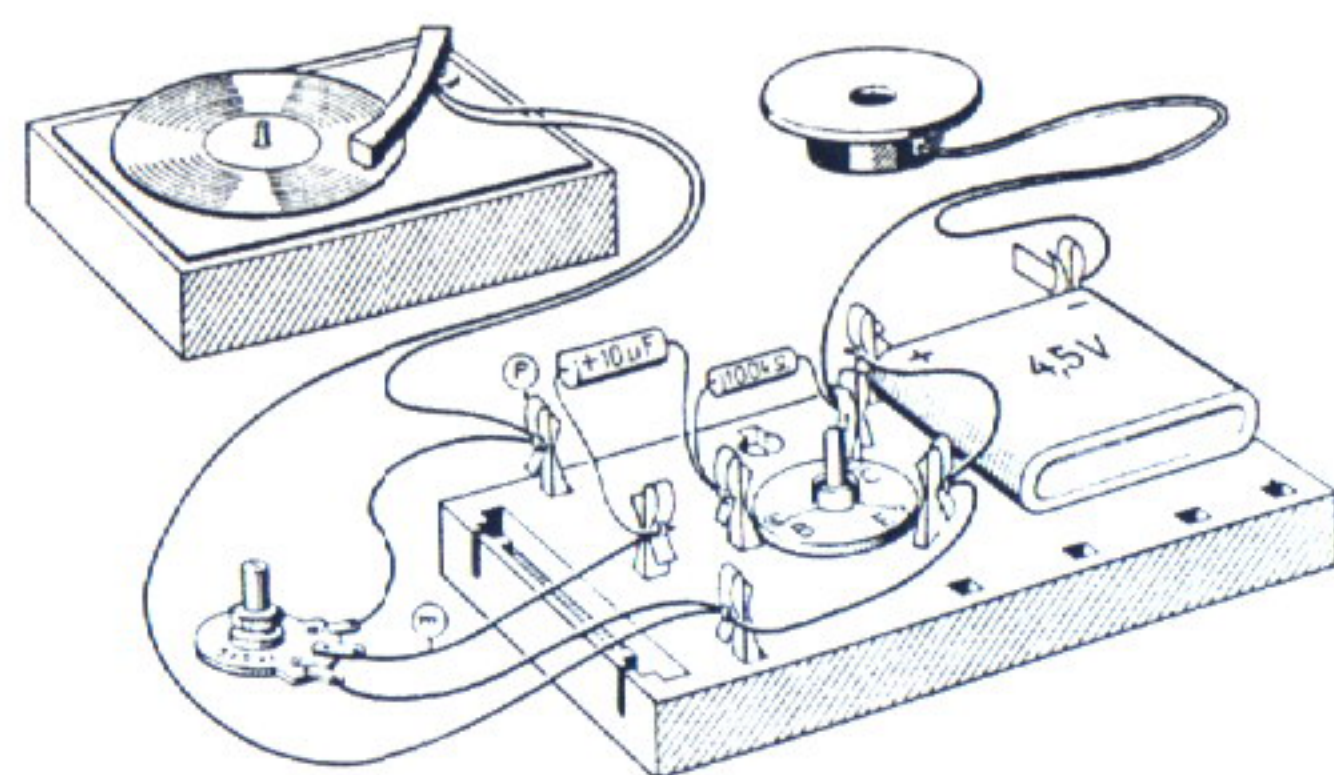
Wesentliche und interessante Versuche sind im ersten Teil dieser Anleitung beschrieben. Für sie genügen die Teile aus dem RADIOMANN-ZUSATZ HF und dem RADIOMANN-Grundkasten. Wenn du auch einen RADIOMANN-ZUSATZ NF besitzt, kannst du die Versuche mit Lautsprecher und Gehäuse erweitern, wie es im zweiten Teil beschrieben ist. Dabei wird die Kenntnis der Versuche des ersten Teils natürlich vorausgesetzt.

3. Wir lernen den Lautstärkereger kennen

Vielleicht hast du einen Plattenspieler zur Verfügung und möchtest deine Schallplatten einmal über den RADIOMANN abhören? (Wenn du keinen Plattenspieler hast, kannst du den Lautstärkereger mit dem Empfänger-aufbau nach den Kapiteln 4 und 5 probieren, lies zuvor jedoch dieses Kapitel hier zu Ende.

Natürlich könntest du die Kopfhöreranschlüsse direkt mit den beiden aus dem Tonarm des Plattenspielers kommenden Leitungen verbinden. Die Musik im Kopfhörer wäre dann aber sehr leise.

Deshalb wollen wir eine Verstärkerstufe zwischen Tonabnehmer und Kopfhörer schalten. Sie ist ähnlich aufgebaut wie der Empfangsverstärker im

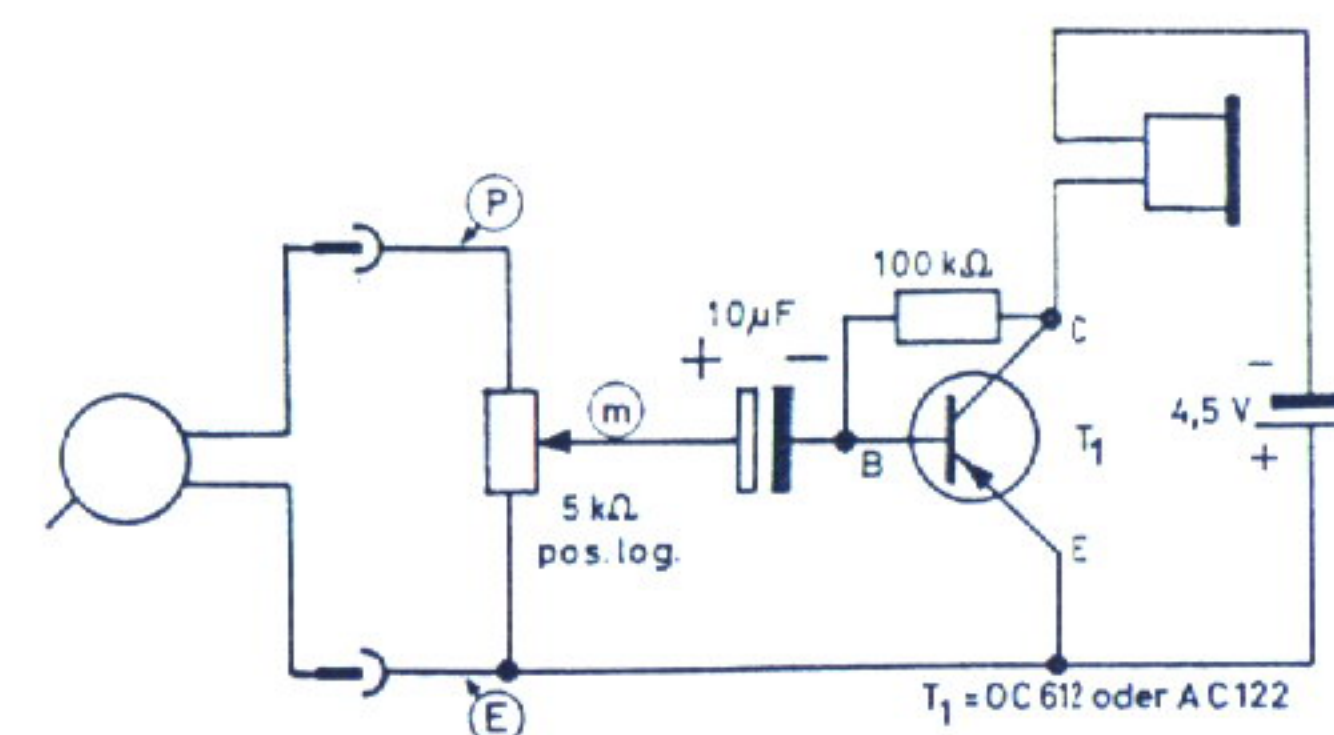


Kapitel 62 des RADIOMANN. Wie dort, befindet sich der RADIOMANN-Transistor, den wir künftig T_1 nennen wollen, auf einer Platte RS 2. Als Basiswiderstand (zwischen Collector und Basis T_1) nehmen wir diesmal allerdings den 100-k Ω -Widerstand.

Neu ist für uns der Lautstärkereger, für den wir das Potentiometer 2 nehmen, dessen mittlerer Anschluß (Leitung „m“) über den 10- μ F-Elektrolytkondensator mit der Basis verbunden wird. Seine anderen beiden Anschlüsse verbinden wir mit dem Plattenspieler, den einen davon (Aufbauzeichnung beachten) außerdem mit dem Emitter des T_1 . Der Lautstärkereger ist nichts weiter als ein Spannungsteiler, dessen Wirkungsweise wir schon aus den Versuchen 76 und 77 des RADIOMANN kennen. Nur, daß diesmal nicht die Batteriespannung unterteilt werden soll, sondern die vom Tonabnehmer des Plattenspielers erzeugte, im Takte der Musik schwankende „Tonfrequenz-Spannung“, die auch Niederfrequenz- oder NF-Spannung genannt wird. Was das Wort Niederfrequenz (NF) bedeutet, weißt du ja bereits aus Kapitel 34 des RADIOMANN.

Ist die jetzt durch den Transistor T_1 verstärkte Musik im Kopfhörer laut, so können wir den Teil der NF-Spannung, der unserem Verstärker zugeleitet wird, durch Drehen am Lautstärkereger vermindern und die Musik wird leiser. Hast du den Lautstärkereger richtig angeschlossen, so wird die Musik lauter, wenn du die geriffelte Achse rechtsherum (so wie die Uhrzeiger gehen) drehst. Das gilt natürlich nur, wenn du auf die Vorderseite des Lautstärkeregers schaust, die geriffelte Achse also auf dich zeigt.

Sehen wir uns den Lautstärkereger einmal genau an! Auf einer ringförmigen Widerstandsbahn aus Hartkohle, die aber keinen geschlossenen Kreis bildet, sondern an jedem ihrer beiden Enden einen Anschluß hat, gleitet ein Kohlestift, der durch Drehen der Achse bewegt wird und mit dem Mittelanschluß leitend verbunden ist. In der Schaltung wird dieser Schleifer durch einen seitlich am Widerstand befindlichen Pfeil angedeutet, der durch die Leitung „m“ fortgesetzt wird.



Im Schaltbild sehen wir auch, wie das Zeichen für den Tonabnehmer des Plattenspielers aussieht, welches so eingezeichnet ist, als sei der Tonabnehmer über eine Steckverbindung mit den beiden äußeren Enden des Lautstärkeregers verbunden.

Damit wir den Lautstärkereger immer ohne Probieren gleich richtig anschließen können (also so, daß die Musik beim Rechtsdrehen lauter wird), unterscheiden wir seine beiden Enden. In der Schaltung ist das sogenannte „laute Ende“ mit „P“ bezeichnet. Am Lautstärkereger ist „P“ derjenige Anschluß, bei dem der Schleifer steht, wenn der Lautstärkereger bis zum rechten Anschlag, also „voll aufgedreht“ ist.

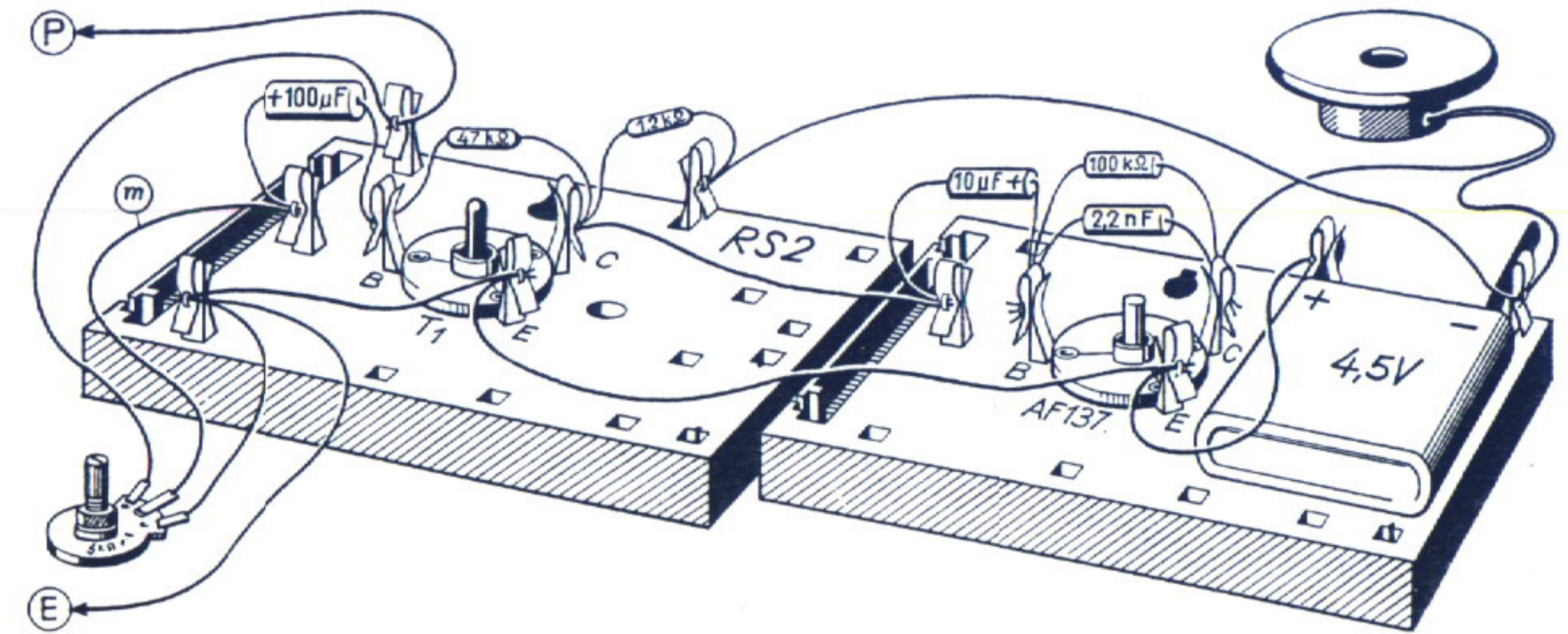
Was bedeutet wohl die geheimnisvolle Bezeichnung „5 kΩ pos. log.“? Nun, 5 kΩ ist der Widerstandswert, den die Kohlebahn des Lautstärkeregers zwischen ihren äußeren Anschlüssen besitzt. Der Zusatz „pos. log.“ soll darauf hindeuten, daß der Widerstand längs der Hartkohlebahn nicht gleichmäßig zunimmt. Von einem guten Lautstärkereger verlangt man nämlich, daß er die Lautstärke über mehrere Lautstärkestufen verändert, wobei dem Ohr jede Lautstärkestufe als Verdoppelung der Lautstärke erscheint. Damit beim Aufdrehen der Lautstärke dem Ohr die Lautstärkezunahme gleichmäßig erscheint, muß der Widerstand um so schneller zunehmen, je weiter der Schleifer nach „P“ hin gedreht wird. Die Hartkohleschicht wird längs der Widerstandsbahn deshalb immer dünner. Stellen wir den Schleifer in Mittelstellung, so ist der Widerstand vom Schleifer zum Ende „P“ sehr viel größer als der Widerstand vom Schleifer zum anderen Ende. Zwischen Mittelstellung des Schleifers und dem Ende „P“ liegen noch etwa 94 Prozent des Gesamtwiderstandes, die bisher durchlaufenen 6 Prozent des Gesamtwiderstandes lassen sich also noch etwa viermal verdoppeln, bis der Gesamtwiderstand bei Punkt „P“ erreicht ist. Da man einen Maßstab, dessen Teilung sich bei jeweils gleichem Längenzuwachs immer um denselben Betrag vervielfacht, logarithmisch nennt, heißt unser Lautstärkereger wegen dieser Besonderheit seiner Widerstandsschicht ebenfalls logarithmisch (log.). Das vorangestellte „pos.“ (manchmal durch ein Pluszeichen ersetzt) deutet lediglich an, daß die Zuwachsvergrößerung bei Rechtsdrehen eintritt.

4. Zweistufiger NF-Verstärker

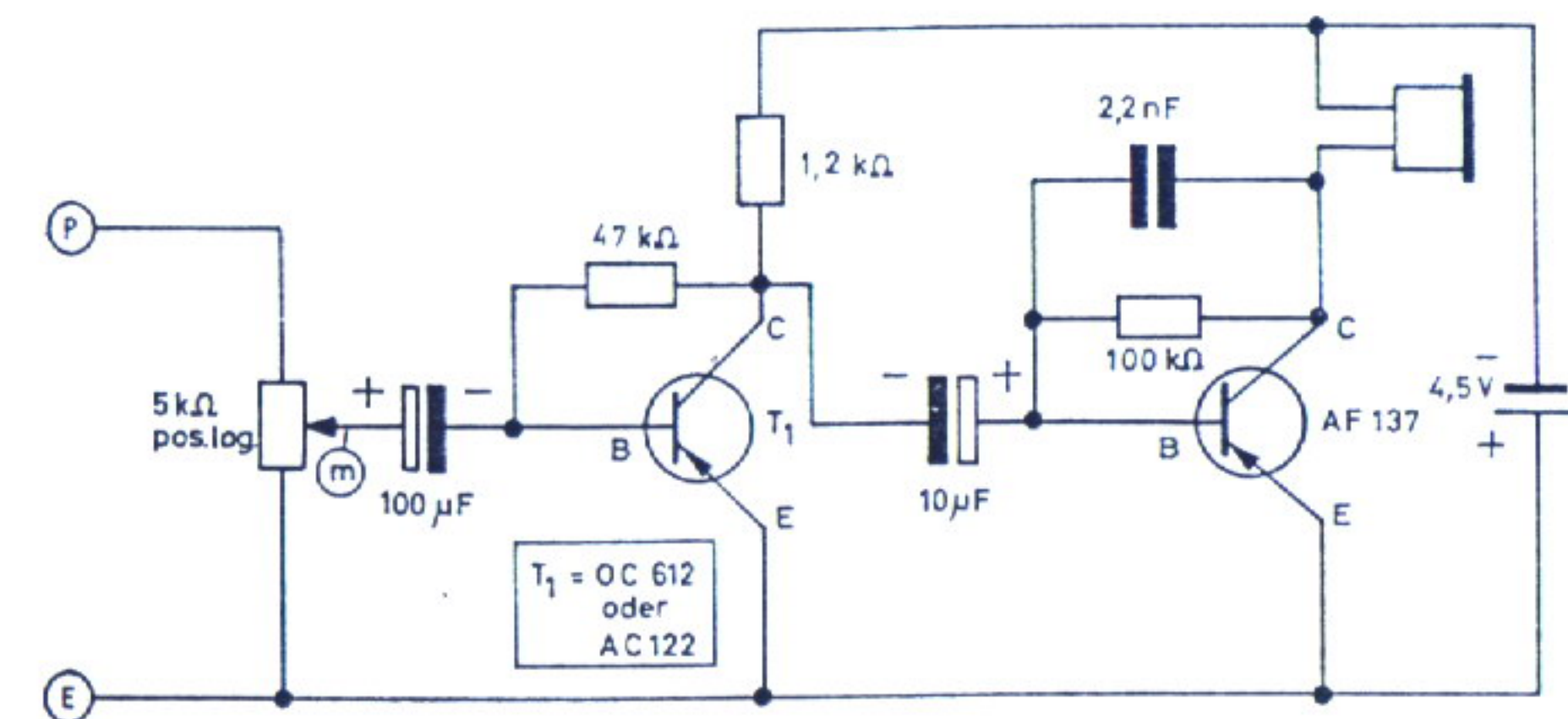
Es ist durchaus möglich, daß die Musik vom Plattenspieler trotz einer Verstärkerstufe im Kopfhörer noch zu leise war. Eine einzige Verstärkerstufe reicht nämlich nur aus, wenn der Tonarm ein sogenanntes Kristallsystem besitzt. Enthält er dagegen ein magnetisches System — was wir ohne weiteres ja nicht wissen können —, so brauchen wir eine größere Verstärkung; denn ein magnetisches System hat zwar eine naturgetreuere Tonwiedergabe, gibt dafür aber nur eine geringere NF-Spannung ab.

Auch sonst könnten wir eine größere Verstärkung gut brauchen, wenn wir z. B. an die etwas beschränkte Lautstärke vom Versuch 62 des RADIOMANN denken.

Da wir jetzt zwei Transistoren besitzen, können wir unserem einstufigen Verstärker vom vorigen Kapitel ja noch eine zweite Verstärkerstufe anhängen, so daß der Kopfhörer Musikstrom bekommt, der vorher in zwei aufeinanderfolgenden Transistor-Verstärkerstufen verstärkt wurde.



Dazu setzen wir in die erste Verstärkerstufe an Stelle des Kopfhörers einen 1,2-kΩ-Widerstand ein und tauschen ihren bisherigen Basiswiderstand von 100 kΩ gegen den 47-kΩ-Widerstand aus. Die zweite Verstärkerstufe wird mit dem Hochfrequenztransistor 3, den wir in Zukunft immer mit AF 137 bezeichnen wollen, nach der Abbildung auf die andere Platte RS 2 aufgebaut und mit der ersten Verstärkerstufe zusammengeschaltet. Da wir hierzu den 10-μF-Elektrolytkondensator an der Basis des AF 137 brauchen, ersetzen wir

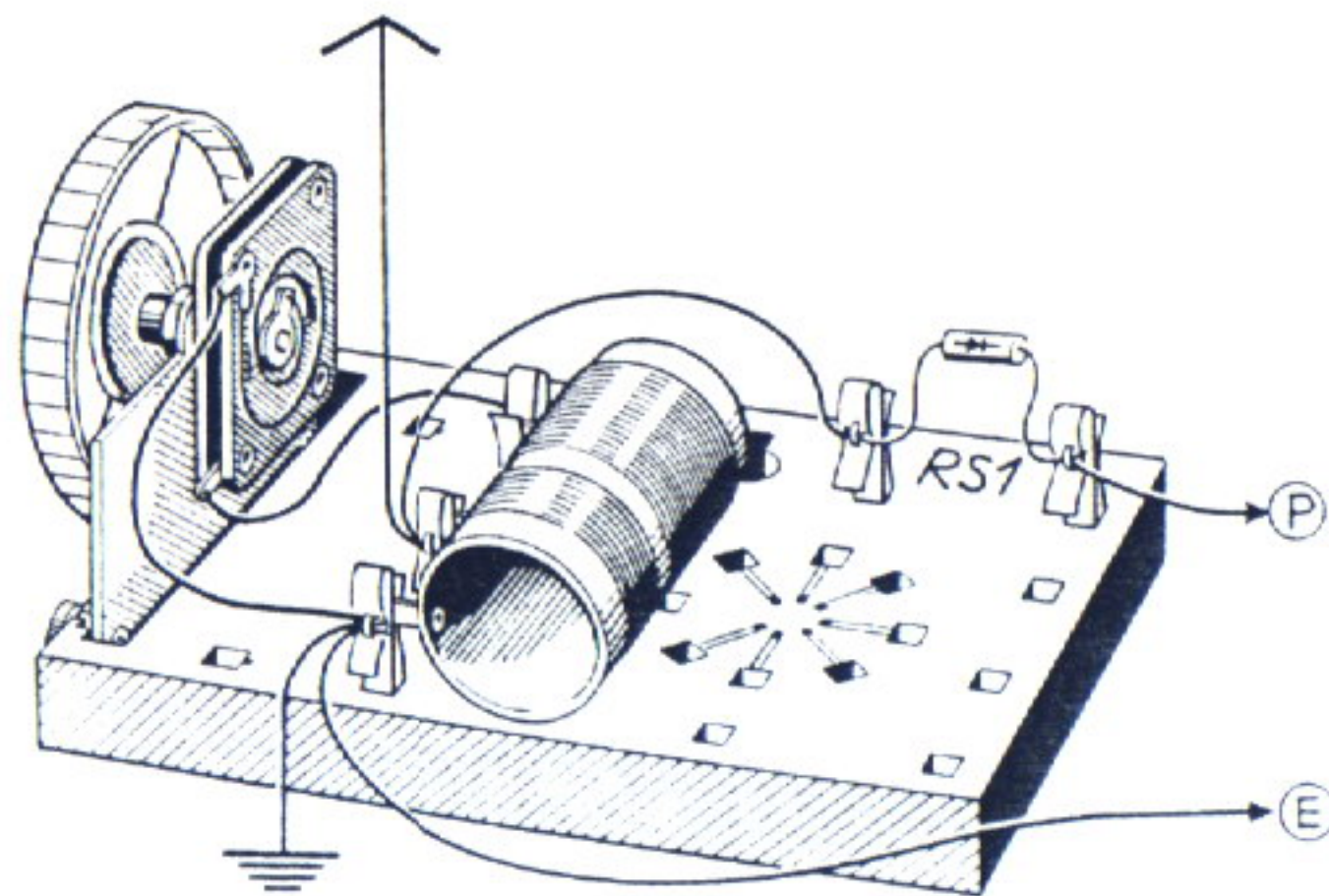


ihn vor der ersten Verstärkerstufe durch den 100- μ F-Elektrolytkondensator. Daß der Hochfrequenz-(HF-)Transistor in diesem Versuch nur NF zu verstärken hat, macht ihm nichts aus. Die Bezeichnung HF-Transistor deutet nur darauf hin, daß er — im Gegensatz zu anderen Transistoren — auch HF verstärken kann, wenn man es von ihm verlangt.

5. Einfacher Diodenvorsatz zum zweistufigen NF-Verstärker

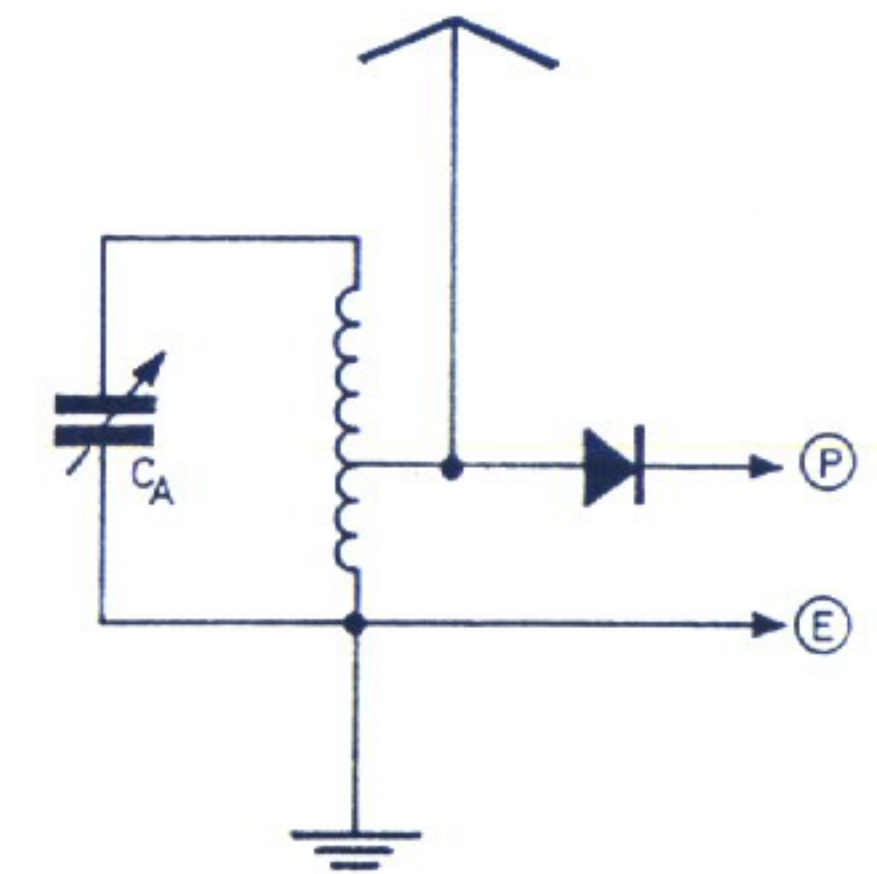
Wichtig: Bevor wir mit den Versuchen weitermachen, muß ausdrücklich daran erinnert werden, daß das Abhören von Rundfunksendungen, auch mit unserem einfachen Gerät nur dann statthaft ist, wenn in der Familie bereits eine Rundfunkgenehmigung vorhanden und die Gebühr dafür bezahlt ist.

Nun können wir die von einem einfachen Diodenvorsatz abgegebene schwache NF schon so verstärken, daß das Empfangsgerät wesentlich besser geht als dasjenige aus RADIOMANN-Versuch 62. Immerhin benötigt ein so einfaches Empfangsgerät aber immer noch Antenne und Erde (in sehr günstigen Empfangslagen genügt manchmal schon Erdleitung und eine aus ca. 4 Metern Draht angefertigte Zimmerantenne). Wie wir ganz ohne Erde und Antenne auskommen können, erfahren wir in Kapitel 14, müssen vorher aber noch Erfahrungen mit dem Ferritstab sammeln. Die gegenüber vergleichbaren RADIOMANN-Schaltungen größere Empfindlichkeit gestattet uns aber doch,



Antenne und Diode günstiger mit der Spule zu verbinden. Wir achten darauf, daß die Spule jetzt anders herum auf der Platte RS 1 befestigt wird, als wir es vom RADIOMANN her gewohnt sind, nämlich mit der kleineren Wicklungshälfte (wenige Windungen) nach vorn. Dazu setzen wir die mittlere Klemmfeder entsprechend der Abbildung ein (also anders herum als früher). Zwischen Antenne und Erde liegt also jetzt der kleinere Spulenteil der

Schwingkreisspule 17 aus dem RADIOMANN. An die Spulenzapfung legen wir Diode und Antenne gemeinsam. Dabei achten wir auf die Polung der Diode. Als Drehkondensator nehmen wir den Abstimm Drehko 15 aus dem RADIOMANN-ZUSATZ HF und befestigen ihn mit zwei Rändelmutter 6 in der Aussparung der Platte RS 1. Die Abstimm-scheibe 18 wird so auf seine Achse gesteckt, daß der gerade Federteil mit dem angeflachten Stück der Achse übereinstimmt. Die beiden Anschlüsse des Abstimm Drehkos werden mit den äußeren Enden der Schwingkreisspule verbunden. Die Erdleitung wird an das vordere Spulenende (kleinerer Spulenteil) angeschlossen.



Nun können wir den Diodenvorsatz mit dem zweistufigen Verstärker aus Kapitel 4 verbinden, indem wir das freie Ende der Diode über eine Leitung mit dem Anschluß „P“ und das mit der Erdleitung verbundene Spulenende mit der anderen Seite des Lautstärkereglers verbinden. Wenn wir durch Drehen an der Abstimm-scheibe den Ortssender aufsuchen, dürfen wir nicht vergessen, vorher den Lautstärkereglер aufzudrehen.

6. Trennschärfeverbesserung

Besonders in den Abendstunden kann es passieren, daß außer dem Ortssender noch ein zweiter Sender hörbar wird, den wir aber nicht richtig empfangen können, weil der Ortssender immer noch gleichzeitig zu hören ist. Der Ortssender „liegt breit“ und überdeckt einen großen Teil unseres Abstimm-bereiches, so daß wir einen schwachen Sender garnicht bemerken könnten, dessen Abstimmung vielleicht zufällig dicht neben der unseres Ortssenders läge. Unser Gerät ist eben nicht „trennscharf“.

Solange wir die Trennschärfe unseres Gerätes nicht verbessern, hat es natürlich keinen Zweck, die Verstärkung weiter zu steigern, denn ferne Sender, die dann hörbar würden, gingen ja im Lärm unseres Ortssenders, der dann ja auch lauter würde, vollkommen unter.

Woran liegt nun die mangelhafte Trennschärfe unseres Gerätes? Der Fachmann würde sagen: An der Dämpfung unseres Schwingkreises. Im Kapitel 49 des RADIOMANN war schon einmal von Eigenschwingungen und Resonanz die Rede. Eine am Gummiband aufgehängte Platte tanzte dabei in der Luft etliche Male auf- und nieder, wenn sie angestoßen wurde. Dabei hing die Frequenz, mit der sie das tat, mit der Länge des Gummibandes zusammen.

Wollten wir die Schwingungen dieser Platte dämpfen, so müßten wir sie z. B. in ein mit Sirup gefülltes Faß hängen. Der Widerstand des zähen Sirups würde bald jede Eigenschwingung zum Erliegen bringen, also dämpfend wirken, so daß von Resonanz überhaupt keine Rede mehr sein könnte; denn die einmal angezogene Platte würde nur träge in ihre Ausgangslage zurückkehren, wobei geringe Abweichungen in der Länge des Gummibandes, die sonst verschiedene Eigenschwingungsdauer zur Folge hätten, praktisch keine Rolle mehr spielen würden.

Beim elektrischen Schwingkreis, in welchem Elektronen hin- und herschwingen, besteht der dämpfende Widerstand zum großen Teil aus dem elektrischen Widerstand des Spulen- und Antennendrahtes. Gelingt es uns, den schädlichen Einfluß dieses Widerstandes zu unterbinden, wird die Trennschärfe viel besser; denn auch geringe Unterschiede in der Eigenschwingungsdauer könnten dann deutlicher hervortreten.

Im RADIOMANN war es uns in Versuch 50 gelungen, die Trennschärfe durch loserer Ankoppeln der Antenne zu verbessern, weil der Einfluß des Antennenwiderstandes auf den Schwingkreis auf diese Weise verringert wurde. Allerdings hat sich dadurch zugleich auch die Energie vermindert, welche von der Antenne zum Schwingkreis gelangte, und das Gerät spielte leiser. Deshalb wollen wir jetzt einen anderen Ausweg suchen und den Widerstand der Schwingkreisspule selbst herabsetzen.

Durch einen Trick erreichen wir, daß wir den Spulendurchmesser verkleinern können und auch weniger Windungen brauchen. Dadurch wird der Draht viel kürzer und sein Widerstand geringer. Außerdem nehmen wir einen Draht, dessen Querschnitt etwas größer ist, wodurch sich der Widerstand nochmals verringert.

Der Trick, von dem eben die Rede war, besteht darin, daß wir die Spule auf den Ferritstab wickeln. Dadurch bekommt die jetzt kleinere Spule die gleichen Eigenschaften wie eine entsprechend größere „Luft“-Spule ohne Ferritkern.

Die aus HF-Litze bestehende Schwingkreisspule, die wir im nächsten Kapitel auf den Ferritstab wickeln werden, hat aber nicht nur ein Fünftel des Widerstandes der bisherigen Schwingkreisspule 17, wie man aus Verkürzen der Drahtlänge und Querschnittvergrößerung berechnen könnte. Der Unterschied ist noch größer, weil die bisherige Schwingkreisspule der HF einen größeren Widerstand entgegengesetzt als die $3,8 \Omega$, die sie für gewöhnlichen Gleichstrom hat. Das liegt daran, daß HF-Ströme nicht den ganzen Drahtquerschnitt durchsetzen, sondern nur in der Oberflächenschicht eines Drahtes fließen. Um den Drahtquerschnitt für HF besser auszunutzen, erfand man deshalb die HF-Litze, bei der ein Leiter in viele dünne, gegeneinander isolierte Drähtchen unterteilt ist und demzufolge mehr Drahtoberfläche zu bieten hat. So steigern

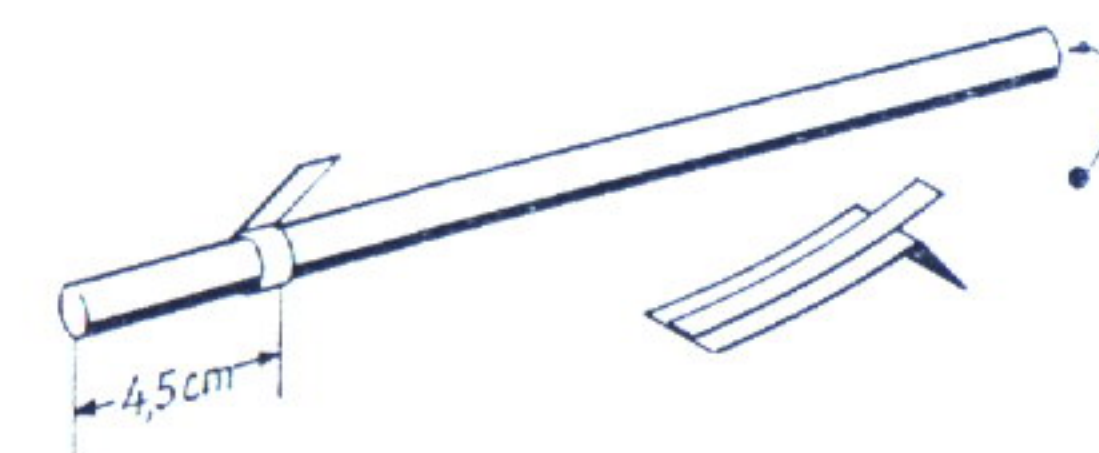
wir die Trennschärfe unseres Schwingkreises durch Verwendung von HF-Litze noch weiter.

Natürlich wirkt auch der Widerstand, den der Eingang des nachgeschalteten Verstärkers besitzt, dämpfend auf unseren Schwingkreis zurück. Deshalb verbinden wir ihn später nicht direkt mit der aus HF-Litze bestehenden Spule, sondern mit einer besonderen Koppelspule, die weniger Windungen hat. Weitere Möglichkeiten, die Trennschärfe zu steigern, ergeben sich, wenn wir später in der Lage sein werden, Antenne und Erde ganz fortzulassen, oder auch dadurch, daß wir den Schwingkreis durch Zuführen im Takt mit den Schwingungen liegender Impulse unterstützen, also entdämpfen. Diese letzte Möglichkeit bringt nicht nur Trennschärfe, sondern auch Verstärkungsgewinn, setzt aber voraus, daß wir die dazu notwendige Rückkopplungsschaltung richtig bedienen können. Darauf kommen wir in Kapitel 13 und 14 noch zurück.

7. Wir bewickeln den Ferritstab

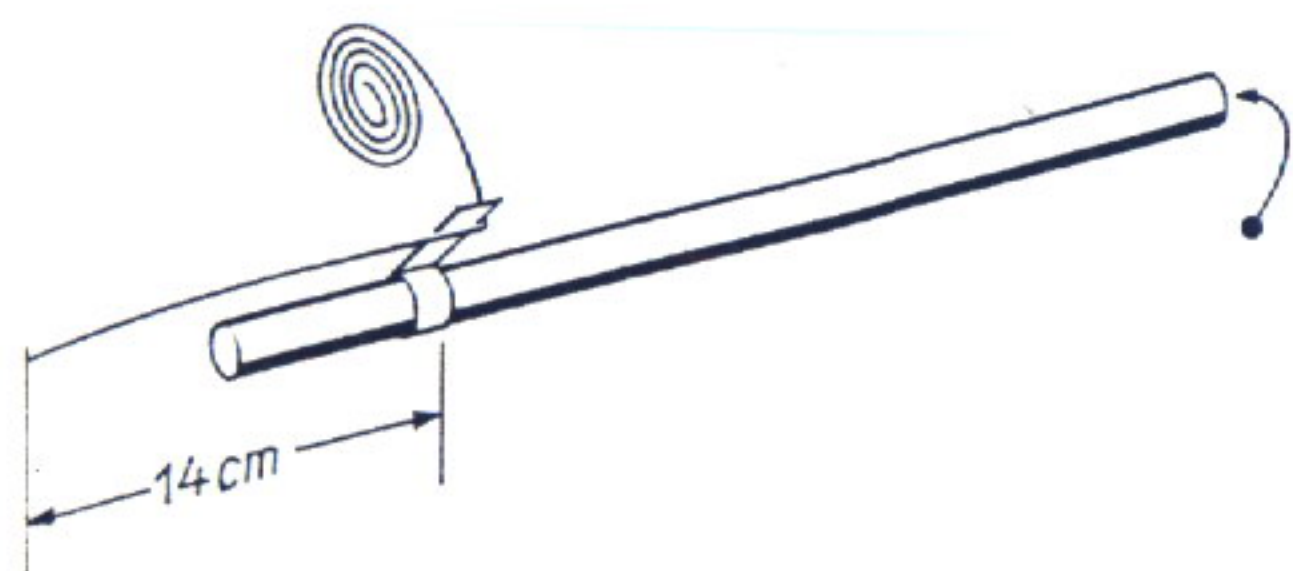
Nachdem wir jetzt wissen, wie wichtig der Ferritstab für uns ist, wollen wir ihn ganz langsam und sorgfältig bewickeln. Zunächst legen wir ihn so vor uns hin, daß sein violetter Farbklecks, den er an einem Ende trägt (auf den Abbildungen durch einen Punkt gekennzeichnet), rechts liegt. Ist der Farbklecks verwischt, oder können wir ihn nicht mehr erkennen, machen wir an einem der beiden Enden des Stabes ein Kreuz mit Bleistift oder Kugelschreiber. Es ist gleichgültig, welche Seite wir dazu wählen, wichtig ist nur, daß wir die einmal gekennzeichnete Seite immer wiederfinden können, damit wir die verschiedenen Spulenanschlüsse später nicht miteinander verwechseln. Nun schneiden wir den einen Klebstreifen, der dem Anleitungsbuch beigegeben ist, in vier gleiche Teile von je 5 cm Länge. Dann wird der Ferritstab nach der folgenden Anweisung bewickelt:

a) Ersten Klebstreifenabschnitt wie auf der Abbildung um den Ferritstab legen. Rechter Klebstreifenrand soll 4,5 cm vom linken Stabende entfernt sein, Klebstreifenende noch 1,5 cm frei überstehen.

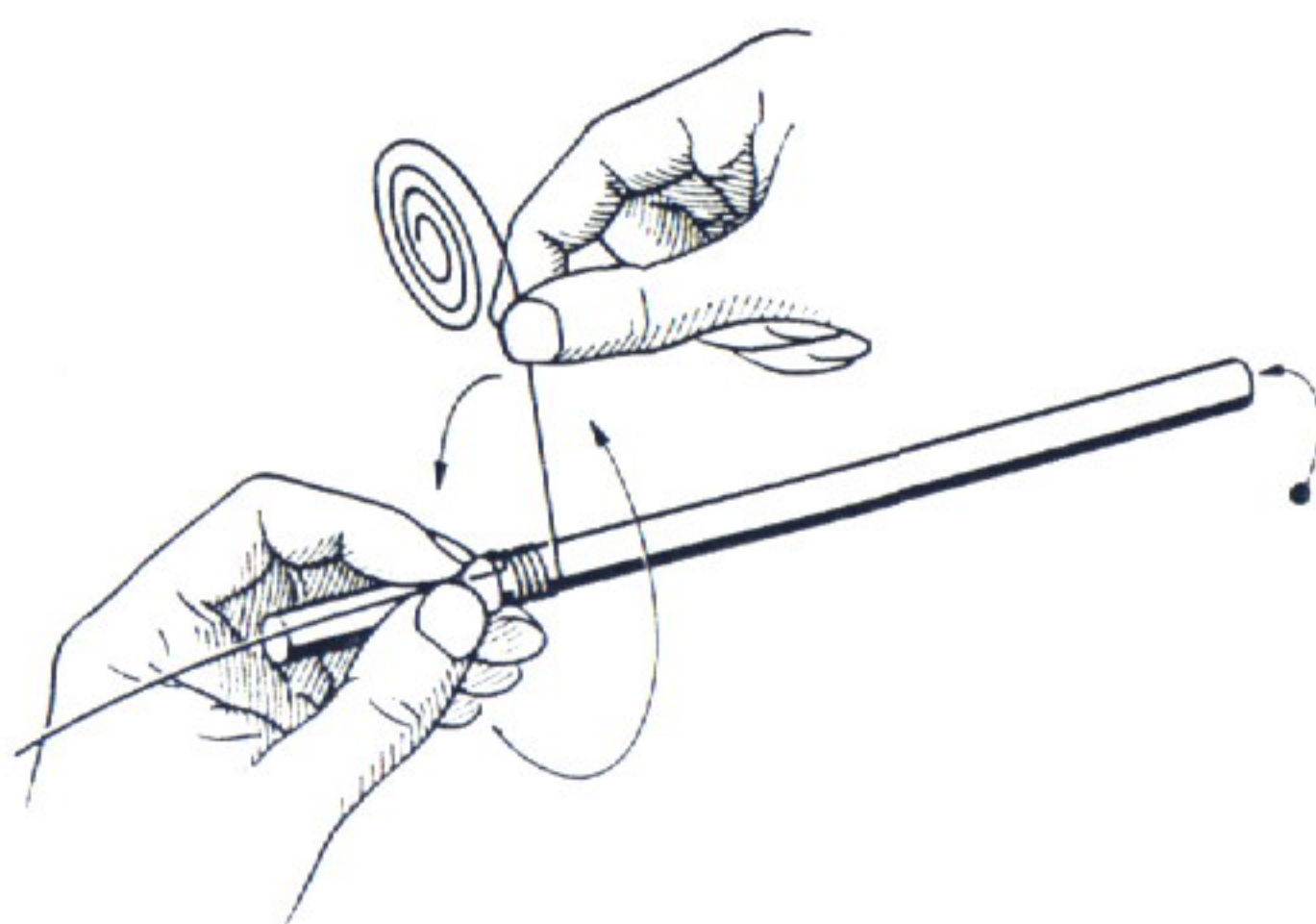


b) Zweiten Klebstreifenabschnitt so vorbereiten, daß er sich nachher leicht ablösen läßt (du hast während des Wickelns

nämlich nur eine Hand frei, weil die andere die angefangene Wicklung halten muß). Den Papierstreifen, auf dem der Klebstreifen haftet, also wie auf der Abbildung etwas nach unten abknicken, dann steht der Klebstreifen dort etwas ab und läßt sich leicht lösen.

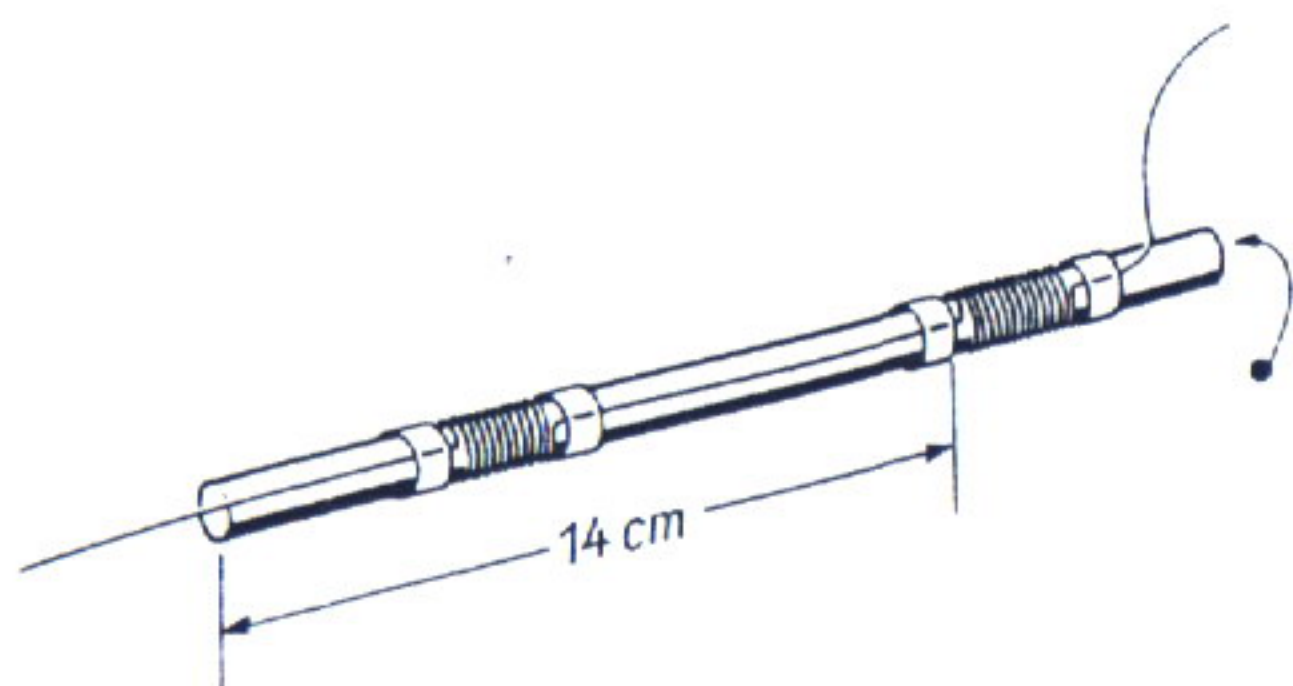


c) Den Ring HF-Litze 17 vorsichtig öffnen und im Zimmer auslegen, damit die Litze sich ohne Knoten glatt auf den Stab wickeln läßt. 14 cm vom Litzenende entfernt einen Knick anbringen.



d) Die Stelle mit dem Knick entsprechend der Abbildung unter das Klebstreifenende legen und durch Andrücken des Klebstreifenendes festkleben.

e) Wie die Abbildung zeigt, sauber Windung neben Windung insgesamt 35 Windungen auf den Ferritstab wickeln (nicht falsch herum wickeln!).



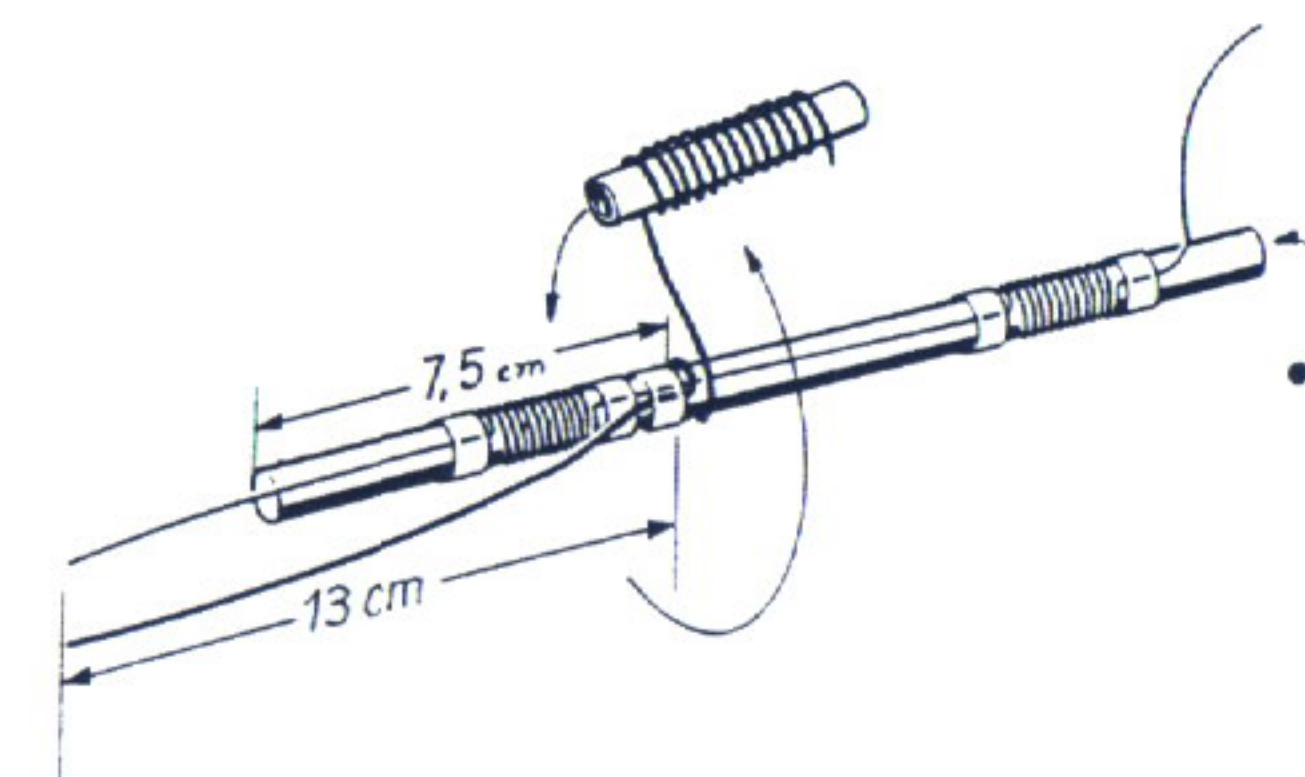
f) Nach der 35. Windung wird die Litze so geknickt, daß sie am Stab entlangführt. An diesem Knick wird das Ende des ersten jetzt hergestellten Wicklungsteiles mit dem vorhin vorbereiteten Klebstreifenabschnitt festgelegt, wie die Abbildung zeigt.

g) Jetzt kommt der zweite Wicklungsteil dran. Sein Anfang wird wieder mit einem Klebstreifenabschnitt festgelegt wird, dessen rechter Rand diesmal 14 cm vom linken Stabende entfernt sein soll. Sobald der Klebstreifenabschnitt für das Ende des zweiten Wicklungsteils wie oben beschrieben vorbereitet ist, wird der zweite Wicklungsteil wieder Windung neben Windung im gleichen Wicklungssinn wie vorhin weitergewickelt. Beide Wicklungsteile ergeben zusammen also eine Spule, die zwischen der 35. und 36. Windung auseinandergezogen ist.

Der zweite Wicklungsteil bekommt so viele Windungen, bis nur noch 14 cm Litze übrig sind. Das ist nach etwa 35 Windungen der Fall. Da die Stäbe beim Brennen jedoch nicht immer gleichmäßig dick ausfallen, sind bei dünneren Stäben oft bis zu 4 Windungen mehr nötig, damit nur noch ein Rest von etwa 14 cm übrigbleibt.

Das Ende des zweiten Wicklungsteiles wird wieder mit einem Klebstreifenabschnitt befestigt.

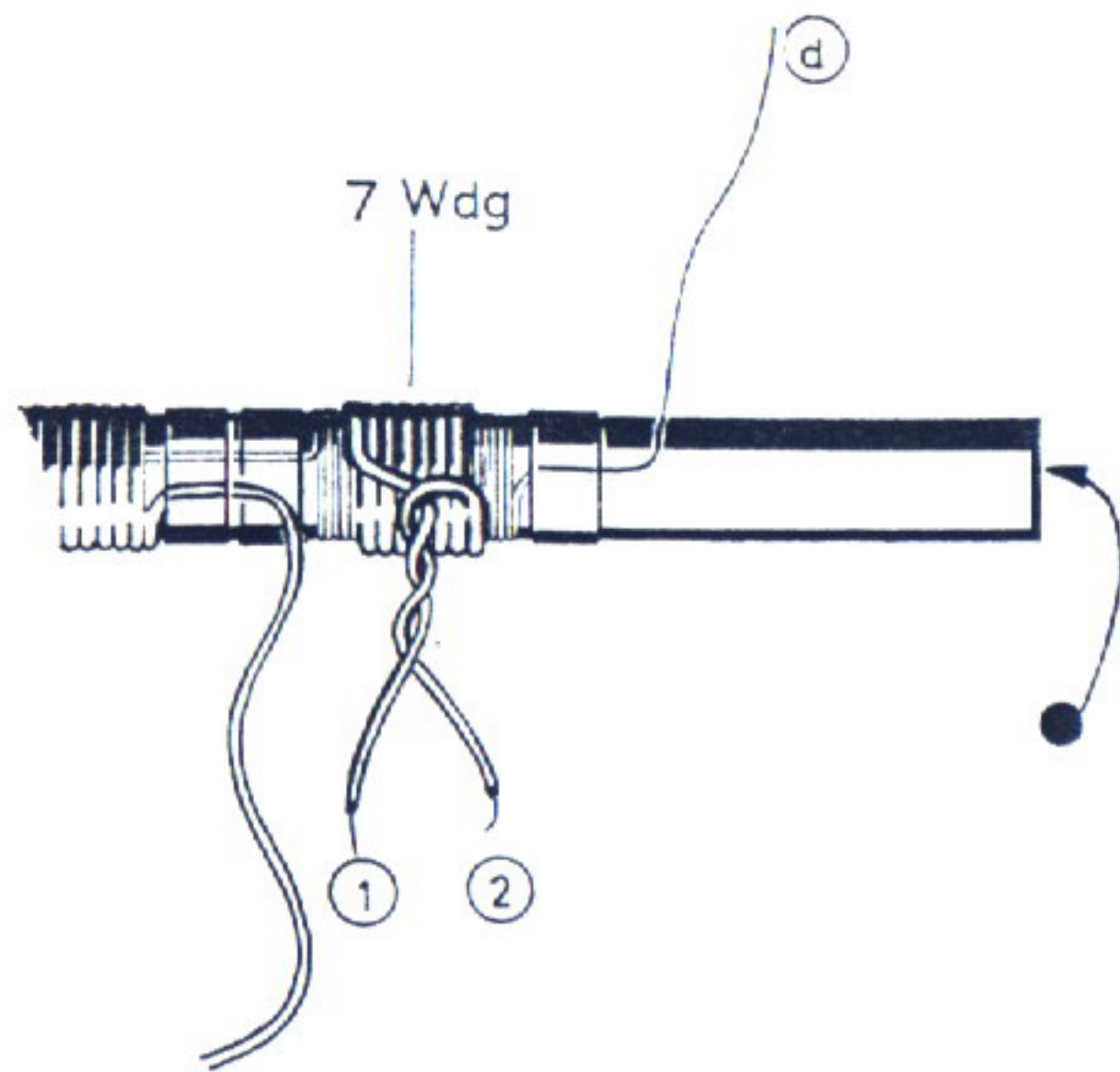
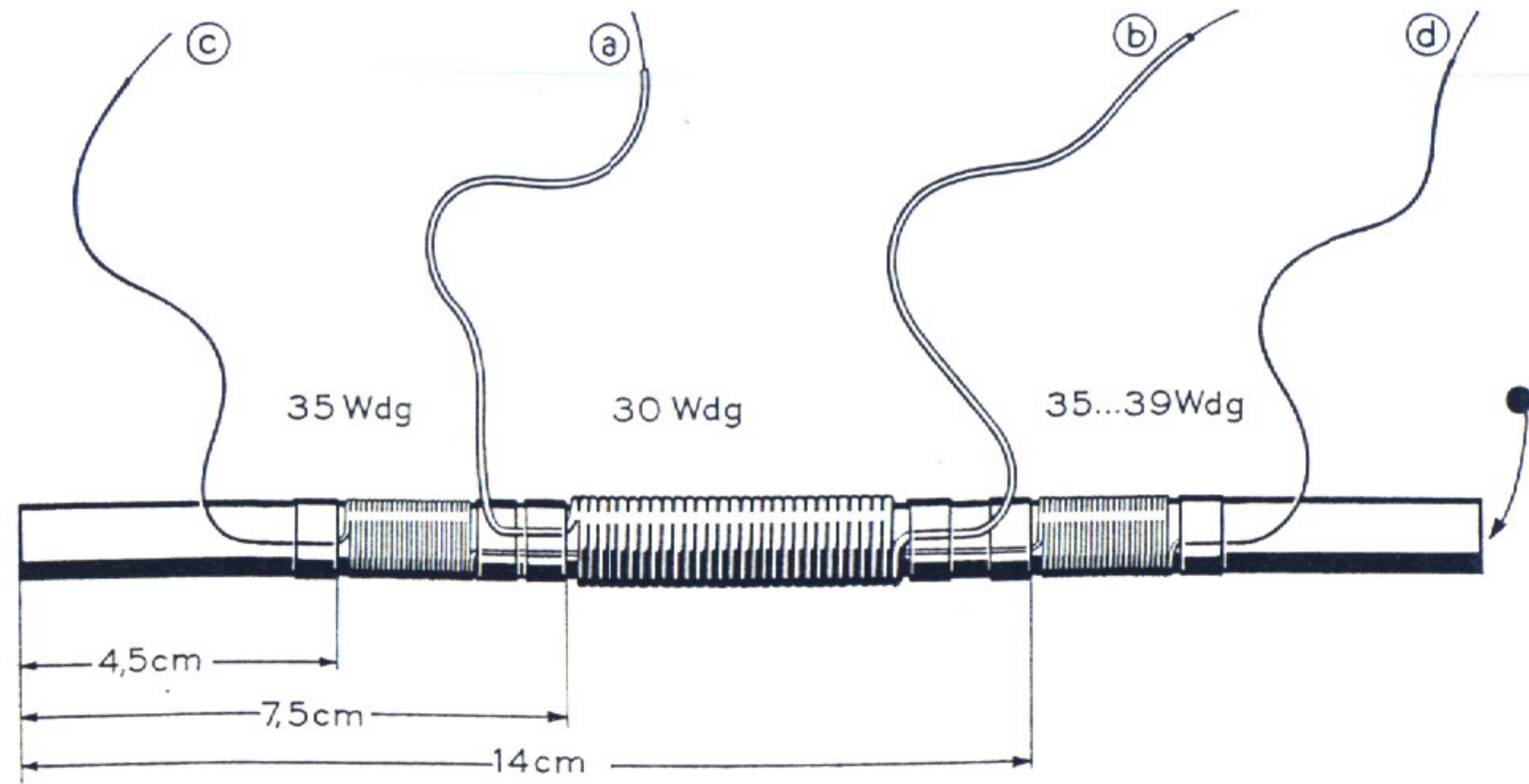
h) Auf die Mitte des Ferritstabes — also zwischen die beiden Wicklungsteile der bereits gewickelten Spule — wird jetzt aus Verbindungsdraht 16 die Koppelspule gewickelt. Wie die folgende Abbildung zeigt, ist ihr freies Ende bis zum Wicklungsanfang 13 cm lang, während der Wicklungsanfang 7,5 cm vom linken Stabende entfernt liegen soll.



Zur Befestigung der Koppelspule dienen wieder zwei 5 cm lange Klebstreifenabschnitte, die vom zweiten langen Klebstreifen, der dem Anleitungsbuch beigegeben ist, abgeschnitten werden. Der zweite dieser Klebstreifenabschnitte wird wieder — wie oben beschrieben — so vorbereitet, daß er sich leicht von seinem Papier ablösen läßt. Die restlichen 10 cm Klebstreifen werden für spätere Rückkopplungsversuche aufbewahrt.

Befestigungsart und Wickelsinn der Koppelspule entsprechen dem ersten vorhin gewickelten Wicklungsteil, nur die Windungszahl ist geringer: Die Koppel-

spule hat nur 30 Windungen, die natürlich auch Windung neben Windung gewickelt werden müssen. Das Ende der Koppelspule wird genauso lang wie ihr Anfang, also 13 cm. Beide Anschlüsse werden an ihren Enden je 1,5 cm lang blankgemacht. Die nächste Abbildung zeigt uns, wie der bewickelte Ferritstab jetzt aussieht, und wie die einzelnen Anschlüsse in Schaltbildern und Aufbauzeichnungen benannt werden.

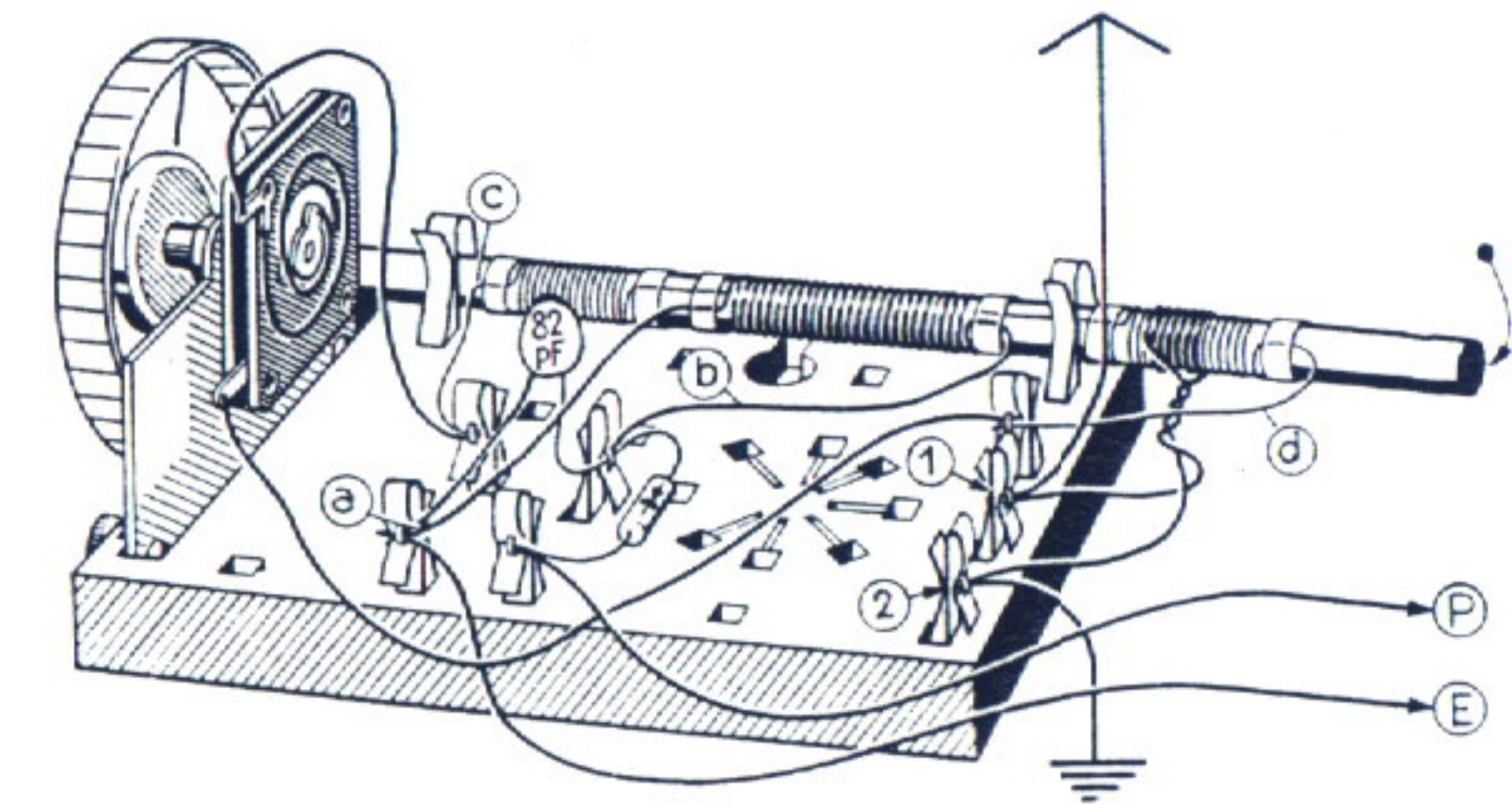


Da wir den Ferritstab zunächst nur als normale Schwingkreisspule benutzen wollen, wickeln wir über den zweiten Wicklungsteil der zuerst gewickelten HF-Litzen-Spule noch eine Antennenspule. Wie die Abbildung zeigt, wird sie befestigt, indem ihre Anschlußenden miteinander verdreht werden. Sie besteht aus einem 45 cm langen Stück Verbindungsdraht 16. Die Länge des freien Endes bis zum Wicklungsanfang (Anschlußbezeichnung „1“) beträgt 9 cm. Die Wicklung hat 7 Windungen, die

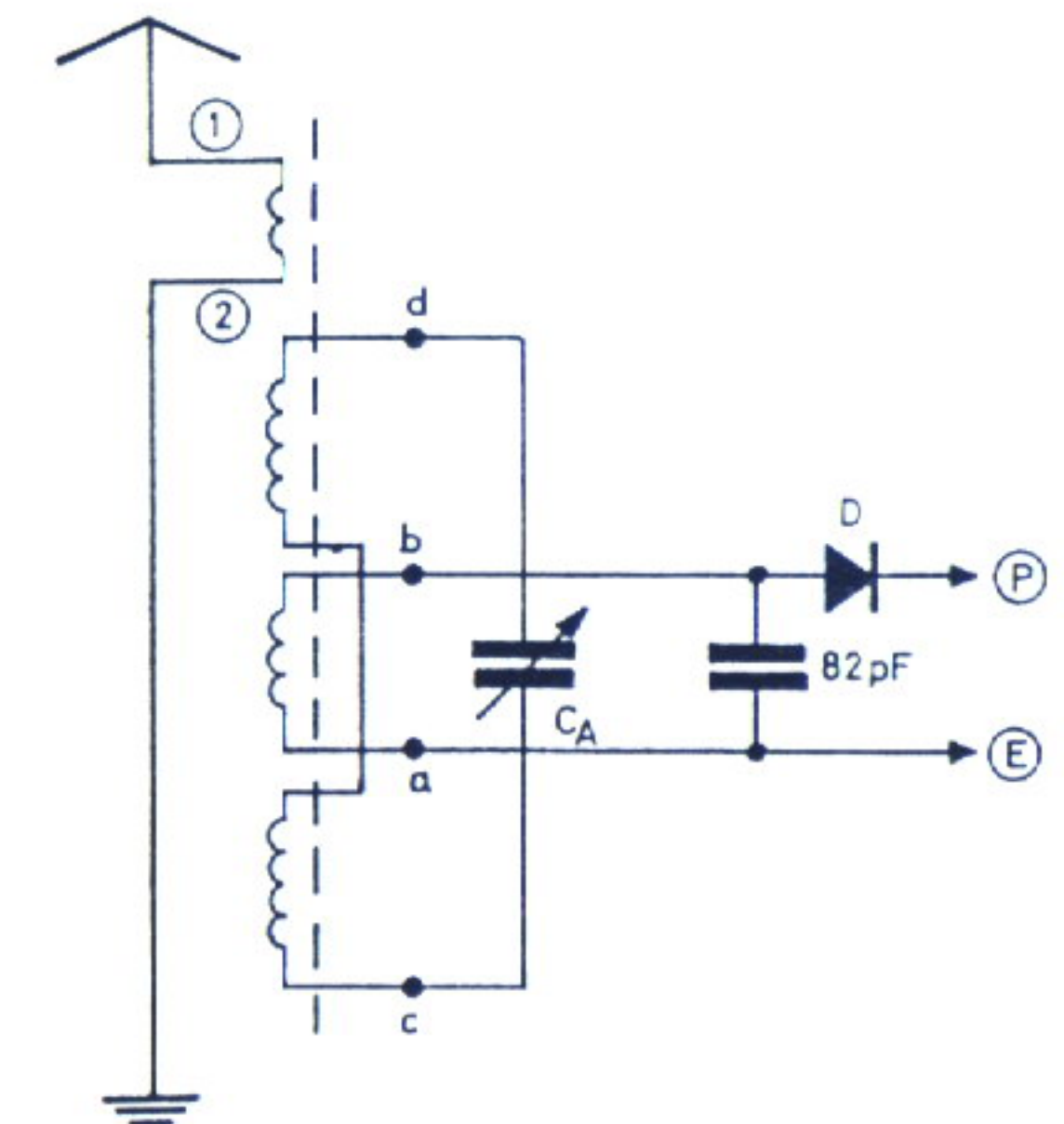
im gleichen Wicklungssinn wie die Koppelspule gewickelt sind und ebenfalls eng aneinander liegen. Die Anschlußbezeichnung des Antennenspulen-Endes ist „2“. Beide Enden werden, wie bereits erwähnt, dreimal miteinander verdreht und an ihren Enden je 1,5 cm lang blankgemacht.

8. Diodenvorsatz mit Ferritstabspule

Wir können nun unseren Diodenvorsatz aus Kapitel 5 dadurch verbessern, daß wir den bewickelten Ferritstab als Schwingkreisspule schalten, wie es auf der Abbildung zu sehen ist. Im Schaltbild wird der Ferritstab als gestrichelte Linie gezeichnet.



Aus Kapitel 6 wissen wir bereits, weshalb die Diode nicht an die eigentliche Schwingkreisspule, sondern an die Koppelspule angeschlossen wird. Der 82-pF-Kondensator, der parallel zur Koppelspule a—b liegt, verbessert unsere Schaltung noch weiter. Er ergänzt die Koppelspule zu einem Schwingkreis, der allerdings durch die angeschlossene Schaltung gedämpft wird. Hier ist diese Dämpfung aber sogar erwünscht; denn wir wollen den Koppel-Schwingkreis ja garnicht auf einen bestimmten Sender abstimmen. Er



soll vielmehr die Empfindlichkeit der Schaltung über einen größeren Abschnitt des Mittelwellenbereiches verbessern und die Empfindlichkeitsunterschiede zwischen verschiedenen Teilen des Mittelwellenbereiches etwas ausgleichen.

An Punkt „P“ und Punkt „E“ verbinden wir den so verbesserten Diodenvorsatz mit dem zweistufigen Verstärker aus Kapitel 4.

9. Geht es noch lauter?

Natürlich läßt sich noch mehr aus unserem Material herausholen. Wenn wir verstehen wollen, was sich noch verbessern läßt, müssen wir einmal über die bisherige Schaltung nachdenken. Wie du schon aus den Kapiteln 26 und 105 des RADIOMANN weißt, strahlt der Sender hochfrequente Schwingungen aus, deren Stärke im Takte der zu übertragenden Tonschwingungen — also der NF — schwankt.

Unser im letzten Kapitel zusammengestellter Empfänger (Diodenvorsatz aus Kapitel 8 mit zweistufigem Verstärker aus Kapitel 4) enthält eine Diode, die als elektrisches Ventil nur die positive Hälfte dieser Schwingungen (also die obere Hälfte der im Kapitel 105 des RADIOMANN abgebildeten modulierten Schwingungen) durchläßt. Zwischen den äußeren Enden des Lautstärkerreglers bildet sich dadurch ein Spannungsunterschied, dessen Durchschnittswert den Änderungen der HF folgt und sich daher genau im Takte der zu übertragenden Tonschwingungen ändert. Diese Spannungsschwankungen sind die sogenannte NF.

Die Spannung am 100- μ F-Elektrolytkondensator, der mit dem Schleifer verbunden ist, will diesen NF-Spannungsschwankungen folgen. Deshalb fließt in den Anschlußleitungen des 100- μ F-Elektrolytkondensators ein ebenfalls den NF-Schwankungen folgender Ausgleichs-Strom. Da der Kondensator an der anderen Seite mit der Basis des ersten Transistors verbunden ist, wird die Basis dieses Transistors durch die schwachen NF-Stromschwankungen gesteuert.

Unser zweistufiger NF-Verstärker verstärkt dann diese schwachen NF-Ströme, bis sie stark genug sind, die Kopfhörermembran zu bewegen und dadurch Schall zu erzeugen.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten, diese NF zu verstärken: Entweder können wir unserem Verstärker einen sogenannten Endverstärker nachschalten oder ihm einen Vorverstärker vorschalten.

Ein Endverstärker verstärkt den im Kopfhörer fließenden NF-Strom über einen Leistungstransistor so, daß er die Membran eines Lautsprechers bewegen kann. Alle Teile für einen solchen Endverstärker (Leistungstransistor,

Ausgangsübertrager, Lautsprecher, sonstige Schaltelemente und ein richtiges Radiogehäuse) enthält der RADIOMANN-ZUSATZ NF.

Im Gegensatz zur Endverstärkung, die natürlich nur das im Lautsprecher hörbar machen kann, was vorher schon im Kopfhörer zu hören war, steht die Vorverstärkung. Würden wir noch einen NF-Transistor vor unseren zweistufigen Verstärker schalten, so würde sich dadurch dessen Empfindlichkeit erhöhen. Dann würden noch NF-Stromschwankungen in unserem Kopfhörer Töne erzeugen, die wir jetzt wegen ihrer Winzigkeit nicht mehr wahrnehmen können.

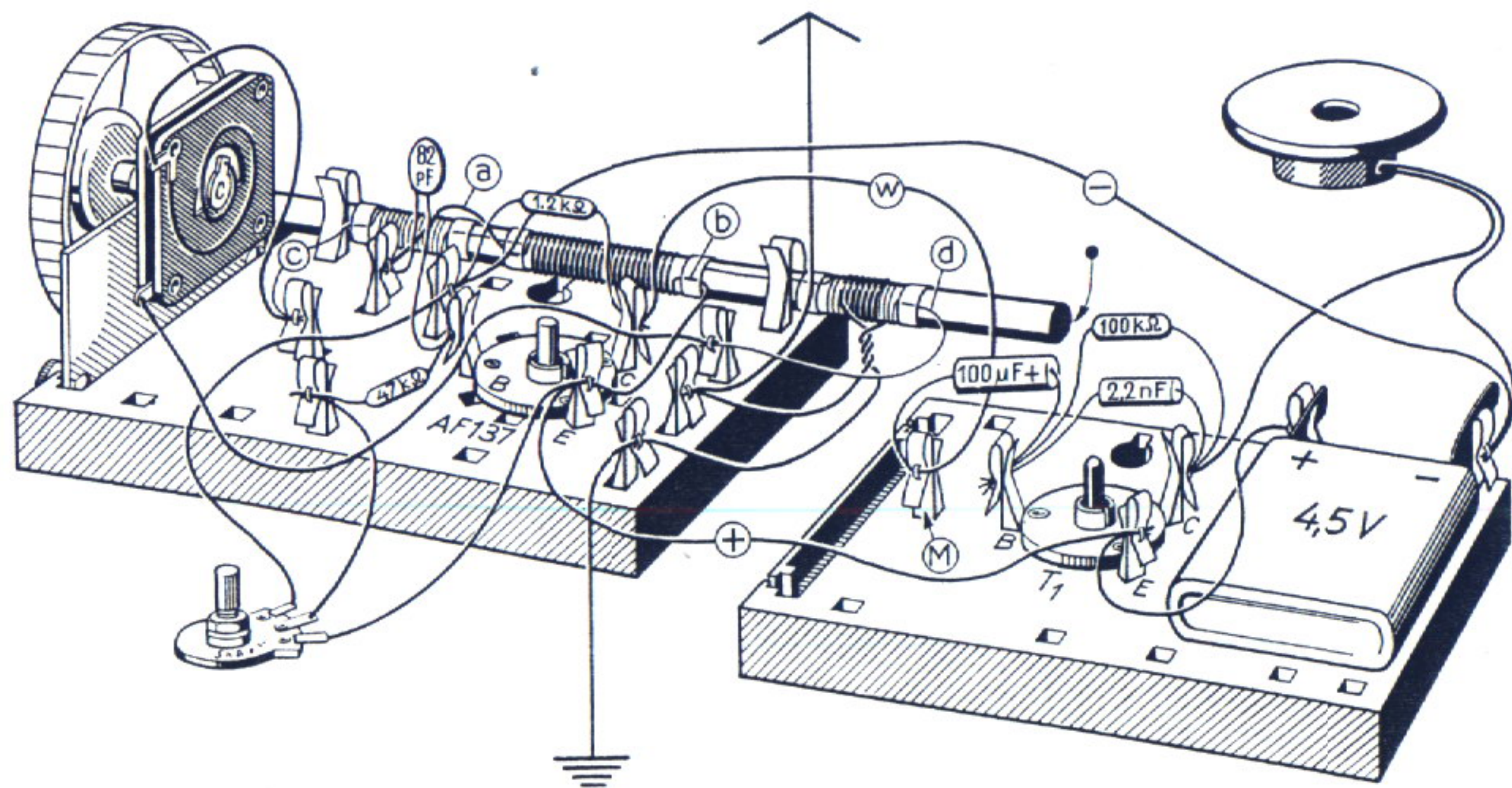
Ein Versuch wird uns aber zeigen, daß eine übertriebene NF-Vorverstärkung wenig Sinn hat. Für diesen Versuch tauschen wir die beiden Transistoren T₁ und AF 137 in der Empfängerschaltung des vorigen Kapitels (also im zweistufigen Verstärker aus Kapitel 4, dem der Diodenverstärker von Kapitel 5 vorgeschaltet ist) gegeneinander aus, so daß jetzt der HF-Transistor AF 137 an erster Stelle kommt, und der T₁ den Kopfhörer speist.

Der dadurch erzielte Gewinn an Verstärkung ist nicht nennenswert. Dafür ist aber eine andere Erscheinung recht interessant: Wenn du genau hinhörst, wirst du ein Rauschen hören, welches zuvor nicht so in Erscheinung trat. Dieses Rauschen rührt von winzigen Unregelmäßigkeiten des Stromflusses im ersten Transistor her und erinnert an das Rauschen eines Strahles aus der Wasserleitung. Die Vergrößerung der NF-Vorverstärkung ist nur sinnvoll, solange das vom ersten Transistor selbst erzeugte Rauschen viel schwächer ist als die zu verstärkende NF. Andernfalls ginge die NF im Rauschen unter wie etwa die Stimme eines Mannes, der auf der anderen Seite eines großen Wasserfalles steht und uns etwas zuruft. Die NF-Spannung soll deshalb wenigstens das Dreifache (bei Sprache) oder das Dreißigfache (bei Musik) der „Rausch-Spannung“ betragen.

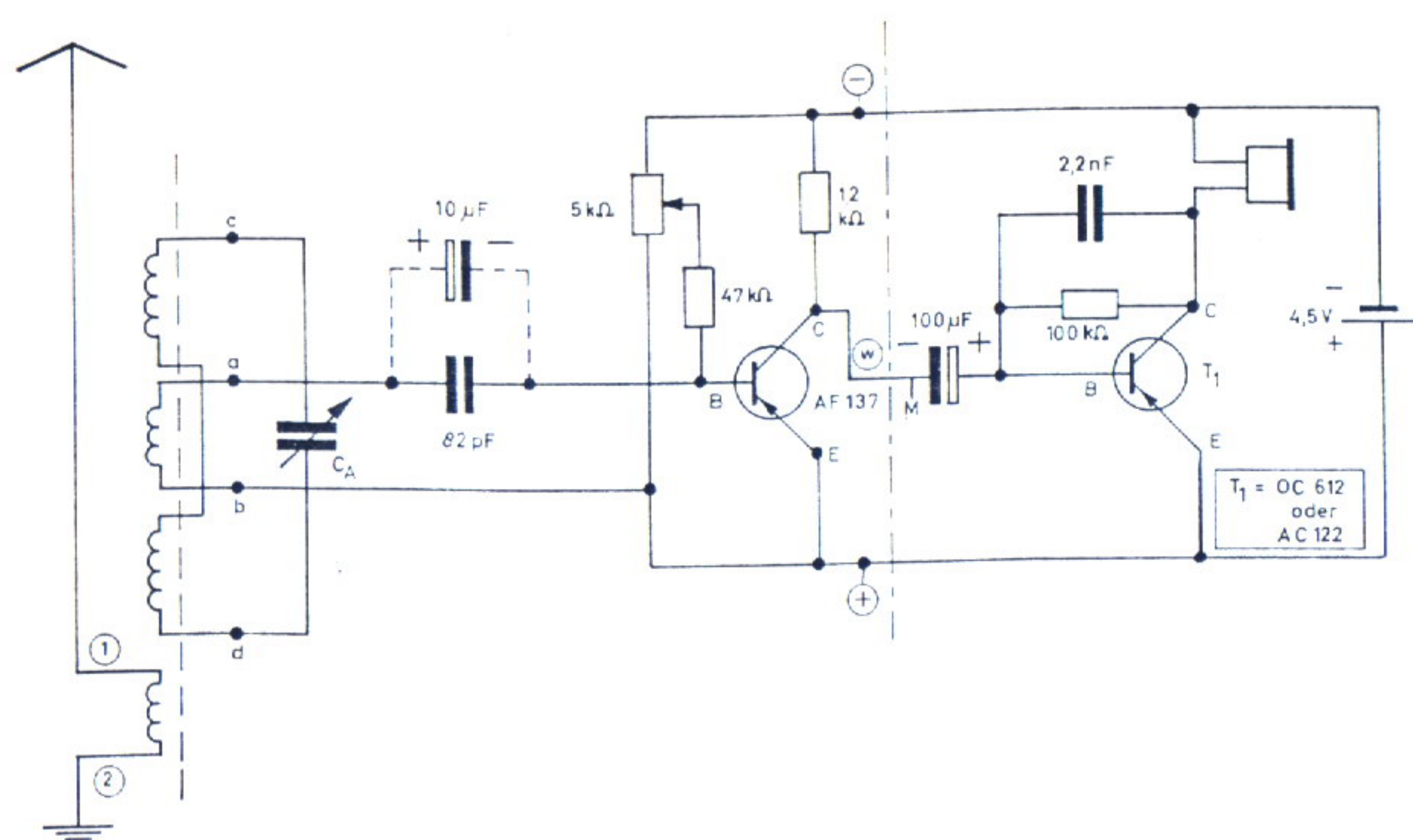
In unserem Fall, wo die Verstärkung gerade die Hörbarkeitsgrenze des Eigenrauschens erreicht hat, können wir dem Rauschen mit einer kleinen Schaltungsänderung entgegentreten, indem wir den 47-k Ω -Widerstand der ersten, jetzt mit dem AF 137 bestückten Verstärkerstufe durch den 390-k Ω -Widerstand ersetzen. Durch diese Vergrößerung des Basiswiderstandes geht der Basisstrom und mit ihm das Rauschen zurück, während die Verstärkung sogar noch ein wenig zunimmt.

10. Wir schließen das Rauschen kurz

Wir erinnern uns an Versuch 58 des RADIOMANN, in welchem wir die Strecke Basis-Emitter unseres T₁ als Diode arbeiten ließen. Der damalige Versuchserfolg war nur mäßig. Mit unserem jetzigen HF-Transistor und dem Potentiometer 2 können wir aber eine Schaltung aufbauen, bei welcher



die Basis-Emitter-Strecke des AF 137 die Diode ersetzt und der Transistor gleichzeitig noch verstärkt. Wir bauen die Schaltung nach der Abbildung auf, vergleichen vor Einsetzen der Batterie aber nach dem Schalt-



bild, ob wir keinen Fehler gemacht haben. Besonders müssen wir darauf achten, daß die Basis des AF 137 nicht direkt, sondern über den 47-k Ω -Widerstand am Schleifer des Potentiometers liegt und sonst nur über den 82-pF-Kondensator mit Anschluß „a“ der Koppelspule verbunden ist. Den im Schaltbild gestrichelt gezeichneten 10- μ F-Elektrolytkondensator lassen wir zunächst noch weg.

Die Einstellung dieser Schaltung ist etwas schwierig. Das Potentiometer arbeitet hier nämlich nicht als Lautstärkeregel, sondern dient zur Einstellung des „Arbeitspunktes“ (siehe Kapitel 63 des RADIOMANN) der Basis des ersten Transistors. Deshalb hören wir nur dann etwas, wenn Abstimm Drehko und Potentiometer gleichzeitig auf der richtigen Stelle stehen. Wir beginnen damit, den Abstimm Drehko auf der Suche nach einem Sender durchzudrehen. Hören wir keinen Sender, beginnen wir die Suche von vorn, nachdem wir das Potentiometer etwas verstellt haben.

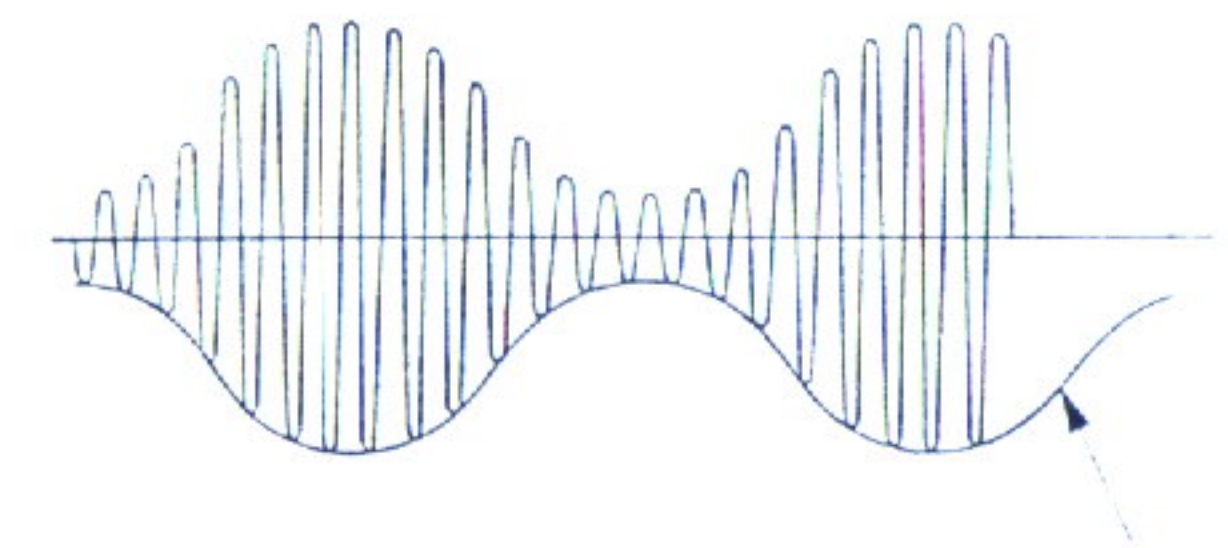
Sobald wir einen Sender hören, wenn auch nur leise, stellen wir ihn mit dem Abstimm Drehko möglichst laut ein und verbessern anschließend die Lautstärke durch Nachstellen des Potentiometers. Dabei stellen wir das Potentiometer nur langsam und stückchenweise nach; denn die Wirkung einer Einstellveränderung hinkt der Einstellung manchmal bis zu einer Sekunde nach.

Genaugenommen ist die günstigste Potentiometerstellung für verschieden stark einfallende Sender etwas unterschiedlich und ändert sich natürlich auch, wenn die Batteriespannung sich wegen Alterns oder Neueinsetzens der Batterie geändert hat.

Um auch die Arbeitsweise dieser Schaltung zu verstehen, sehen wir nochmals die Abbildung zum Kapitel 105 des RADIOMANN an, welche zeigt, wie die vom Sender kommenden HF-Schwingungen aussehen. Die Basis des AF 137

öffnet diesmal den Transistor nur für negative HF-Wechsel, es werden also nur die unteren Hälften der Wellenzüge verstärkt. Jede an die Basis gelangende negative HF-Halbwellen hat deshalb einen entsprechenden Collectorstromstoß zur Folge. Der Durchschnittswert des Collectorstromes folgt daher der Hüllkurve der negativen HF-Wechselhälften (siehe Pfeil in der Abbildung), schwankt also im Takte der aufgeprägten NF. Die positiven Wechsel werden nicht verarbeitet, weil sie den Transistor sperren.

Halten wir einmal den 10- μ F-Elektrolytkondensator parallel zum 82-pF-



Kondensator, wie es im Schaltbild gestrichelt eingezeichnet ist (Minuspol an die Basisseite), so schweigt die Schaltung einen Augenblick lang, bis sich der 10- μ F-Elektrolytkondensator aufgeladen hat. Dann spielt das Gerät wieder weiter, obwohl der 10- μ F-Elektrolytkondensator und die Koppelspule für NF einen so geringen Widerstand haben, daß sich praktisch ein Kurzschluß zwischen Basis und Emitter ergibt. Obwohl der Eingang jetzt für NF kurzgeschlossen ist, an der Basis möglicherweise vorhandene NF also zum Emitter hin abgeleitet wird, kann HF nicht abfließen, weil für sie die Koppelspule einen Widerstand darstellt. So kommt es, daß die NF vom Sender nur in kleinen „HF-Portionen“ zerlegt durch den Transistor „geschmuggelt“ werden kann: Jede HF-Schwingungshälfte ist so eine Portion, weil sie sich in ihrer Stärke von vorausgehenden und nachfolgenden HF-Schwingungshälften unterscheidet; denn die Stärke aller HF-Schwingungen wurde ja bereits beim Aussenden durch den Sender im Takt der NF verändert.

Daß nur reine NF kurzgeschlossen wird, sehen wir am Verschwinden des Rauschens. Beim Rauschen handelt es sich, wie du schon erfahren hast, um eine im Transistor selbst entstehende NF, die in diesem Fall über den NF-Kurzschluß von der Basis zum Emitter abgeleitet wird. Das können wir leicht probieren, indem wir den 10- μ F-Elektrolytkondensator nochmals wegnehmen und das Potentiometer etwas verstellen, bis das Rauschen laut zu hören ist (am besten in einer Stellung des Abstimmtriebko, bei der gerade kein Sender zu hören ist). Halten wir jetzt den 10- μ F-Elektrolytkondensator wieder parallel zum 82-pF-Kondensator, so verschwindet das Rauschen augenblicklich.

11. Vorverstärker ohne NF-Rauschen

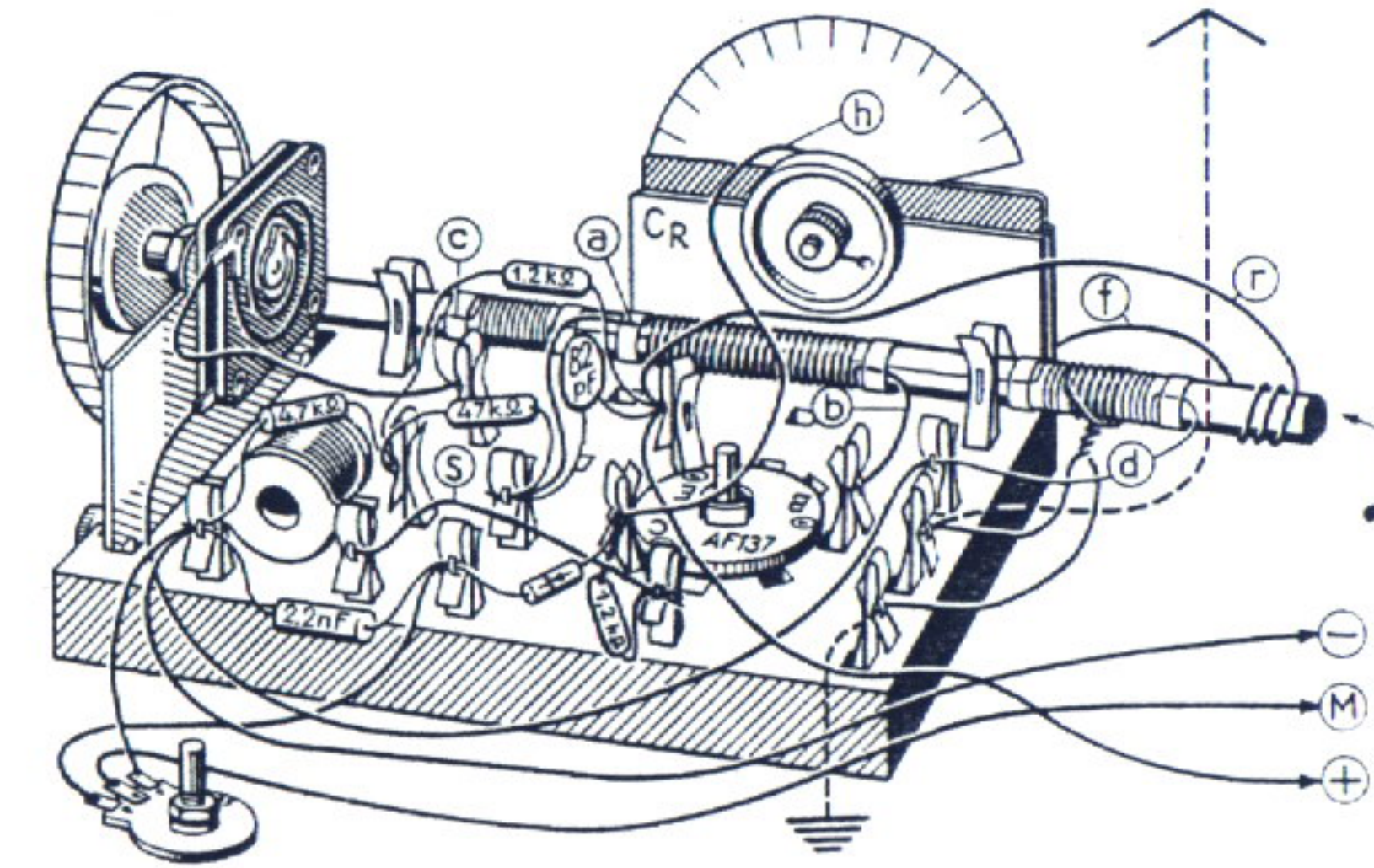
Die Schaltung aus dem vorigen Kapitel zeigt zwar einen Weg, wie sich das störende NF-Rauschen unterdrücken läßt, erlaubt aber nicht, die Verstärkereigenschaften des ersten Transistors voll auszunutzen. Die Potentiometerstellung für den lautstärksten Empfang weicht in dieser Schaltung nämlich von der günstigsten Einstellung für größte Verstärkung ab, weil hier der „Arbeitspunkt“ des ersten Transistors gleichzeitig so liegen soll, daß eine möglichst gut Ventilwirkung der Strecke Basis-Emitter erreicht wird, die als Diodenersatz arbeitet. Außerdem ergibt sich beim Zuschalten des 10- μ F-Elektrolytkondensators eine starke Rückwirkung des Transistoreinganges auf den Schwingkreis, welche als Dämpfung die Trennschärfe der Schaltung stark herabsetzt.

Diese Nachteile, die sich immer ergeben, wenn die erste Verstärkerstufe gleichzeitig die Arbeit der Diode mit übernimmt, können wir vermeiden und trotzdem das NF-Rauschen kurzschließen, wenn wir die HF verstärken, be-

vor sie zur Diode gelangt. Im nächsten Kapitel bauen wir deshalb einen Empfänger auf, der zwischen Antenne und Diode eine Hochfrequenz-Vorverstärkerstufe besitzt.

12. Empfänger mit HF-Vorstufe

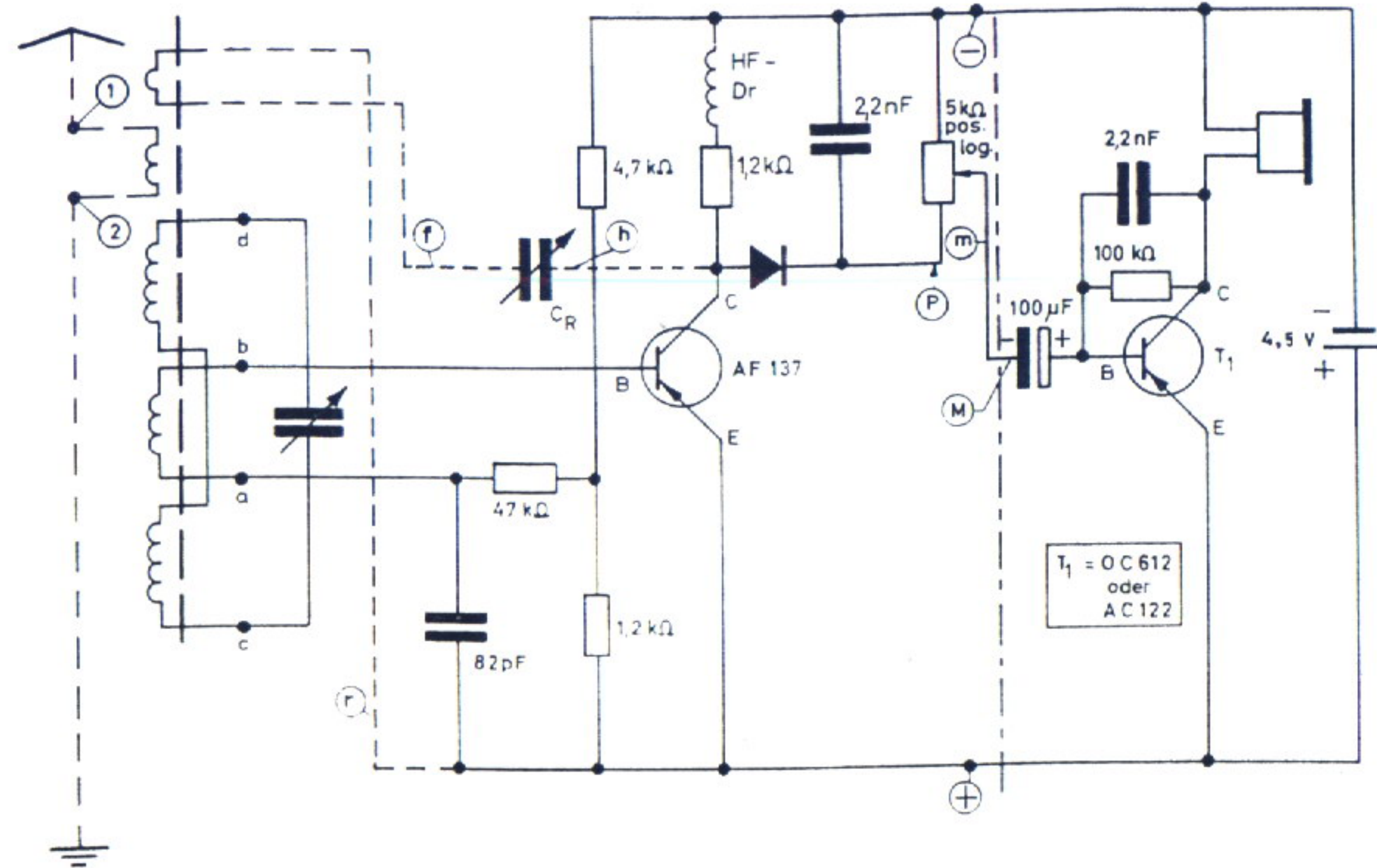
Zunächst bauen wir die HF-Vorstufe nach der Abbildung auf die Platte RS 1. Den Rückkopplungsdrehkondensator C_R und die zu ihm führenden Leitungen „h“ und „f“, sowie die Leitung „r“, aus der die Rückkopplungspule besteht, lassen wir vorerst noch weg. Wir achten auch darauf, daß der HF-Transistor



AF 137 jetzt anders herum montiert ist, als wir ihn sonst auf der Platte RS 1 montiert haben. Deshalb wird seine Basis jetzt mit Anschluß „b“ der Koppelspule verbunden. Wir richten uns bei der Montage genau nach der Zeichnung, da es beim späteren Ausbau der Schaltung besonders darauf ankommt, daß die Leitung „s“ recht kurz bleibt. Antenne und Erde sind gestrichelt eingezeichnet, weil es durchaus sein kann, daß wir einen starken Ortssender bereits mit dieser Schaltung ohne Antenne und Erde hören. Ohne Rückkopplung und ohne die Kenntnisse, die wir in den nächsten Kapiteln noch sammeln werden, ist das aber nicht unbedingt sicher, so daß wir die ersten Versuche besser noch mit Erde und wenigstens mit Behelfsantenne zusätzlich zur Erde machen wollen.

Auf dem Schaltbild verfolgen wir den Weg der HF, die über die Antennenspule zunächst den Schwingkreis mit dem Abstimmtriebko C_A anstößt. Dieser Schwingkreis schließt alle Frequenzen außer derjenigen, auf die er eingestellt

ist, kurz. Stimmt die Einstellung des Schwingkreises in ihrer Frequenz mit einem Rundfunksender überein, so wird dessen HF über die Koppelspule, deren eines Ende über den 82-pF-Kondensator am Emitter liegt, an die Basis



des HF-Transistors geleitet und in diesem verstärkt. Die verstärkte HF gelangt über den Collector zur Diode.

Zwischen den Enden der Serienschaltung von HF-Drossel, für die wir die Magnetspule 7 aus dem RADIOMANN ohne Eisenkern verwenden, und dem 1,2-k Ω -Widerstand liegt die verstärkte HF-Spannung. Ihre positiven Wechsel werden von der Diode durchgelassen und bauen am 2,2-nF-Kondensator sowie dem parallel liegenden Lautstärkereglereine Spannung auf, die um so größer wird, je stärker die HF-Wechselhälften sind. Werden die HF-Wechsel schwächer, so geht die Spannung am 2,2-nF-Kondensator zurück (er entlädt sich entsprechend über den Lautstärkereglere), so daß die Spannung am Lautstärkereglere den Schwankungen der HF-Stärke folgt und damit der aufgeprägten NF entspricht. Je nach Stellung des Lautstärkereglere wird ein kleinerer oder größerer Teil dieser NF dem folgenden NF-Verstärker zugeführt.

Dazu verbinden wir — wie es aus der Schaltung ersichtlich ist — die Punkte „—“, „M“ und „+“ mit der NF-Stufe, die wir noch vom vorigen Versuch besitzen (die Aufbau-Abbildung in Kapitel 10 zeigt diese NF-Stufe im Aufbau rechts neben der dort besprochenen Vorstufe).

Wie weiter aus der Schaltung hervorgeht, wird die Einstellung des Arbeitspunktes beim HF-Transistor durch einen Spannungsteiler erreicht, der aus der Serienschaltung von 4,7 k Ω mit 1,2 k Ω besteht. Damit dieser Spannungsteiler den Eingang nicht dämpft, wird der Basis-Ruhestrom über den 47-k Ω -Widerstand geleitet, ehe er über die Koppelspule zur Basis des AF 137 gelangt.

13. Rückkopplung

Wird ein Teil der bereits verstärkten HF vom Collector des HF-Transistors zum Eingangskreis zurückgeleitet, so bezeichnet man das als „Rückkopplung“. In die Schaltung der HF-Vorstufe des vorigen Kapitels ist bereits eine solche Rückkopplung gestrichelt eingezeichnet. Dort wird ein Teil der HF über den Rückkopplungsdrehkondensator C_R zurückgeleitet. Je weiter C_R eingedreht wird, desto stärker wirkt die Rückkopplung also.

Die über C_R zurückgeleitete HF fließt zur Rückkopplungsspule f—r. Bei richtigem Wicklungssinn der Rückkopplungsspule sind die Schwingungen der rückgekoppelten HF so im Takt mit den Schwingungen des Abstimmkreises, daß diese stärker angefacht werden. Solche „Mitkopplung“ wirkt dann genauso, als sei die von der Antenne kommende HF entsprechend stärker. Dadurch erscheinen die Verluste des Schwingkreises fast ausgeglichen, der Kreis wirkt „entdämpft“, und seine Trennschärfe wird besser.

Dreht man C_R zu weit ein, so wird mehr HF zurückgeleitet als zur Entdämpfung nötig ist. Die Kreisverluste werden dann mehr als ausgeglichen, und die Schwingungen hören nicht mehr auf, auch wenn von der Antenne keine HF mehr nachgeliefert wird. Der Transistor erzeugt dann zusammen mit dem Schwingkreis Eigenschwingungen, und man sagt, die Rückkopplung habe „eingesetzt“.

Die Vorteile einer Rückkopplung in Empfangsschaltungen, nämlich Erhöhung der Empfindlichkeit des Empfängers auf das Drei- bis Fünffache und Verbesserung der Trennschärfe, können jedoch nur bei richtiger Rückkopplungseinstellung ausgenutzt werden. Das ist der Fall, wenn die Rückkopplung bis kurz vor den Einsatz angezogen wird. Sobald sie aber einsetzt, also Eigenschwingungen erzeugt werden, wird der Empfang deutlich schlechter, weil der schwache Fernempfang von den starken Eigenschwingungen völlig überdeckt wird. Der Empfänger erscheint dann unempfindlich („zugestopft“), wobei außerdem noch Pfeiftöne entstehen können, deren Höhe vom Frequenzunterschied zwischen Eigenschwingung und einfallendem Sender abhängt.

Jetzt wollen wir die Rückkopplung in unseren Empfänger einbauen, um ihre Vorteile probieren zu können. Wie der Rückkopplungsdrehkondensator — für den wir den bis jetzt noch unbenutzten Drehkondensator 23 aus dem RADIOMANN nehmen — seitlich an der Platte RS 1 befestigt wird, kannst du im Kapitel 10 des RADIOMANN nachlesen. Solltest du bereits den RADIOMANN-ZUSATZ NF besitzen und den Drehkondensator 23 schon zum Einbau mit der Steckachse versehen haben, so schadet das nichts, du kannst ihn trotzdem benutzen; nur sitzt dann der Knopf an der Außenseite, und du mußt die Leitung „h“ zu ihm außen herumführen.

Zuerst schalten wir die Leitung „h“ zwischen Collector des AF 137 und Drehknopf des Rückkopplungsdrehkondensators C_R . Dabei wird das Ende der Leitung von hinten durch die kleine Bohrung des Drehknopfes gesteckt und ihr blankes Ende unter die Rändelmutter des Drehknopfes geklemmt. Die Leitung selbst wird, ehe sie mit dem Collector des AF 137 verbunden wird, zweimal als lose Spirale um die Achse hinter dem Drehknopf geschlungen, damit sie beim Betätigen des Drehkondensators nicht abreißt.

Die Rückkopplungsspule wickeln wir selbst aus der 36 cm langen Leitung „r“ (siehe Drahttabelle im Anhang). Dazu wird ihr eines blankes Ende (f) unter die eine Befestigungs-Rändelmutter des Rückkopplungsdrehkondensators geklemmt, wodurch sie mit seinen Aluminiumplatten leitende Verbindung bekommt. Dann wird die Leitung zweimal so um das äußere Ende des Ferritstabes geschlungen, wie es die Aufbauzeichnung in Kapitel 12 zeigt (Wicklungssinn beachten!). Das noch freie Ende wird dann mit dem Emitter des AF 137 verbunden. Je weiter du die Windungen zum Stabende hin anbringst, desto schwerer setzt die Rückkopplung ein.

Nun wollen wir die Rückkopplung probieren. Nachdem wir das Gerät mit der Batterie verbunden haben, drehen wir C_R ganz heraus und suchen mit dem Abstimmkreis C_A den Ortssender auf. Wir stellen ihn jedoch nicht genau auf die Mitte ein, sondern gehen ein Stückchen daneben. Dann drehen wir den Rückkopplungsdrehkondensator langsam ein, bis plötzlich ein Pfeifton erscheint, dessen Höhe sich ändert, sobald wir an der Abstimmung (C_A) drehen. Das Erscheinen des Pfeiftones zeigt das Einsetzen der Rückkopplung an, und wir drehen C_R wieder ein Stück heraus. Nach ein paar Versuchen werden wir den Einsatz der Rückkopplung am Knack im Kopfhörer auch dort wahrnehmen können, wo kein Sender zu hören ist, also kein Pfeifton entstehen kann.

Wir beobachten außerdem, daß wir zum Einsetzen der Rückkopplung den C_R weiter eindrehen müssen als zum Aussetzen. Eigenschwingungen, die einmal eingesetzt haben, reißen nicht so leicht wieder ab. Sind sie aber einmal abgerissen, so muß C_R zum Wiedereinsetzen über den Aussetzpunkt hinaus noch etwas weiter eingedreht werden. Diese Erscheinung nennt man „Mit-

ziehen“, und sie erschwert die gute Rückkopplungseinstellung etwas. Ferner wirst du feststellen, daß die Lage des Einsatzpunktes der Rückkopplung auch noch von der Stellung des Abstimmkreises abhängig ist. Je weiter der Abstimmkreis nach rechts gedreht ist, desto weiter muß du auch C_R eindrehen, („anziehen“) bis die Rückkopplung einsetzt.

Natürlich soll sich die Rückkopplung in jeder Stellung des Abstimmkreises bis zum Einsatzpunkt anziehen lassen. Das können wir durch entsprechendes Verschieben der Rückkopplungsspule auf dem Ferritstab einstellen. Je weiter die Rückkopplungsspule zum Stabende hin verschoben wird, desto weiter muß C_R eingedreht werden, bis der Einsatzpunkt erreicht wird. Wir schieben die Windungen so weit an das Stabende, daß die Rückkopplung in keiner Stellung des Abstimmkreises mehr einsetzt, wenn C_R nur ganz wenig (etwa 15 Teilstriche) eingedreht ist (C_A versuchsweise durchdrehen). Wird C_R dagegen schon 20 Teilstriche eingedreht, so soll die Rückkopplung bereits in der Stellung von C_A einsetzen. Diese Stellung wird in der linken Hälfte des Abstimmbereiches von C_A liegen.

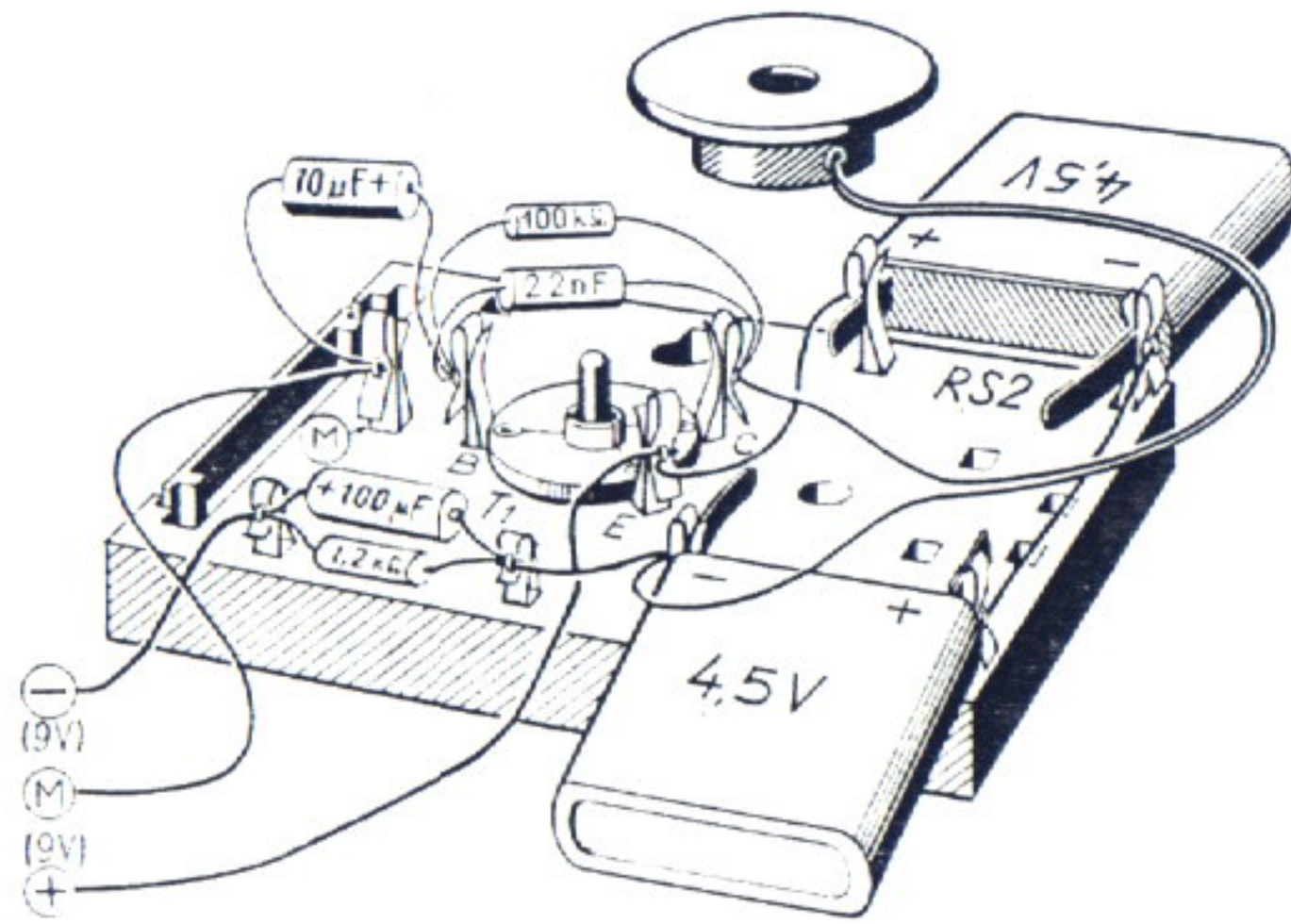
Natürlich setzt die Rückkopplung um so leichter ein, je höher die Batteriespannung ist. Deshalb sollte die Einstellung der Windungen mit frischer Batterie vorgenommen werden und ist zu wiederholen, wenn (vergleiche nächstes Kapitel) vom 4,5 Volt-Betrieb auf 9 Volt-Betrieb übergegangen wird. Nun kann die Rückkopplungsspule durch Klebstreifen gegen unabsichtliches Verschieben gesichert werden.

Bald werden wir in den Abendstunden guten Fernempfang bekommen, wenn wir durch Übung gelernt haben, die Rückkopplungseinstellung so dicht wie möglich an den Einsatzpunkt heranzuführen, ohne ihn zu überschreiten. Da die Rückkopplung auf den Abstimmkreis einwirkt, ändert sich dessen Abstimmung durch Betätigen der Rückkopplung geringfügig, so daß wir C_A entsprechend nachstellen müssen. Am besten bedienst du C_R und C_A gleichzeitig mit beiden Händen, wie es auch im Kapitel 23 „Fernempfang“ beschrieben ist.

Das Aufsuchen von Sendern kannst du dir erleichtern, indem du die Rückkopplung ganz wenig überziehst, während du den Abstimmkreis durchdrehst (Rückkopplungseinstellung der Abstimmungsänderung dabei laufend anpassen). Dann kannst du an den Pfeiftönen feststellen, wo Sender liegen. Nicht alle Sender, die einen Pfeifton hervorrufen, wirst du jedoch gut empfangen können. Es gilt nämlich die Faustregel, daß der Pfeifton eines Rundfunksenders etwa die dreifache Reichweite hat wie die zu übertragende Sprache oder Musik. Vermeide aber das Überziehen der Rückkopplung möglichst, weil es, besonders, wenn du Erde und Antenne angeschlossen hast, den Empfang der Nachbarn empfindlich stören kann; denn sie hören das Pfeifen mit.

14. Dieser Empfänger schafft es schon ohne Antenne!

Endlich ist es soweit, daß wir die Antenne weglassen können, wenn wir die folgende kleine Verbesserung vornehmen, um unseren Empfänger möglichst empfindlich zu machen. Dazu wollen wir den in Kapitel 12 beschriebenen und mit einer Rückkopplung nach Kapitel 13 ausgerüsteten Empfänger, statt wie bisher aus einer jetzt aus zwei hintereinandergeschalteten Batterien mit zusammen 9 Volt speisen. Die Abbildung zeigt den geänderten Aufbau der NF-Stufe. Die Parallelschaltung von $1,2\text{ k}\Omega$ mit $100\ \mu\text{F}$ in der Minuszuleitung zur vorgeschalteten Stufe verhindert eine Überlastung des dort eingebauten HF-Transistors.



Der übrige Aufbau bleibt unverändert, lediglich die Rückkopplungsspule muß nach Kapitel 13 neu eingestellt werden.

Nachdem wir den Ortssender eingestellt haben, nehmen wir Antenne und Erde weg und stellen dann C_A und C_R nochmals nach. Ist der Empfang nicht laut genug, so prüfen wir, ob der Lautstärkeregel auch aufgedreht ist. Die Lautstärke läßt sich möglicherweise noch verbessern, wenn wir den Versuchsaufbau drehen. Das Gerät spielt nämlich am lautesten, wenn der Ferritstab quer zu der Himmelsrichtung steht, in welcher der eingestellte Sender von uns aus liegt.

Noch mehr Spaß macht das Rundfunkhören abends. Nach Einbruch der Dunkelheit ist die Reichweite der Mittelwellensender nämlich viel größer. Der Fernempfang ist dann so gut, daß du sogar ausländische Sender hören kannst, wenn deine Empfangslage einigermaßen gut ist. Für den Fall, daß du eine sehr schlechte Empfangslage hast, kannst du Antenne und Erde an die Antennenspule anschließen. Beim Empfang ohne Antenne und Erde stört die Antennenspule nicht, sofern ihre beiden Enden sich nicht gegenseitig berühren.

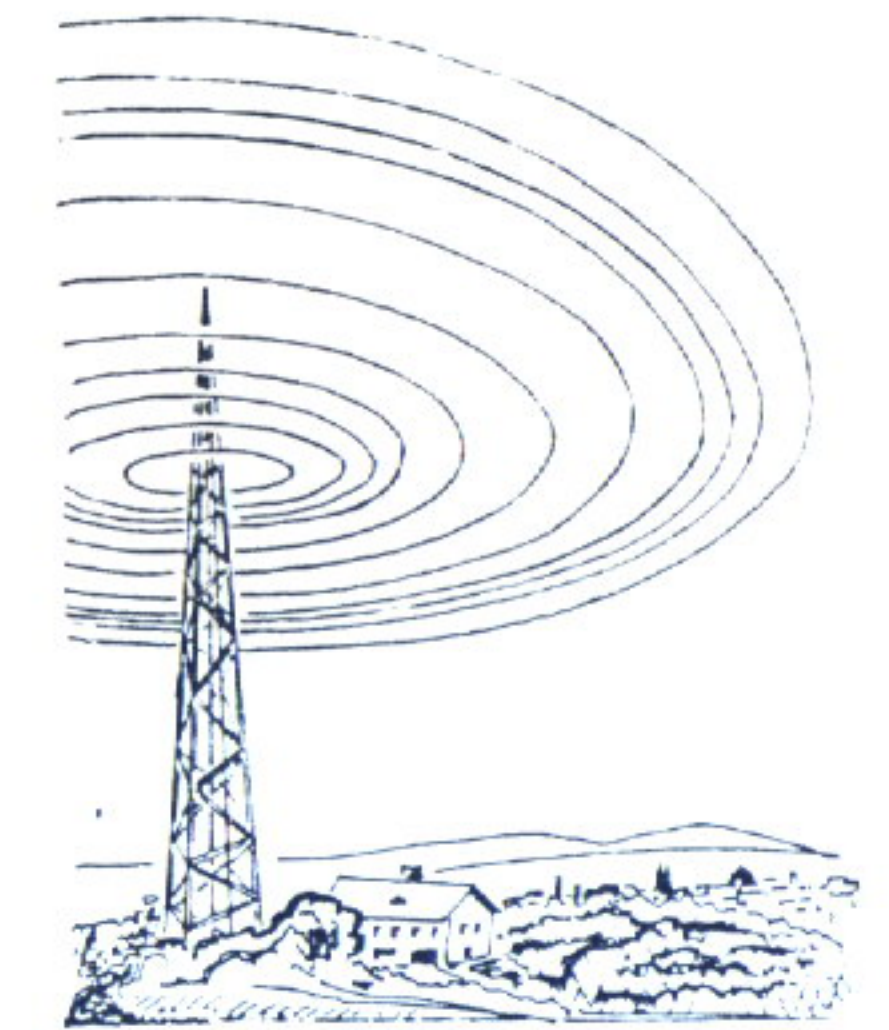
Ist der Empfang zu laut, so stelle am Lautstärkeregel leiser und nicht etwa durch Zurücknehmen der Rückkopplung (sonst wird die Trennschärfe schlechter) oder durch Wegdrehen des Senders (dann klingt der Empfang verzerrt, und die Trennschärfe des Empfängers bleibt ungenutzt).

Wie kommt es nun, daß der Empfänger jetzt auch ohne Antenne und Erde spielt, und weshalb soll die „Empfangslage“ für diesen Versuch nicht zu schlecht sein? Was ist das überhaupt, eine „Empfangslage“?

Die Beantwortung all dieser Fragen ergibt sich fast von selbst, wenn wir uns klarmachen, wie eine Rundfunksendung vom Sender zum Empfänger gelangt. Die Sendeantenne moderner Mittelwellensender besteht meistens aus einem Draht, der in einem Sendeturm aufgehängt ist. Manchmal ist der Turm selbst der Strahler, dann ist er auf einen Isolierfuß gestellt und mit isolierten Seilen abgespannt.

Genau wie ein Stein, der ins Wasser fällt, auf der Wasseroberfläche Wellen hervorruft, die sich von der Aufschlagstelle ausgehend kreisförmig nach allen Seiten ausbreiten, umgibt den Sendemast ein allerdings unsichtbares elektromagnetisches Wechselfeld. Es besteht aus elektromagnetischen Wellen, die sich ebenfalls nach allen Seiten hin ausbreiten. Die Abbildung zeigt nur einen Teil dieser Wellen, nämlich die magnetischen Wellen, die uns in diesem Zusammenhang besonders interessieren. Dabei stellt man sich vor, daß jede magnetische Welle aus vielen einzelnen magnetischen Kraftlinien besteht, welche die Sendeantenne wie sich ausdehnende kreisende Ringe umgeben. Je schwächer die Welle ist, aus desto weniger Kraftlinien besteht sie. In Wirklichkeit sind diese gedachten Kraftlinien natürlich unsichtbar.

Die Empfangsantenne soll nun möglichst viele der im Luftraum verteilten Wellen auffangen. Das wird sie um so besser können, je größer das Antennengebilde ist. Bei einer Hochantenne kommt es deshalb darauf an, daß der Höhenunterschied zwischen Antennendraht und Erde möglichst groß ist. Außer einer Hochantennen-Anlage, deren Anschlußpunkte Antenne (Luftleiter) und Erde (Erdleitung) sind, gibt es noch die sogenannte Rahmenantenne. Sie besteht aus einem Draht, der mit möglichst vielen Windungen auf einen Rahmen möglichst großen Durchmessers gewickelt ist und eigentlich nichts weiter als eine besonders große Spule darstellt. Die beiden Anschlußpunkte sind in diesem Fall die zwei Enden der Rahmenspule.



Hochantenne und Rahmenantenne unterscheiden sich dadurch, daß die Hochantenne vorwiegend auf die elektrischen Wellen anspricht, während die Rahmenantenne nur die magnetischen Wellen aufnimmt.

Unser Ferritstab verleiht nun der auf ihn gewickelten Schwingkreisspule die Eigenschaften einer Rahmenantenne. Ohne diesen Ferritstab wäre der Durchmesser der Windungen viel zu klein, um ein brauchbares Ergebnis zu liefern. Das Geheimnis des Ferritstabes liegt darin, daß er alle in seiner Nähe befindlichen magnetischen Kraftlinien in sich hineinsaugt, so daß sie durch ihn hindurchgehen müssen.

Um die in einem Kubikmeter Luftraum vorhandenen magnetischen Kraftlinien aufzufangen, mußte man früher eine Rahmenantenne bauen, die einen Rahmendurchmesser von etwa einem Meter hatte. Der Ferritstab faßt trotz seiner viel kleineren Abmessungen alle im genannten Raum vorhandenen magnetischen Kraftlinien so zusammen, daß sie durch die jetzt viel kleinere Spule geleitet werden, wobei sie dann, wenn die Windungszahl dieselbe ist, die gleiche Wirkung entfalten können.

Natürlich kann ein Ferritstab nur so viele magnetische Kraftlinien aus seiner Umgebung zusammenfassen wie dort auch vorhanden sind. Eine schlechte Empfangslage ist demnach dort gegeben, wo der Luftraum nur wenige Kraftlinien enthält.

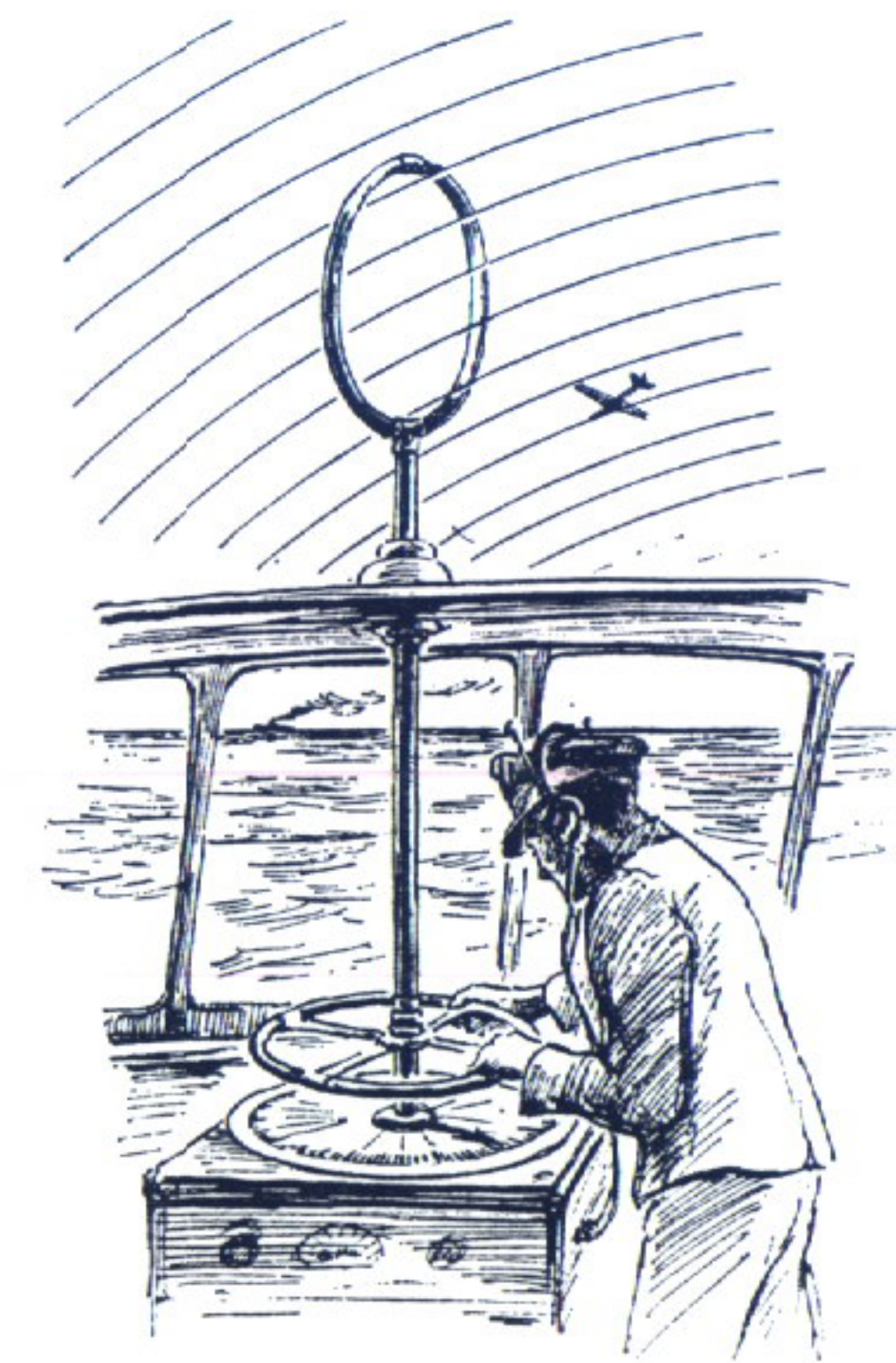
Die Kraftlinien der Senderwellen sind nämlich nicht überall gleichmäßig verteilt, sondern können auch abgelenkt oder „abgeschattet“ werden. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von abschirmender Wirkung großer Metallmassen, wie sie in den Wänden von Eisenbetonbauten vorhanden sind oder von einem Blechdach gebildet werden, weil solche Metallmassen die Rundfunkwellen genauso wenig durchlassen wie ein Schirm den Regen. So hat z. B. der Keller eines mitten in der Stadt stehenden Hauses aus Eisenbeton mit Blechdach eine ausgesprochen schlechte Empfangslage, während die Empfangslage auf dem Dachboden eines ziegelgedeckten, einzeln auf einem Berg stehenden Haus sehr gut ist. Natürlich spielt auch die Entfernung des jeweiligen Senders eine Rolle; denn seine Wellen sind in seiner Nähe viel stärker als in weiterer Entfernung.

So kommt es, daß derselbe Empfänger an verschiedenen Orten ganz unterschiedliche Empfangsleistungen zeigt.

15. Peilempfang

Vielleicht hast du auf dem Dach der Kommandobrücke eines Schiffes schon einmal einen solchen drehbaren Ring gesehen wie auf der Abbildung. Das war dann ein sogenannter Peilrahmen. In seinem Inneren befindet sich eine Rahmenantenne, deren Enden mit dem Peilempfänger verbunden sind. Mit

diesem Peilempfänger kann man genau feststellen, in welcher Richtung sich ein Sender befindet, den man anpeilt. So können Schiffe auf dem Ozean, obwohl kein Land mehr zu sehen ist, ihren genauen Standort ermitteln, indem sie die Richtungslinien zu zwei verschiedenen Sendern — von diesen ausgehend — in die Seekarte eintragen. Der Schnittpunkt dieser Linien zeigt dann auf der Karte den Schiffsstandort an. Natürlich sind auch Transozeanflugzeuge mit Peilgeräten ausgerüstet, nur sind dort die Peilrahmen von außen oft nicht zu erkennen. Damit sie sich leichter unter einer Haube anbringen lassen, sind sie anders konstruiert als Schiffspeilrahmen und ähneln mehr unserem Ferritstab.



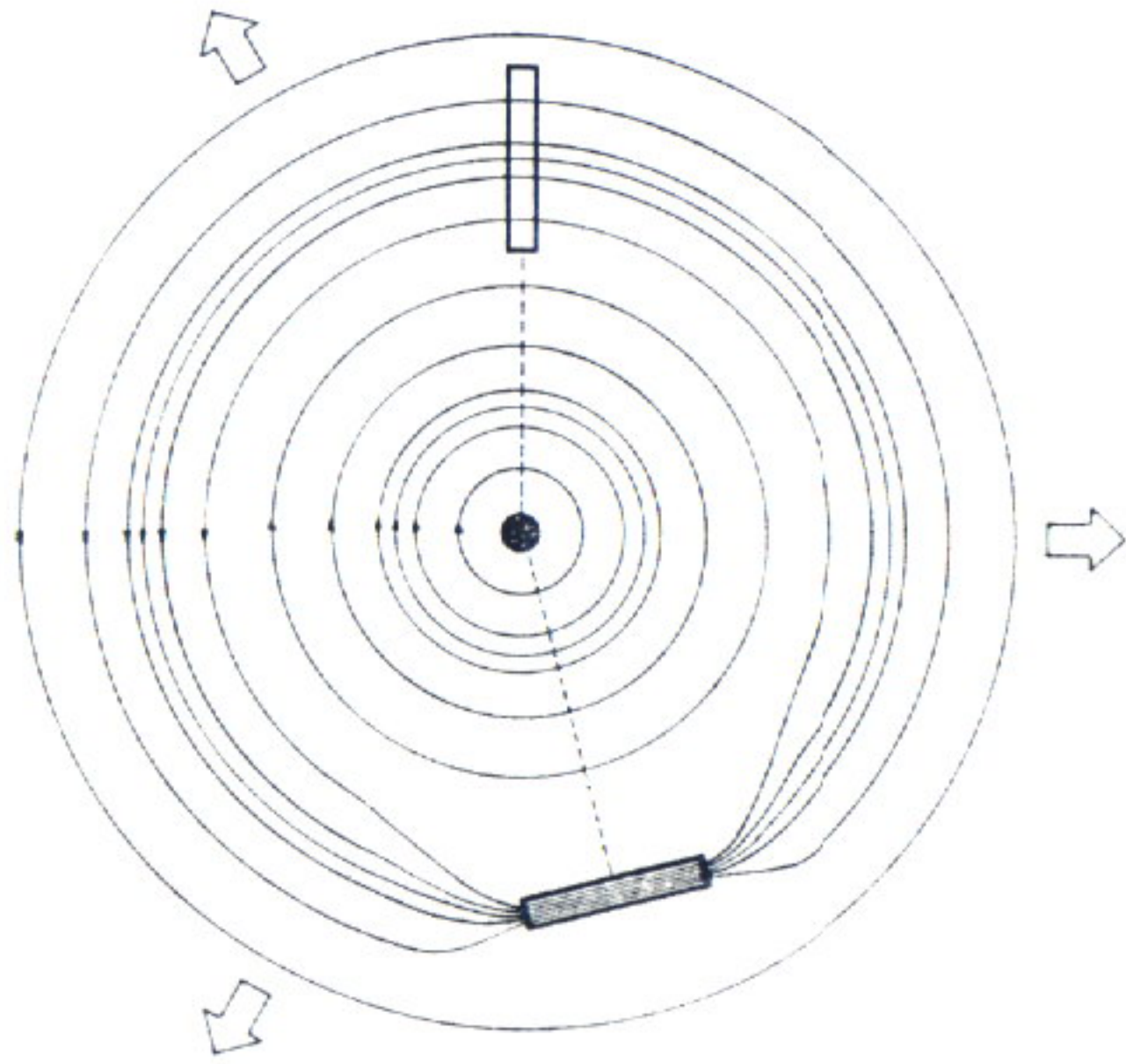
Auch mit unserer Ferritantenne — also dem Ferritstab mit der daraufgewickelten Schwingkreisspule — können wir die Richtung feststellen, in der ein Rundfunksender von uns aus gesehen liegt. Natürlich dürfen Antenne und Erde bei diesem Versuch nicht angeschlossen sein. Für einen Peilversuch stellen wir unseren Empfänger auf eine Unterlage, z. B. einen Zeichenblock, und drehen ihn langsam um sich selbst. Jedesmal, wenn der Ferritstab eine bestimmte Lage hat, stellen wir fest, daß der Empfang sehr leise wird oder sogar ganz verschwindet. Dieses Minimum läßt sich sehr genau einstellen, während die Lagen, in denen der Empfänger besonders laut spielt, sich nicht so genau einstellen lassen; denn der laute Bereich überdeckt einen sehr weiten Winkel. Für lautesten Empfang muß der Ferritstab natürlich genau quer zu der Richtung stehen, bei welcher der Empfang am schwächsten ist.

Wegen der großen Genauigkeit, mit der sich das Minimum einstellen läßt, wird allgemein die Minimumpeilung angewendet. Bei Minimumeinstellung zeigt der Ferritstab in Richtung des angepeilten Senders. Allerdings können wir mit unserem einfachen Empfänger nicht ermitteln, welches Ende des Ferritstabes dabei auf den Sender zeigt. Wie du sicher bemerkt hast, gibt es ja zwei Stellungen, in denen der Ferritstab in derselben Richtung liegt und deshalb jedesmal ein Minimum verursacht. Richtige Peilgeräte haben deshalb noch eine zusätzliche Einrichtung zur Seitenkennzeichnung: Durch Zuschalten einer Hilfsantenne wird ein Minimum schärfer, während sich

das andere verwischt, so daß eine Seite des Ferritstabes mit einem Richtungspfeil versehen werden kann.

Wenn du bedenkst, daß der Ring des Schiffspeilers eine große Spule darstellt, durch die man auch einen Ferritstab stecken könnte, wird dir klar werden, warum Peilrahmen von Schiffspeilern quer zur Richtung des Senders stehen, wenn das Minimum eingestellt ist.

Die nächste Abbildung zeigt, wie es kommt, daß die Ferritantenne richtungsempfindlich ist: Je nach ihrer Richtung zum Sender nimmt sie mehr oder weniger viele der magnetischen Kraftlinien auf, die den sie umgebenden Luftraum durchsetzen.



Steht der Ferritstab nämlich quer zum Sender, so können die magnetischen Kraftlinien leicht durch ihn hindurchgehen, ohne ihre Richtung zu sehr ändern zu müssen. Deshalb ist dann der Empfang laut. Zeigt der Stab dagegen direkt auf den Sender, so steht er quer zu den magnetischen Kraftlinien, die — wollten sie der Länge nach durch ihn hindurch — einen Umweg machen müßten, der ihnen mehr Arbeit verursachte als sie beim bequemeren Weg durch den Stab einsparen würden. Deshalb gehen sie in diesem

Fall nicht der Länge nach durch den Stab und können daher im Empfänger keinen Empfang hervorrufen.

Diese Richtempfindlichkeit des Ferritstabes kannst du z. B. dazu benutzen, durch Drehen des Gerätes einen störenden Sender „auszupeilen“. Das hat natürlich nur Sinn, wenn der störende Sender aus einer anderen Richtung einfällt als der Sender, den du gern allein hören möchtest.

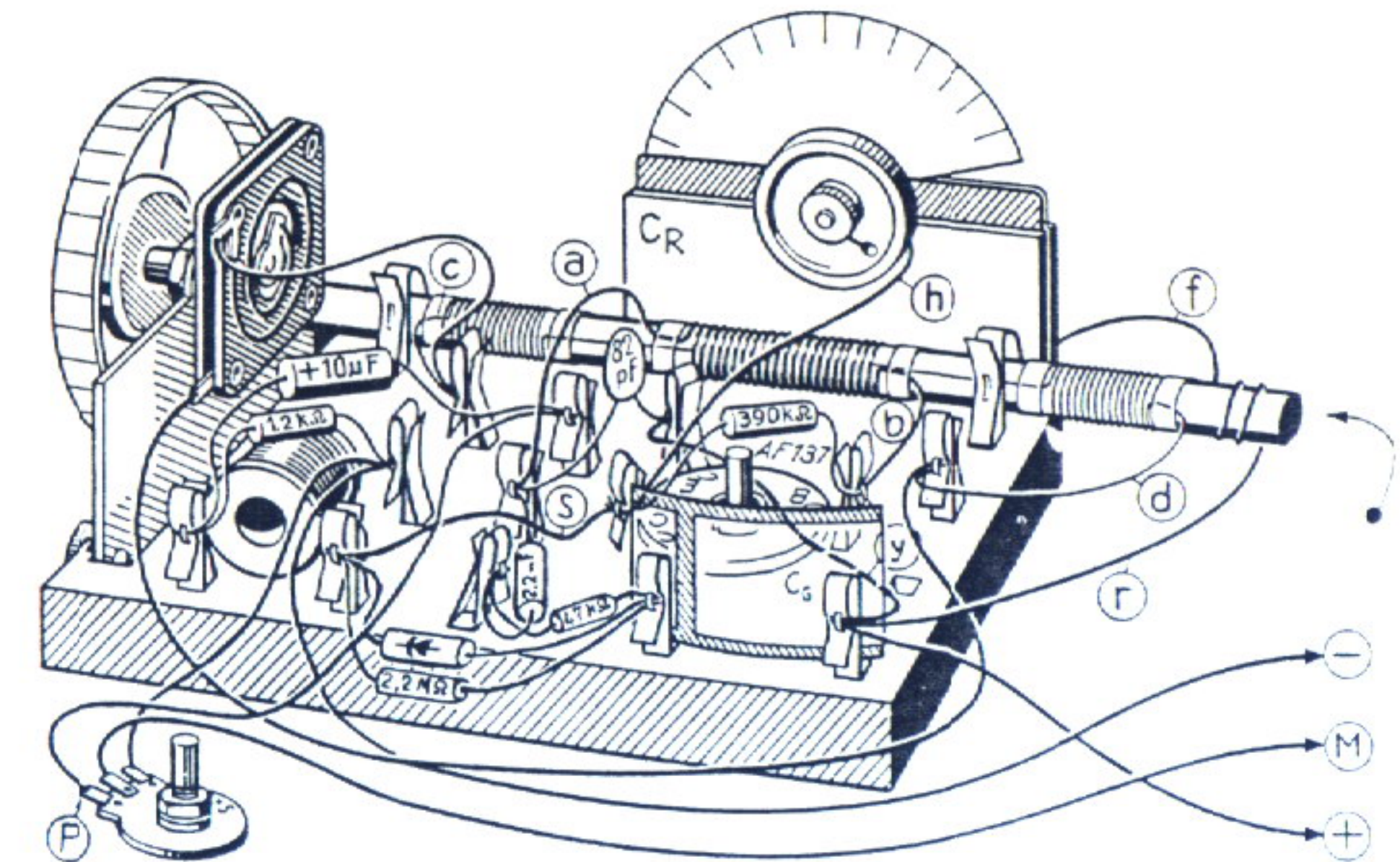
16. Einer arbeitet für zwei

Sicher hast du schon einmal gleichzeitig mit deinem Freund in einen Spiegel gesehen. Es hat dem Spiegel dabei garnichts ausgemacht, daß du in ihm andere Dinge erblicktest als dein Freund. Der Spiegel kann eben viele Lichtstrahlen zugleich spiegeln, ohne daß sie sich gegenseitig stören. Ähnlich ver-

hält es sich beim Lautsprecher: Kommt in einem Musikstück gleichzeitig mit einem hohen ein tiefer Ton vor, werden beide wiedergegeben.

So ist man auf den Gedanken gekommen, einen Transistor gleichzeitig HF und NF verstärken zu lassen. Das geht ganz leicht. Schwieriger ist es schon, HF und NF wieder voneinander zu trennen; denn getrennt müssen sie werden, weil sie ja verschiedene Wege weitergehen sollen.

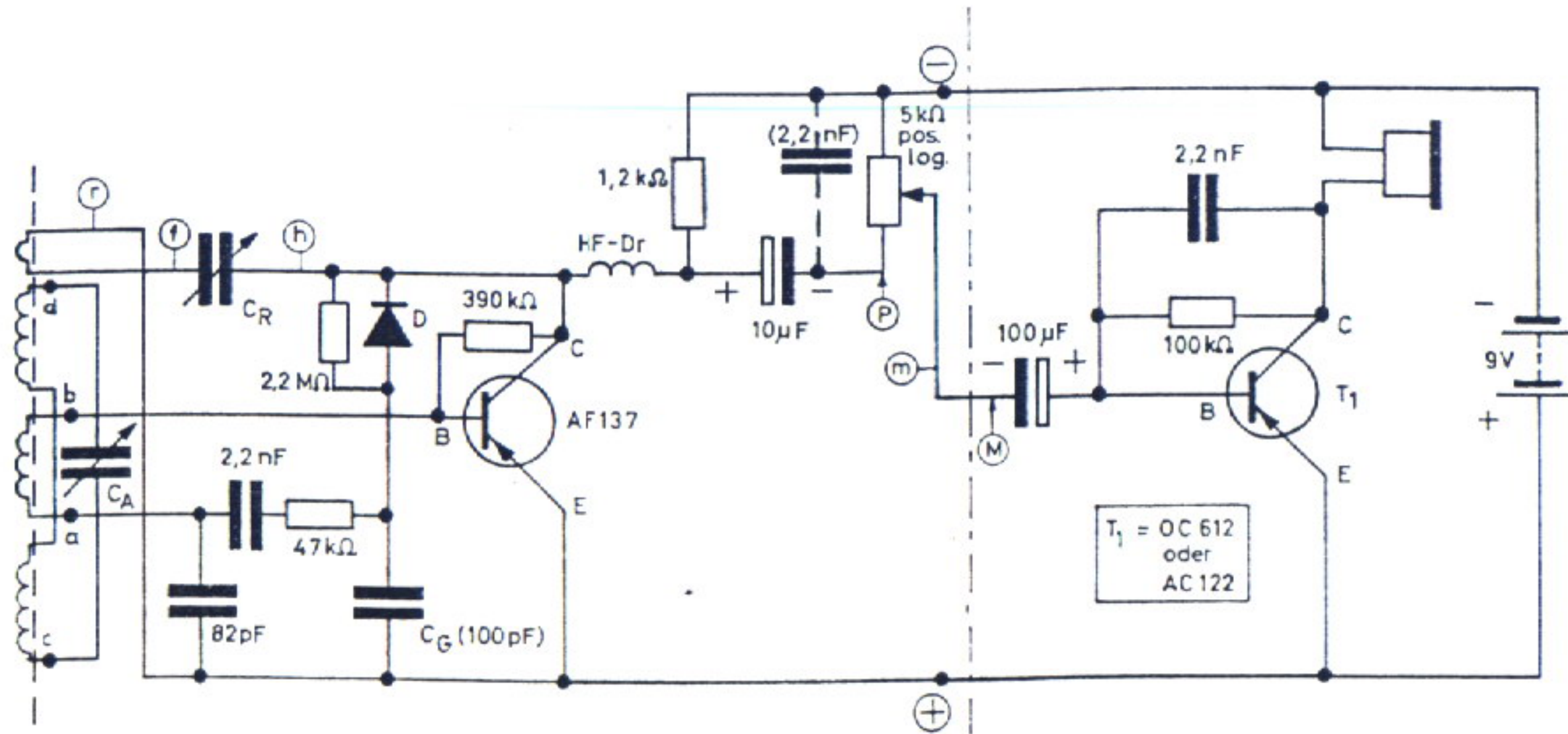
Diese Trennung wird durch eine „elektrische Weiche“ bewirkt, von der aus zwei Wege weiterführen. Der eine leitet die HF zur Weiterverarbeitung an die Diode, der andere führt die NF über die HF-Drossel zum NF-Verstärker. Die HF-Drossel verlegt dabei der HF den Weg zum NF-Verstärker, während sie die NF fast ungeschwächt durchläßt. Derjenige Teil der NF, der über die Diode geht, wird durch die Gleichrichtung so verändert, daß er die nach der Diode liegenden Kondensatoren nicht mehr überwinden kann. Deshalb geht der Hauptteil der NF den bequemeren Weg zur folgenden NF-Stufe. Du kannst die Trennung von HF und NF nachher auf dem Schaltbild verfolgen. Zuerst wollen wir nämlich so eine Schaltung, die gleichzeitig HF und NF verstärkt, einmal aufbauen.



Die Abbildung zeigt, wie wir den Transistor AF 137 schalten müssen, wenn er HF und NF gleichzeitig verstärken soll. Wir wollen ihn so in die Schaltung einfügen, daß er zuerst als HF-Stufe arbeitet; später, wenn die HF über die Diode geleitet wurde, so daß nur die NF übrigbleibt, in deren Takt die Stärke der HF schwankte (vergleiche Kapitel 9), lassen wir die so gewonnene NF nochmals vom gleichen Transistor verstärken. Dazu würden wir sonst

einen weiteren Transistor brauchen. Tatsächlich arbeitet jetzt ein Transistor für zwei. Unser Empfänger besitzt also nur zwei Transistoren, aber drei Stufen, nämlich eine HF- und zwei NF-Stufen. Das ermöglicht uns, den zweiten Transistor für die dritte Stufe zu benutzen.

Wie du siehst, ändern wir den vom letzten Versuch noch auf Platte RS 1 befindlichen Aufbau ab. Dabei achten wir besonders auf die Polung der Diode, die jetzt anders ist als vorhin, damit wir einen guten Rückkopplungseinsatz bekommen.



Die HF gelangt vom Anschluß „b“ der Kopplungswicklung direkt zur Basis des HF-Transistors AF 137, während Anschluß „a“ über den 82-pF-Kondensator mit dem Emitter verbunden ist. Nachdem die HF im Transistor verstärkt wurde, gelangt sie zur Diode, welche in dieser Polung nur die negativen Halbwellen durchläßt. Die unterschiedliche Stärke der Halbwellen, welche durch die NF des Senders verursacht ist, ergibt an C_G eine im Takt der NF schwankende Spannung. Damit C_G sich nicht einmalig auf den erreichten Höchstwert auflädt, sondern sich entsprechend entladen kann, wenn die HF im Zuge der NF-Schwankungen schwächer wird, liegt parallel zur Diode der 2-M Ω -Widerstand. Ein Teil seiner Aufgabe wird allerdings durch den „Rückwiderstand“ der Diode selbst übernommen, die in Sperrichtung immer noch ein ganz klein wenig Strom durchläßt.

Zur weiteren Verstärkung wird die NF über den 47-k Ω -Widerstand und den 2,2-nF-Kondensator wieder der Basis des AF 137 zugeleitet, wobei sie den Weg über die Koppelpule nimmt, die für NF nur wie ein Stück Leitungsdraht wirkt. Nach Verstärkung durch den AF 137 gelangt die NF nun über die HF-Drossel und den 10- μ F-Elektrolytkondensator zum Lautstärkereger, von wo aus sie dem nachfolgenden NF-Verstärker zugeleitet wird und nach nochmaliger Verstärkung zum Kopfhörer gelangt.

Der gestrichelt gezeichnete 2,2-nF-Kondensator entfällt (s. Kapitel 25, letzten

Absatz). Die NF-Stufe wird nach Kapitel 14 aufgebaut, nur entfällt die Parallelschaltung von 1,2 k Ω mit 100 μ F, weil der 1,2-k Ω -Widerstand ja bereits in der HF-Stufe vorhanden ist und eine Überlastung ausschließt. So bleibt der 100- μ F-Elko übrig, und du kannst mit ihm die Basis der NF-Stufe ankoppeln.

Die Erklärung der restlichen Schaltelemente ist rasch gegeben: Der 390-k Ω -Widerstand bestimmt den Arbeitspunkt des HF-Transistors ganz allein; denn alle sonst noch mit der Basis in Verbindung stehenden Leitungszüge enden an Kondensatoren, die bekanntlich keinen Gleichstrom durchlassen können. Das ist auch die Aufgabe des 2,2-nF-Kondensators. Der 47-k Ω -Widerstand verhindert, daß der HF-Eingang durch die Diode gedämpft wird. Der 1,2-k Ω -Widerstand an der HF-Drossel soll den Collectorgleichstrom des AF 137 um den Lautstärkereger herumleiten, während der mit „P“ verbundene 10- μ F-Elektrolytkondensator dafür sorgt, daß der Lautstärkereger auch keinen Nebenweg für diesen Gleichstrom bildet. Nur, wenn der Lautstärkereger so angeschlossen ist, daß kein Gleichstrom über den Schleifer fließen kann, lassen sich beim Verstellen des Lautstärkeregers Störgeräusche vermeiden, die nach der Verstärkung sonst als unangenehmes Kratzen hörbar sind. Das wäre der Fall, wenn durch Veränderung der Ladung des nachfolgenden 10- μ F-Elektrolytkondensators beim Drehen am Lautstärkereger der Ausgleichstrom über den Schleifer fließen würde. So, wie wir jetzt geschaltet haben, bleibt die Ladung des Elektrolytkondensators am Schleifer aber auch beim Verändern der Schleiferstellung erhalten.

Wenn beim Aufbau Schwierigkeiten durch Pfeifstörungen auftreten, entfernst du am besten zunächst die Rückkopplungsleitung „h“, indem du sie an der Seite abklemmst, die mit dem Collector des AF 137 verbunden ist. Zuerst muß das Gerät ohne Rückkopplung den Ortssender ohne Pfeifen bringen. Pfeift das Gerät ohne Rückkopplung, so liegen die Pfeifstörungen an einer vom Aufbau bild abweichenden Leitungsführung (besonders die Leitung „s“ soll ganz kurz sein — aus einem 7 cm langen Draht angefertigt — und die mit der Basis verbundene Anschlußleitung „b“ soll möglichst nicht nahe an Leitungen vorbeiführen, die mit dem Collector des AF 137 verbunden sind). Ist das Pfeifen beseitigt, kannst du die Rückkopplungsleitung wieder anschließen und die Rückkopplung neu einstellen. Bei sehr stark einfallenden Sendern ist der Rückkopplungseinsatz nicht ganz so rein wie beim einfachen Empfänger mit HF-Vorstufe aus Kapitel 12.

Wir merken uns, daß eine Schaltung „Reflexschaltung“ genannt wird, wenn sie eine Verstärkerstufe (Reflexstufe) enthält, die gleichzeitig zwei ganz verschiedene Frequenzgebiete verstärken kann und im Zuge der Verarbeitung des ankommenden Signals zweimal hintereinander durchlaufen wird, wobei dazwischen eine entsprechende Verwandlung der Signalfrequenz stattfindet.

17. Die Grenzen unserer Möglichkeiten

Was die Empfindlichkeitssteigerung unseres Empfängers anbelangt, so haben wir mit der Reflexschaltung das Bestmögliche erreicht. Die Möglichkeiten, die unser Material für andere Versuche bietet, sind aber noch längst nicht ausgeschöpft. Bevor wir auf solche Versuche näher eingehen, wollen wir aber noch untersuchen, welche Änderungen an den bisher besprochenen Schaltungen möglich sind, und welche Vor- und Nachteile sie haben.

Die Stärke der HF für den Reflexempfang zu erhöhen, hätte nur Sinn, wenn du in einer ganz besonders schlechten Empfangslage wohntest und wäre nur möglich, wenn du die noch vorhandene Antennenwicklung auf dem Ferritstab mit Antenne und Erde verbinden würdest. Tagsüber, wenn die Reichweite der Mittelwellensender geringer ist, mag das eine Verbesserung sein. Sonst ist es aber nicht zu empfehlen. Die hohe Empfindlichkeit ist ja gerade die besondere Eigenschaft der Reflexschaltung. Würde diese Schaltung — z. B. durch Anschluß einer Hochantenne, wenn du direkt neben dem Sender wohnst — zuviel HF bekommen, so könnte der Eingang übersteuert werden und das Gerät klänge dann verzerrt.

Die Trennschärfe zu erhöhen, ist auf Kosten der Lautstärke sowohl beim Reflex- als auch beim Direktempfänger möglich. Du brauchst der Koppelspule dazu nur weniger Windungen zu geben.

Umgekehrt läßt sich natürlich die Lautstärke auf Kosten der Trennschärfe erhöhen, wenn du der Koppelspule mehr Windungen gibst.

In beiden Fällen wirken sich diese Änderungen um etwa 5 bis 10 Windungen in verschiedenen Teilen des Mittelwellenbereiches unterschiedlich aus, wie du dir denken kannst, wenn du dich an das in Kapitel 8 über den 82-pF-Kondensator Gesagte erinnerst; das gilt bei Serienschaltung von Koppelspule und Kondensator in besonderem Maße.

Ist der Reflexempfänger wegen seiner größeren Empfindlichkeit besser als der Direktempfänger? Das kann man nicht sagen; denn die größere Empfindlichkeit wird ja durch eine größere Störanfälligkeit erkauft. Nicht immer kommt es nämlich auf die Empfindlichkeit an. Willst du einen besonders reinen Empfang, so ist die direkte Schaltung nach Kapitel 12 bzw. 13 vorzuziehen.

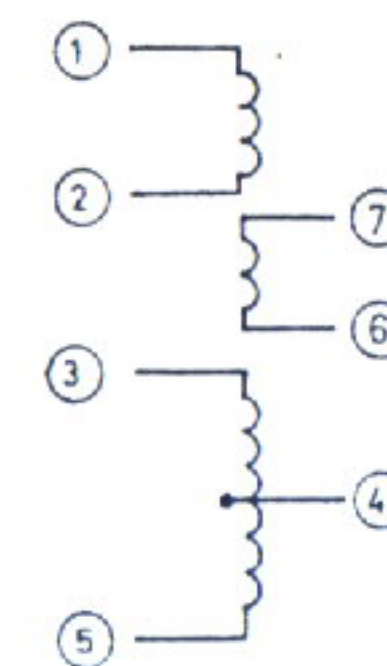
Du brauchst doch nur an das zu denken, was in Kapitel 9 über das Rauschen gesagt wird, um zu verstehen, daß der Reflexempfänger natürlich stärker rauscht als der Direktempfänger; denn die erste Stufe ist ja für NF empfindlich, und das Rauschen wird nicht unterdrückt. Außerdem ist die Reflexschaltung brummempfindlich.

Während du bei der direkten Schaltung beide Batterien ohne weiteres nach Anweisung des Kapitels 30 durch den KOSMOS-Experimentier-Transfor-

mator mit nachgeschalteter KOSMOS-Radiosiebplatte ersetzen kannst, wird der Reflexempfänger brummen, wenn du den Experimentier-Transformator ganz dicht beim Ferritstab aufstellst; denn der Ferritstab nimmt auch das magnetische Störfeld auf, das jeden Netztransformator umgibt. Während das jedoch bei der direkten Schaltung nichts ausmacht, weil versehentlich der HF-Vorstufe zugeleitete NF kurzgeschlossen wird, ist die Reflexschaltung dafür sehr empfindlich; ihre erste Stufe ist ja auch zur Verstärkung von NF eingerichtet und gibt so verstärkte NF an die folgende NF-Verstärkung weiter.

18. Der Weg zum Kurzwellenempfänger

Wenn du in der Schaltung nach Kapitel 8 den 82 pF-Kondensator fortläßt, kann es dir passieren, daß in deiner Nähe befindliche oder sonstige starke Kurzwellensender durchdringen. Unser HF-Transistor ist zur Kurzwellenverstärkung nämlich sehr geeignet. Deshalb wollen wir einen Kurzwellenempfänger bauen. Da der Ferritstab als Kern einer Kurzwellenspule aber weniger taugt, wickeln wir uns eine besondere Kurzwellenspule. Sie läßt sich aus Verbindungsdraht leicht herstellen und besteht aus vier Wicklungsteilen:

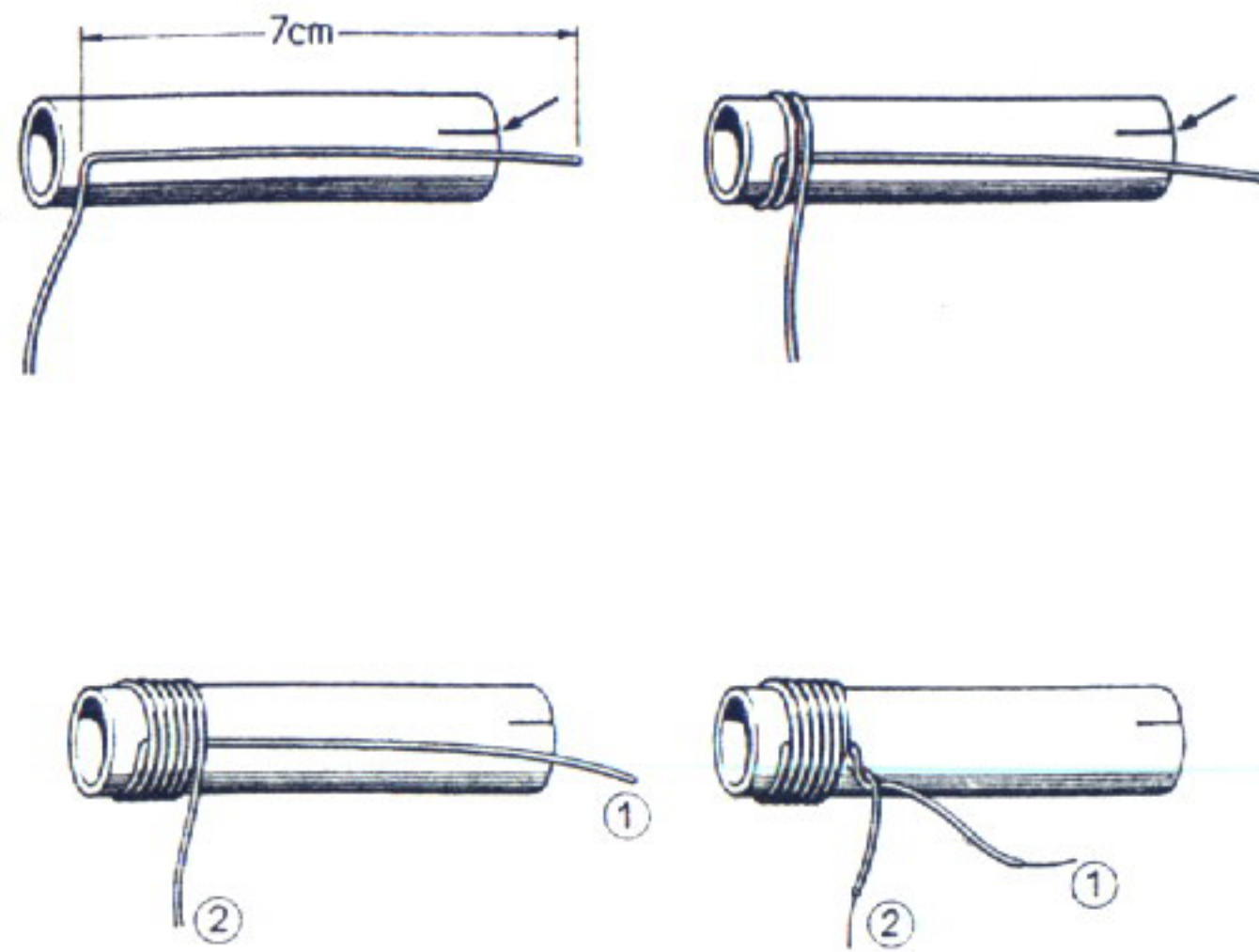


1. der Antennenspule (6 Windungen, Anschlüsse 1 und 2)
2. der Rückkopplungsspule (2 Windungen, evtl. 1 bis 2 Windungen mehr, Anschlüsse 6 und 7)
3. der ersten Kreisspulenhälfte (12 Windungen, Anschlüsse 3 und 4)
4. der zweiten Kreisspulenhälfte (ebenfalls 12 Windungen, Anschlüsse 4 und 5)

Damit die Windungen den richtigen Durchmesser bekommen, wickeln wir sie auf ein Papprohr von 1,5 cm Außendurchmesser. Solche Papprohre sind in unserem Kasten als Träger der Verbindungsdrahtrollen enthalten.

Zuerst kommt die Antennenspule dran. Sie besteht aus einem 45 cm langen Stück Verbindungsdraht. (Wenn dein Draht knapp ist, kannst du das ebenfalls 45 cm lange Drahtstück nehmen, aus dem die Antennenspule auf dem Ferritstab gewickelt ist). Damit der Wickel nicht aufgeht, wird sie als selbsthaltende Spule gewickelt, wie es die folgenden Abbildungen zeigen, aus denen auch der Wicklungssinn erkennbar ist.

Wir biegen den Anfang des 45 cm langen Drahtes nach 7 cm rechtwinklig um und legen das Ende so auf das Papprohr, daß der Knick möglichst weit nach



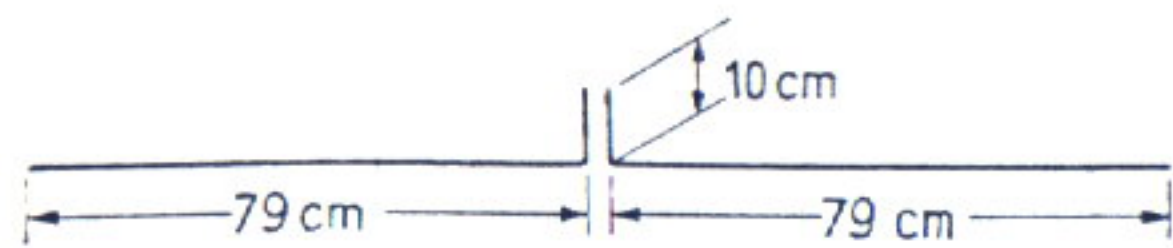
links kommt, wenn wir das Papprohr so halten, daß der eingeschnittene Schlitz (Pfeil) an der rechten Seite ist:

Dann wickeln wir 6 Windungen auf und verdrehen das übrigbleibende Ende mit dem herausstehenden Wicklungsanfang:

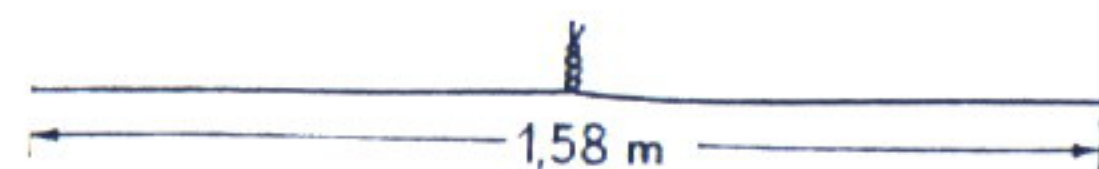
Nach dem Abisolieren der Enden (je 1,5 cm blankmachen) ist die Antennenspule mit den Anschlüssen 1 und 2 fertig.

Die Rückkopplungsspule wickeln wir jetzt noch nicht, sondern schlingen sie erst viel später aus Leitung „r“ um die fertige Spule. Den Platz für sie lassen wir aber schon jetzt frei, so daß der Anfang der nächsten Spule (also der Kreisspule, die aus zwei Hälften besteht) erst in einem Abstand beginnt, in den sich 2 bis 4 Windungen später hineinwickeln lassen.

Damit wir die Kreisspule in einem Stück wickeln können, bereiten wir den Draht so vor, daß die Anzapfung, welche die Kreisspule in zwei Hälften unterteilt, schon fertig an der richtigen Stelle des Drahtes angebracht ist. Dazu nehmen wir zwei je 89 cm lange Stücke Schaltdraht und knicken jedes von ihnen an einem Ende 10 cm lang um. Dann verdrillen wir diese 10 cm miteinander. Die Enden des verdrillten Teiles werden je 1,5 cm abisoliert und diese blanken Stücke ebenfalls miteinander verdrillt, wie es die Abbildungen zeigen.

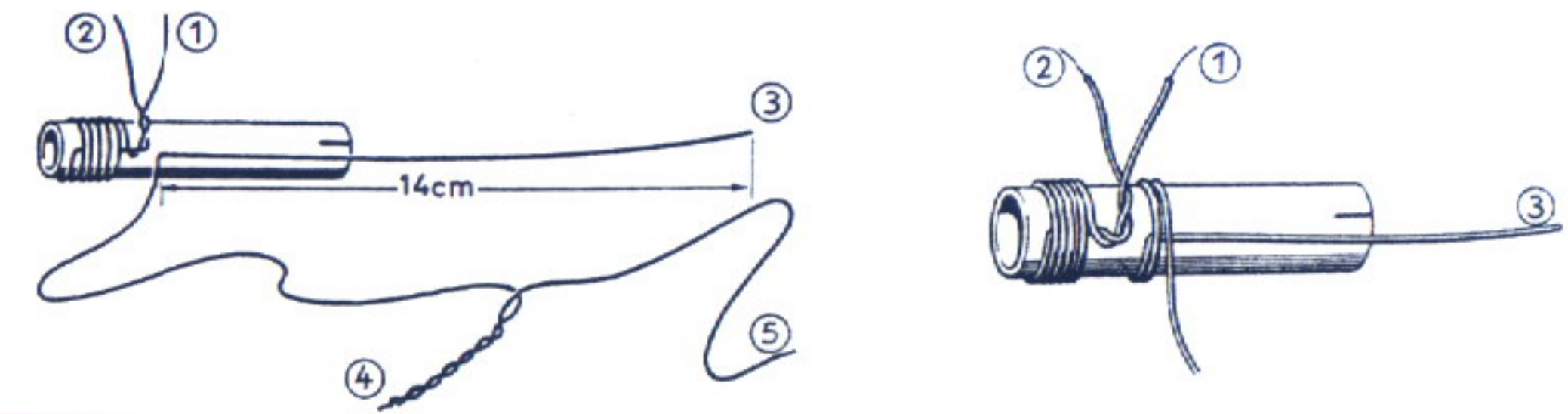


Wir haben jetzt also ein 1,5 m langes Drahtstück, in dessen Mitte sich eine Anzapfung befindet (die Länge dieser Anzapfung beträgt natürlich keine 10 cm mehr, weil nach dem Verdrillen die gestreckte Länge nicht mehr erreicht wird).

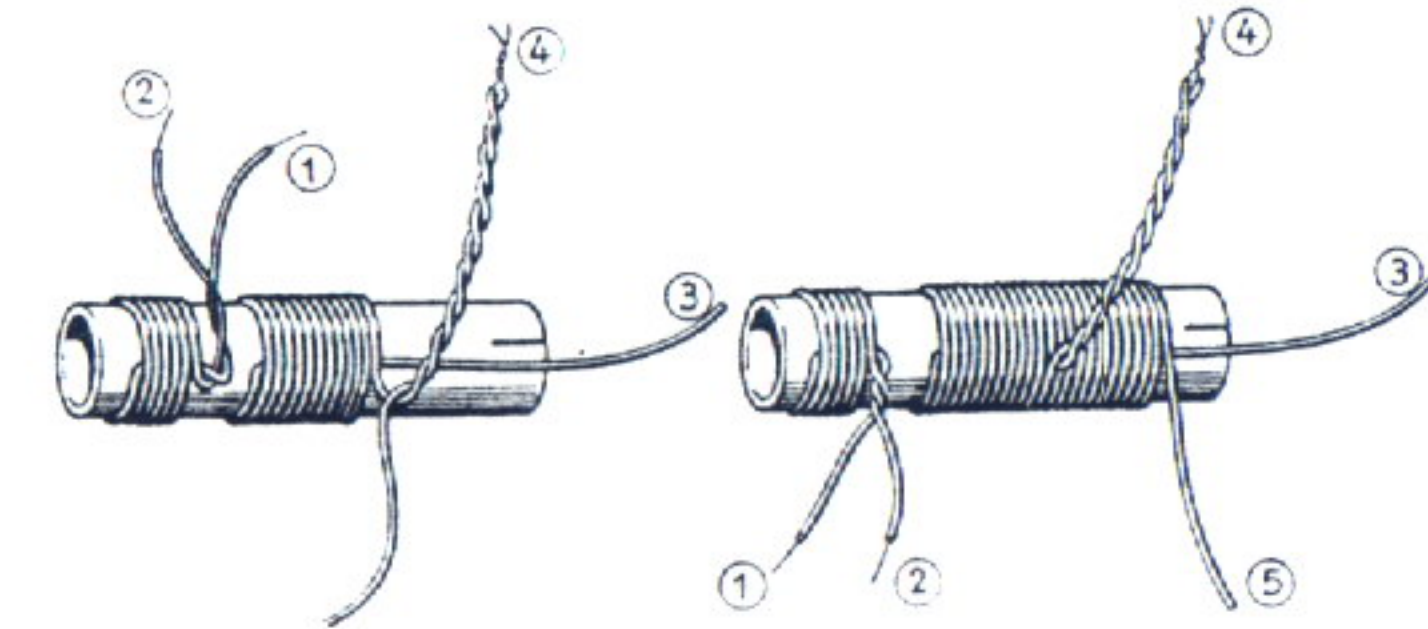


10 cm
79 cm
79 cm

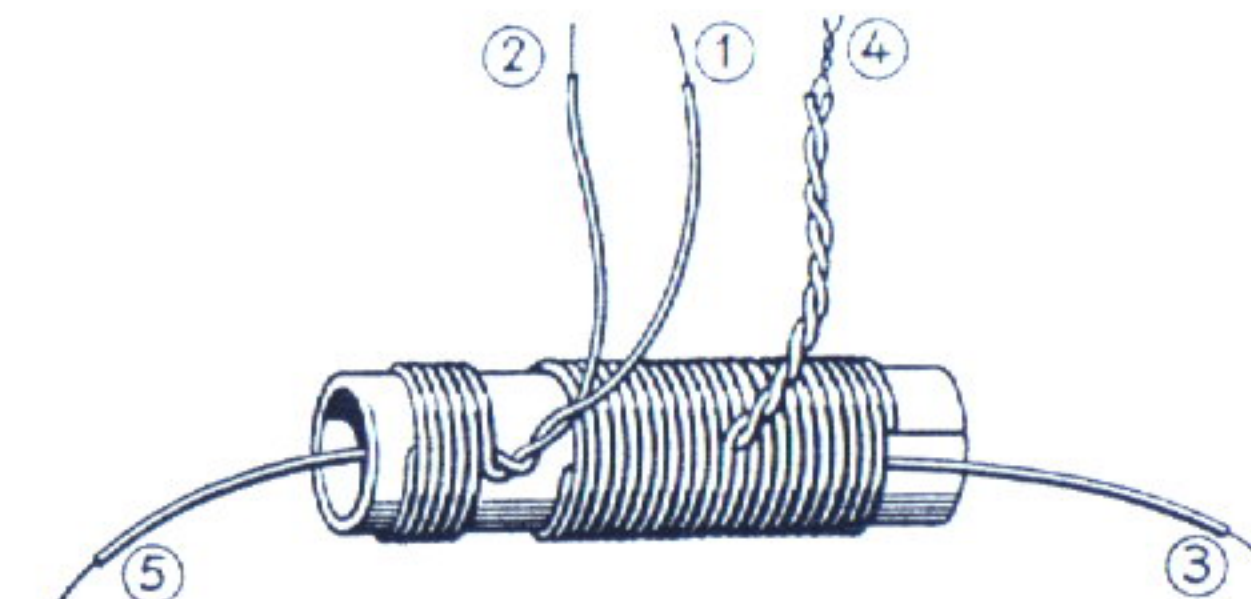
Das eine Ende dieser Gesamtleitung beugen wir nun nach 14 cm rechtwinklig um und beginnen die Wicklung der Kreisspule so wie vorhin die erste Antennenspule.



Nachdem wir etwa 12 Windungen aufgewickelt haben, sind wir bei der Anzapfung angelangt und wickeln von da aus noch weitere 12 Windungen auf.

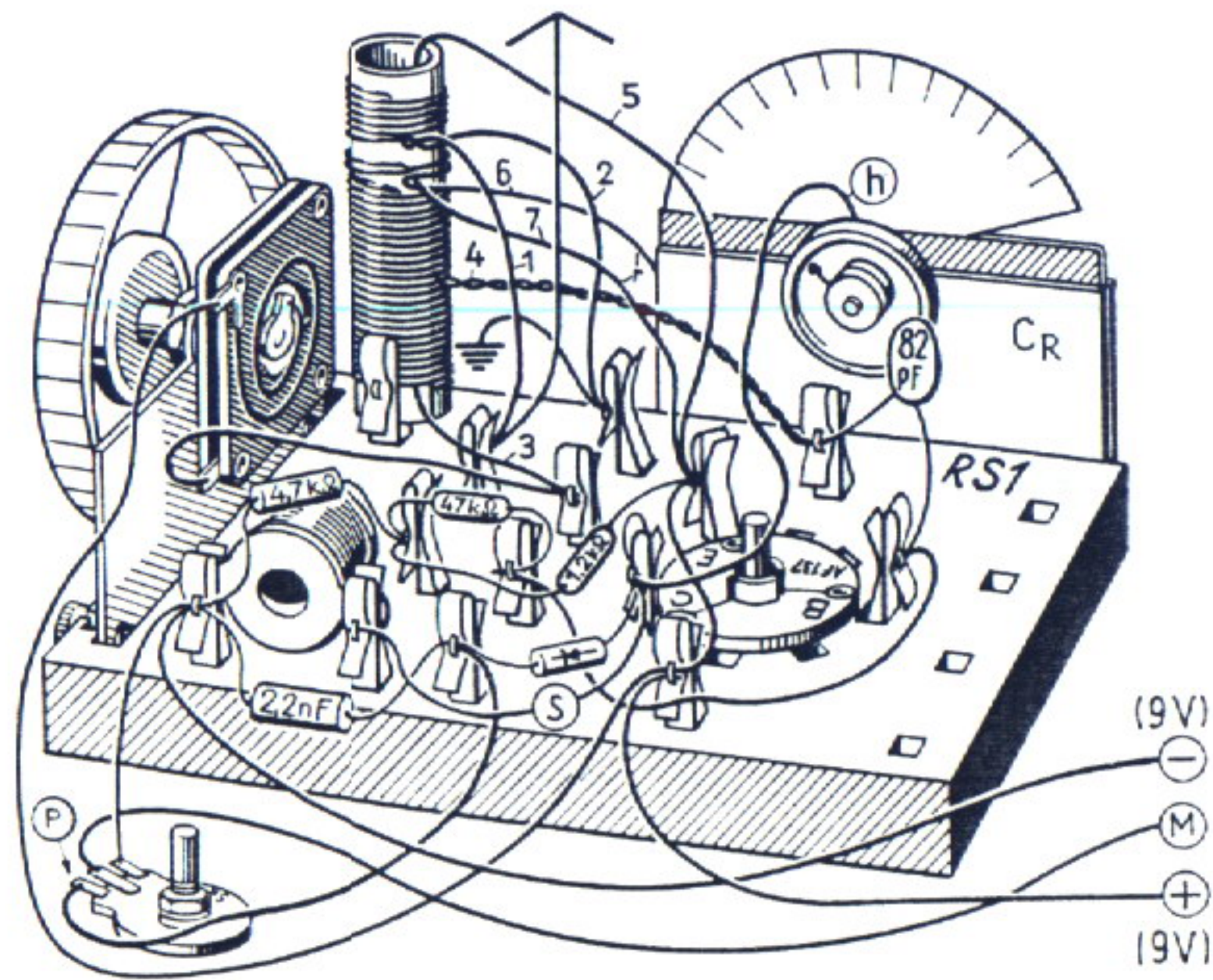


Damit die Spule nicht mehr aufgeht, sichern wir das Ende, indem wir es durch das Spulenrohr stecken und so anziehen, daß es sich in den eingeschnittenen Schlitz einklemmt. So sieht dann die fertige Kurzwellenspule aus.

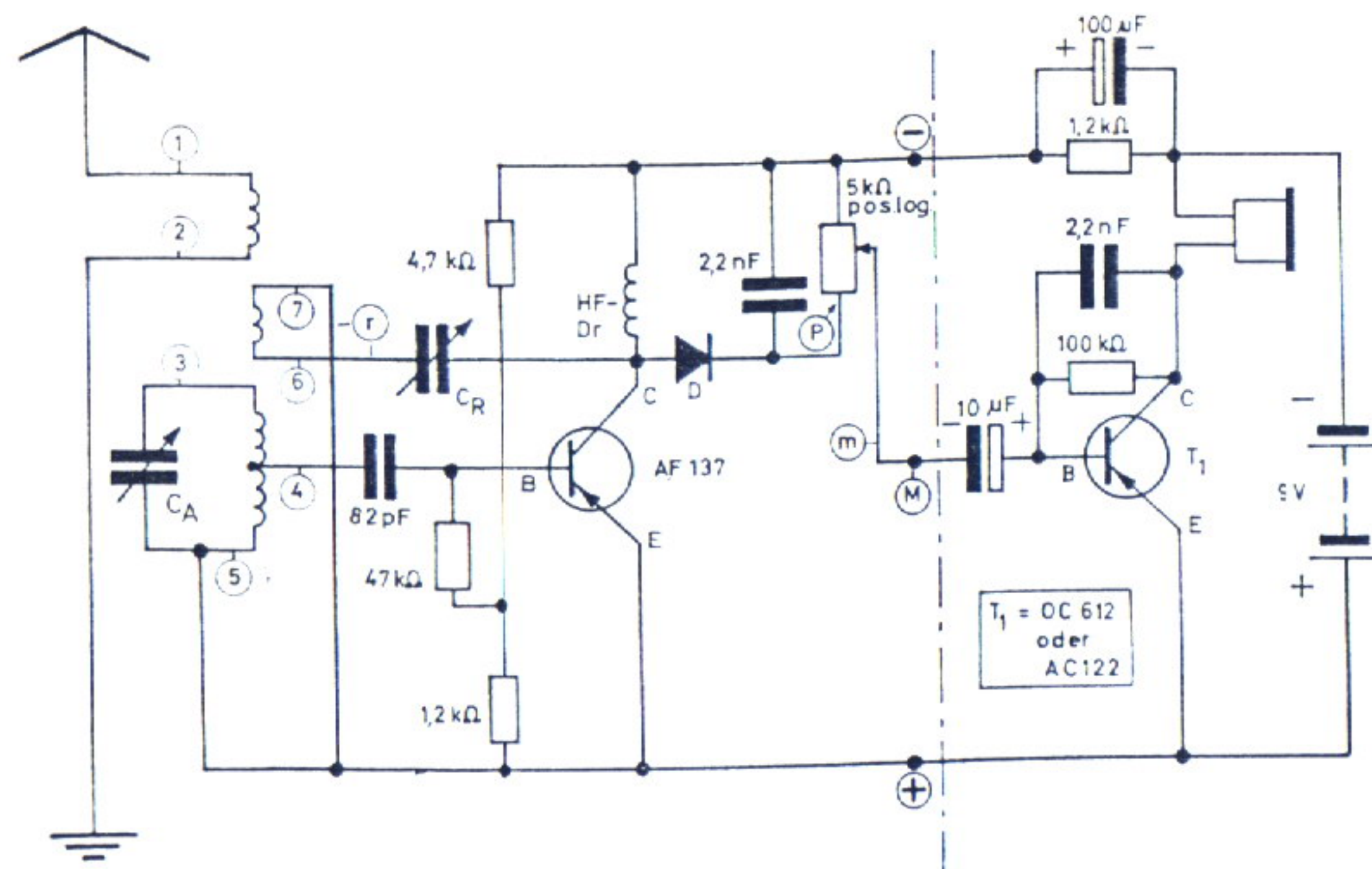


19. Kurzwellenempfang

Der Kurzwellenempfänger, den wir bauen wollen, entspricht in seinem Aufbau — natürlich abgesehen von der Spule — etwa dem Mittelwellenempfänger,



ger, aus Kapitel 12/13 mit der Kopfhörerverstärkung aus Kapitel 14. Wir bauen ihn nach der Abbildung auf, wobei wir besonders auf die Spulenanlüsse achten. Aus dem Schaltbild geht hervor, daß wir als Koppelspule in diesem Fall die eine Hälfte der Schwingkreisspule mitbenutzen. Wenn



wir die Spule einigermaßen sorgfältig gewickelt haben und die Verdrahtung der Platte RS 1 nach der Abbildung ausgeführt wurde, können wir mit dem Abstimmtrieb etwa den Bereich von 3,5 bis 9,5 MHz überstreichen, was einer Wellenlänge von etwa 85 bis 31 Metern entspricht. Der Ausdruck MHz bedeutet Megahertz. Wie du bereits aus Kapitel 35 des RADIOMANN weißt, sind 1 000 kHz = 1 MHz. Nachdem Antenne (für den Empfang starker Stationen genügt als Antenne oft schon ein etwa 4 Meter langer Draht) und Erde angeschlossen sind, kann die Jagd auf Kurzwellensender beginnen.

Natürlich muß für guten Empfang die Rückkopplung jeweils bis ganz dicht vor den Einsatzpunkt angezogen werden. Setzt die Rückkopplung nicht ein, muß die Rückkopplungsspule noch 1 bis 2 Windungen mehr bekommen oder ihre Anschlüsse wurden versehentlich vertauscht.

Du wirst bald feststellen, daß man am Abstimmtrieb nur ganz langsam drehen darf, weil die Kurzwellensender sehr schmal liegen. Außerdem sind sie nicht — wie bei Mittelwelle — gleichmäßig über den ganzen Kurzwellenbereich verteilt, sondern gruppenweise zusammengefaßt. Innerhalb einer solchen Gruppe sind die Rundfunksender zu einem sogenannten „Band“ eng aneinandergereiht. So spricht man z. B. vom 31-m-Band oder vom 41-m-Band und meint damit die Gruppe von Sendern, die mit einer Wellenlänge von etwa 31 m bzw. 41 m senden.

Zwischen diesen Rundfunkbändern hört man eine Menge merkwürdiger Geräusche, die von Telegrafie-Sendern oder Funk-Fernschreibern herrühren, die Telegramme an Schiffe auf hoher See, Zahlengruppen verschlüsselter Wetterberichte oder Pressedienste senden. Für solche „kommerziellen Funkdienste“ sind Kurzwellen besonders geeignet, weil man schon mit Sendern, deren Leistung nur den Bruchteil der gewöhnlichen Mittelwellensender beträgt, sehr große Entfernungen überbrücken kann.

Während Mittelwellensender nur ein bestimmtes Land versorgen können und bestenfalls ein paar hundert Kilometer weit reichen, kann man auf Kurzwelle von einem Kontinent zum anderen funken. Im Gegensatz zu Mittelwellen, die sich entlang der Erdoberfläche ausbreiten und deshalb bald totlaufen (sogenannte Bodenwellen), verlassen Kurzwellen die Sendeantenne schräg nach oben und werden dann von den elektrisch geladenen obersten Luftschichten auf weit entfernte Gebiete der Erdoberfläche zurückgeworfen (sogenannte Raumwellen). Du brauchst dich also nicht zu wundern, wenn du plötzlich eine Sendung aus Afrika oder Asien empfangst.

Andererseits hört man aber einen Kurzwellensender in seiner näheren Umgebung nicht, weil er sozusagen über die Köpfe seiner Nachbarschaft hinweg in den Himmel strahlt. Deshalb ist jeder Kurzwellensender von einer sogenannten „toten Zone“ umgeben. Seine Bodenwelle ist sehr schwach und reicht nur wenige Kilometer weit.

Die Verteilung der Rundfunkbänder auf verschiedenen Stellen des Kurzwellenbereiches hat ihren Grund darin, daß die Reichweiten auf verschiedenen Wellenlängen sehr voneinander abweichen können. Das liegt einmal am unterschiedlichen Abstrahlungswinkel. Andererseits hängt die Reichweite der Raumwellen aber auch mit der Höhe der zurückwerfenden, leitenden Luftschichten zusammen. Diese Höhe ändert sich, weil die Leitfähigkeit der obersten Luftschichten davon abhängt, wie lange die Lufthülle an der betreffenden Stelle der Sonneneinstrahlung ausgesetzt war.

Jetzt wirst du verstehen, warum Kurzwellensender nicht mit immer gleichbleibender Lautstärke zu hören sind, sondern zu gewissen Tageszeiten ganz verschwinden, die Empfangsmöglichkeiten sich also nach Tageszeit, Jahreszeit und Lage von Sende- und Empfangsort ändern. Liegen Sende- und Empfangsort z. B. beide auf der nördlichen Halbkugel der Erde, so ist im Sommer für große Entfernungen das 19-m-Band gut geeignet, sofern zwischen beiden Orten Tag ist, während das 25-m-Band geeigneter ist, falls sich die Dämmerungszone zwischen beiden Orten befindet bzw. das 31-m-Band, wenn beide Orte im Dunkeln liegen und die Entfernung nicht gar zu groß ist. Im Winter verschiebt sich dies alles zu den längeren Kurzwellen hin, wobei dann etwa das 41-m-Band die Rolle des 31-m-Bandes übernimmt. Das 49-m-Band ist mehr für den Empfang innereuropäischer Sender geeignet.

20. Wir hören Kurzwellenamateure

Sicher verspürst du jetzt Lust, auch einmal zu senden und dich mit anderen Amateuren in verschiedenen Erdteilen über Funk zu unterhalten. Dieser Wunsch war schon in vielen jungen Leuten lebendig, seit die ersten Funksender erfunden wurden, und ihm verdankt die Menschheit eigentlich die Erschließung der Kurzwellen. In den Anfangszeiten der Funktechnik glaubte man nämlich — getäuscht von der toten Zone —, daß Kurzwellen sich für die Funkerei überhaupt nicht eignen. Man überließ ihre Benutzung deshalb den Liebhabern der Funktechnik, die zum Vergnügen Funkgeräte bastelten. Bis eines Tages zwei Amateure aus verschiedenen Kontinenten trotz geringer Sendeleistung (nur eine einzige Röhre!) Verbindung miteinander bekamen. Seitdem ist viel Zeit vergangen und die Fernmeldebehörden haben alle verfügbaren Wellenlängen für verschiedene Zwecke aufgeteilt. Das Senden ist ohne Lizenz verboten, und das Schwarzsenden wird streng bestraft. Eine Möglichkeit ist jedoch geblieben: Den Amateuren wurden einige schmale Bänder überlassen, auf denen sie ihrem Hobby nachgehen dürfen. Natürlich darf dort nicht jeder einfach senden, das wäre zu gefährlich. Wer nämlich zu wenig von der Sache versteht, kann großen Schaden anrichten, wenn er unabsichtlich z. B. den Funkverkehr oder das Radar eines landenden Flugzeuges

stört, das dann seine Orientierung verliert und vielleicht sogar abstürzt. Wer aber etwas versteht und die Prüfung bei der Bundespost besteht, erhält daraufhin eine Sendelizenz. Wenn er sich an die geltenden Regeln hält, kann er dann nach Herzenslust funken. Wahrscheinlich bist du noch etwas zu jung; denn 18 Jahre alt muß man für die Zulassung zu dieser Prüfung schon sein. Aber du kannst die Zeit ja nutzen und inzwischen alles lernen, was in dieser Prüfung verlangt wird. Vor allem kannst du schon jetzt die Amateure auf ihren Bändern belauschen. Auf deinem Empfänger kannst du das 40- und das 80-m-Band abhören, welche neben weiteren Bändern den Amateuren überlassen wurden.

Ein Teil des Amateurfunks wird jedoch nicht als Sprechfunk, sondern als Telegrafie mit Morsezeichen abgewickelt. Aus Kapitel 13 „Rückkopplung“ weißt du ja bereits, daß der Pfeifton eines Senders viel weiter reicht als sein Sprache. Deshalb senden viel Amateure „unmoduliert“, also nur die reine HF aus, die sie im Takt von Morsezeichen tasten. Wie du schon gemerkt hast, wird die reine HF eines Senders im Empfänger zu einem Pfeifton, wenn man die Rückkopplung ein klein wenig überzieht, und so kannst du die Telegrafiesender der Amateure in deinem Empfänger hörbar machen.

Natürlich mußst du dazu auch das Morsealphabet kennen, das übrigens auch in der Prüfung verlangt wird; denn Amateure senden mit einer Geschwindigkeit von mindestens 60 Morsezeichen in der Minute. Man lernt Morsezeichen am leichtesten, wenn man jeden Tag einige Sätze gedruckten Textes in Morsezeichen überträgt und diese Aufzeichnung am nächsten Tag wieder zu lesen versucht. Nach etwa drei Wochen braucht man dann nicht mehr nachzusehen und kann — wenn auch erst langsam — morsen. Hier das Morsealphabet:

- e	— t
-- i	— — m
--- s	— — — o
---- h	— — — — ch

Für die folgenden Buchstaben werden Striche und Punkte gemischt verwendet:

— — n	-- a	---- l	--- r	---- w
--- d	--- u	---- f	--- k	--- g
---- b	---- v			

Schwer zu behalten sind die letzten und selteneren:

--- — ü	---- ä	--- — j
---- x	---- c	--- — y
---- z	---- p	--- — q
		--- — ö

Zahlen und Zeichen:

1 - - - - -	6 - - - - -	Fragezeichen - - - - -
2 - - - - -	7 - - - - -	Punkt - - - - -
3 - - - - -	8 - - - - -	Komma - - - - -
4 - - - - -	9 - - - - -	Spruchanfang - - - - -
5 - - - - -	0 - - - - -	Spruchende - - - - -

Ankündigung zum Bruch (zur Trennung von voraufgehenden Zahlen) - - - - -

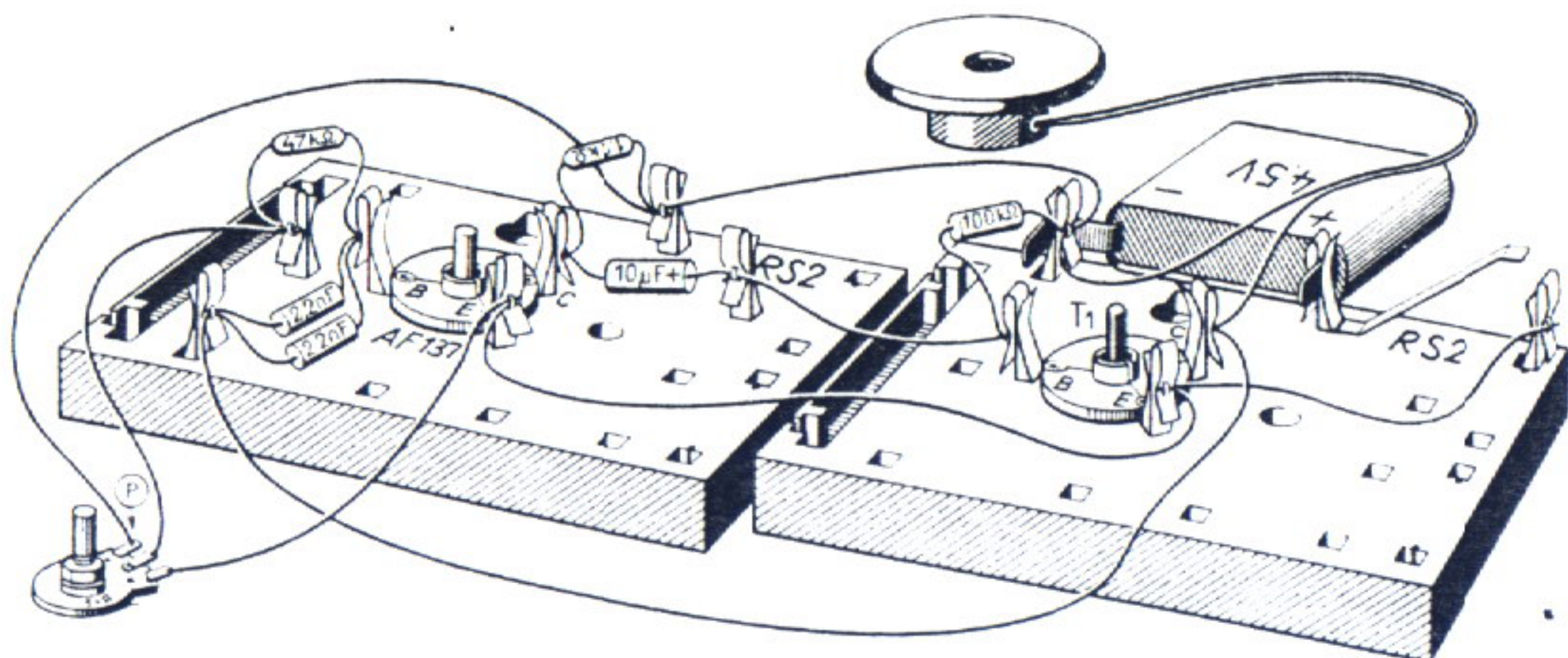
Bruchstrich - - - - - Bindestrich - - - - - Doppelstrich - - - - -

Warten - - - - - Verstanden - - - - - Kommen - - - - -

Irrung - - - - - (8 Punkte).

21. Ein Tonsummer

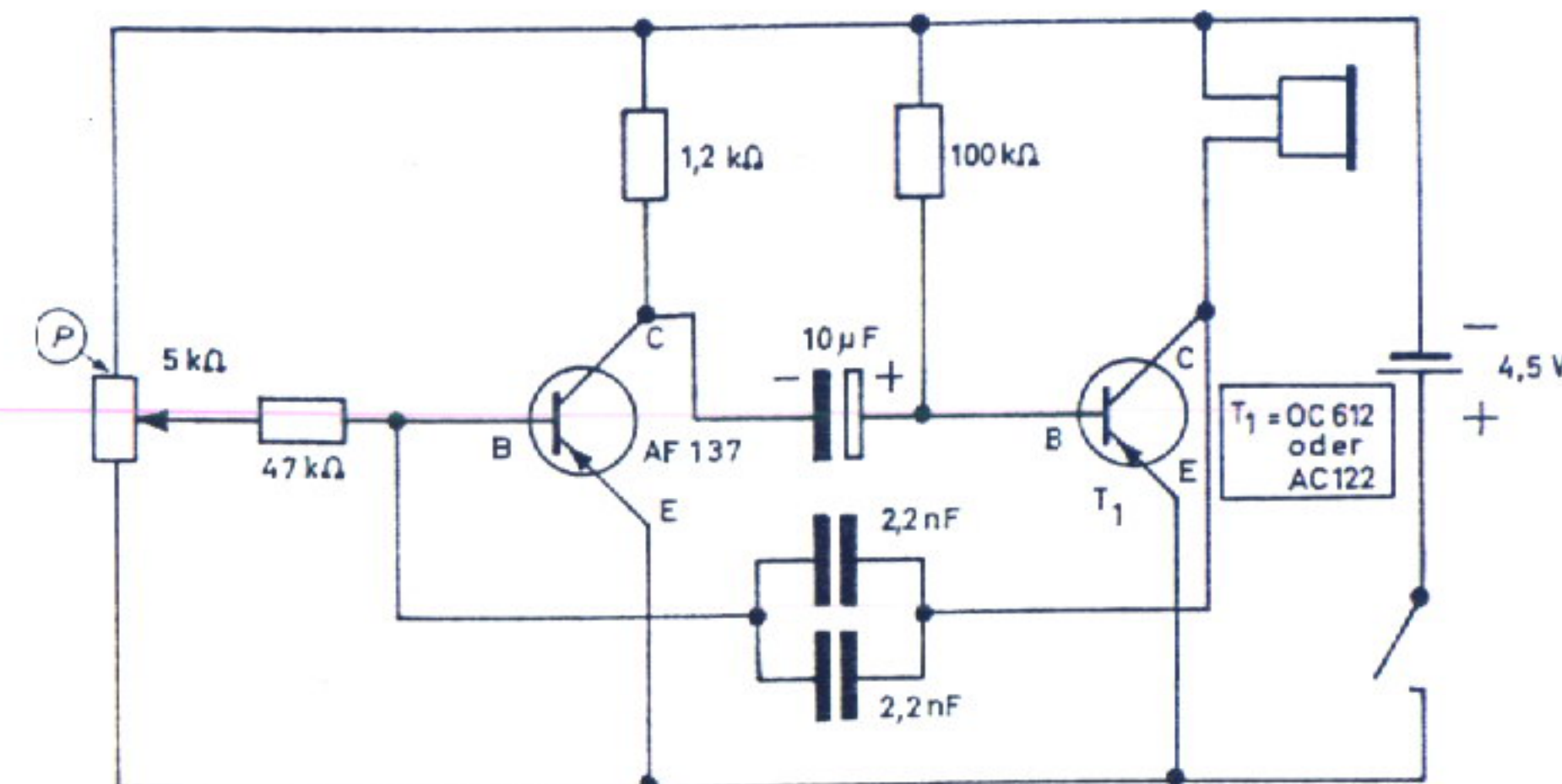
Damit du die Morsezeichen nun auch üben kannst, wollen wir einen Tonsummer bauen. Den Aufbau kannst du der Abbildung entnehmen.



Das Potentiometer dient hier nicht als Laustärkeregler, sondern gestattet eine Veränderung der Tonhöhe. Der Fachmann nennt diese Schaltung „astabilen Multivibrator“, und du wirst von deinen Freunden bewundert werden, wenn du nicht nur den Fachausdruck kennst, sondern auch erklären kannst, wie diese Schaltung funktioniert.

Sobald du die Taste drückst, wird der Pluspol der Batterie mit dem Emitter des T_1 verbunden, und durch den Transistor T_1 beginnt Strom zu fließen. Weil der Strom zu steigen beginnt, ändert sich die Aufteilung der Batteriespannung zwischen Kopfhörer und Transistor so, daß die Spannung am Col-

lector des T_1 sinkt. Die beiden parallelgeschalteten 2,2-nF-Kondensatoren übertragen diese Spannungsänderung auf die Basis des AF 137, wodurch der AF 137 gesperrt wird. Nun lädt sich der 10- μ F-Elektrolytkondensator voll auf.



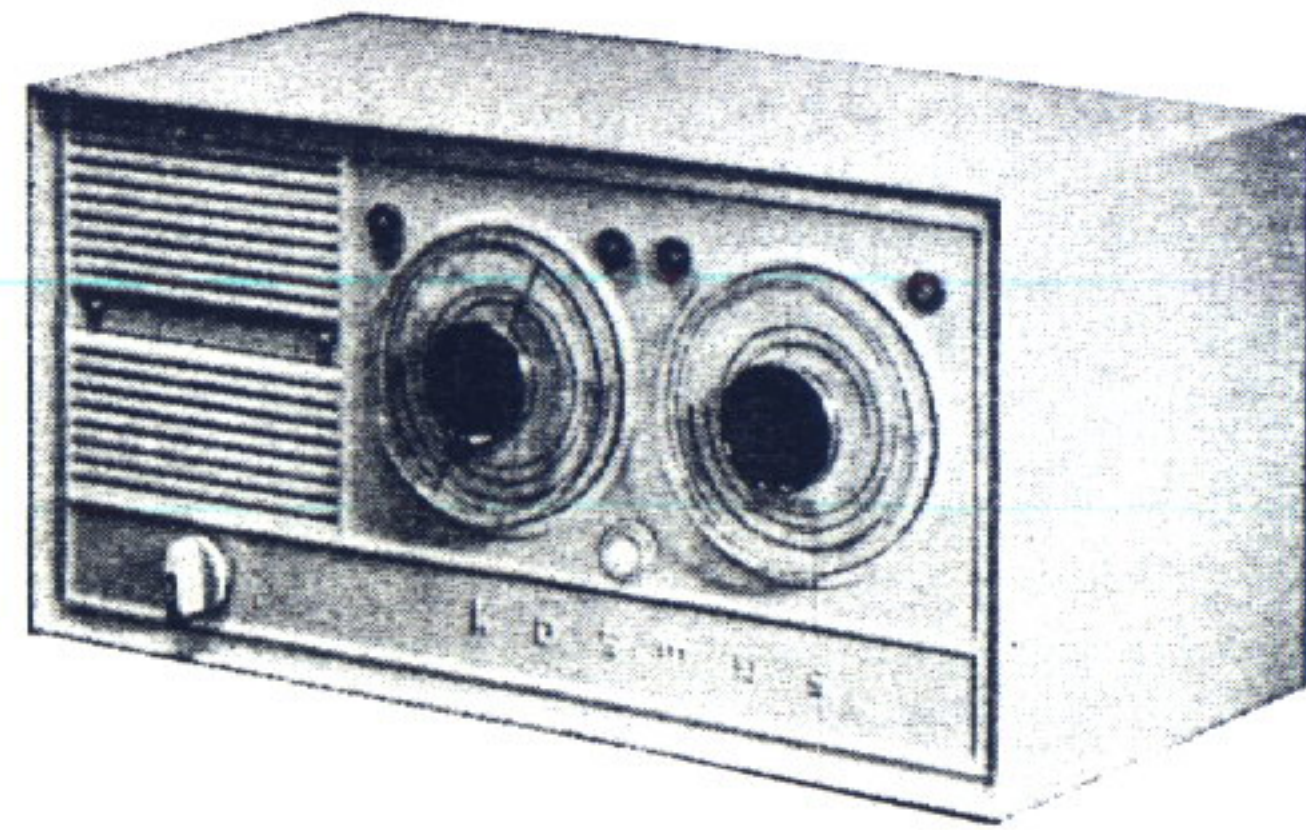
Sobald die beiden 2,2-nF-Kondensatoren sich über den 47-k Ω -Widerstand soweit entladen haben, daß die Basis des AF 137 gegenüber dem Emitter negativ wird, öffnet der AF 137 wieder. Dadurch beginnt derselbe Vorgang in umgekehrter Richtung: Jetzt sinkt die Spannung am Collector des öffnenden AF 137, und diese Spannungsänderung teilt sich über den 10- μ F-Elektrolytkondensator der Basis T_1 mit, der daraufhin sperrt. Jetzt laden sich beide 2,2-nF-Kondensatoren voll auf. Sobald sich der 10- μ F-Elektrolytkondensator über den 100-k Ω -Widerstand genügend entladen hat, öffnet T_1 wieder, und der ganze Ablauf beginnt von vorn.

So oft T_1 geöffnet ist, fließt Strom durch den Kopfhörer, dessen Membran dann angezogen wird. Da das mehrere hundert Mal in jeder Sekunde geschieht, hören wir einen Summton, dessen Höhe sich ändert, wenn wir durch Verstellen des Potentiometers die Sperrzeit des AF 137 und damit die Häufigkeit der Stromstöße im Kopfhörer verändern.

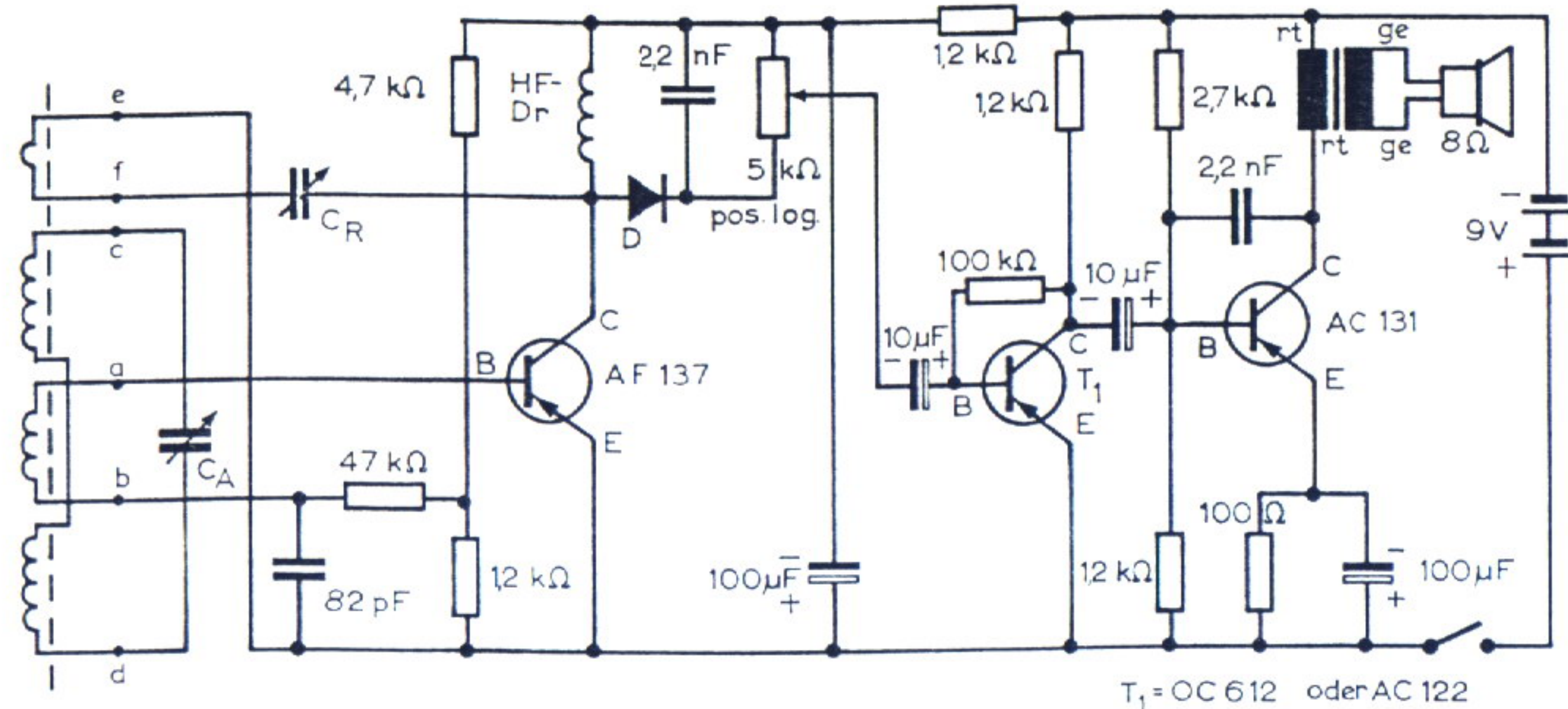
Zusammenfassend kann man sagen, daß sich beide Transistoren gegenseitig abwechselnd ein- und ausschalten.

II. Versuche mit RADIOMANN, RADIOMANN-ZUSATZ HF und RADIOMANN-ZUSATZ NF

In dem folgenden Kapitel wird hauptsächlich beschrieben, wie sich die im ersten Teil dieses Anleitungsbuches durchgeführten Versuche mit dem RADIOMANN-ZUSATZ-NF erweitern lassen. Die Kenntnis der entsprechenden Grundversuche aus dem ersten Teil dieses Anleitungsbuches wird deshalb vorausgesetzt und ist zum Gelingen der folgenden Versuche unbedingt nötig.



22. Einfacher 3-Transistor-Empfänger

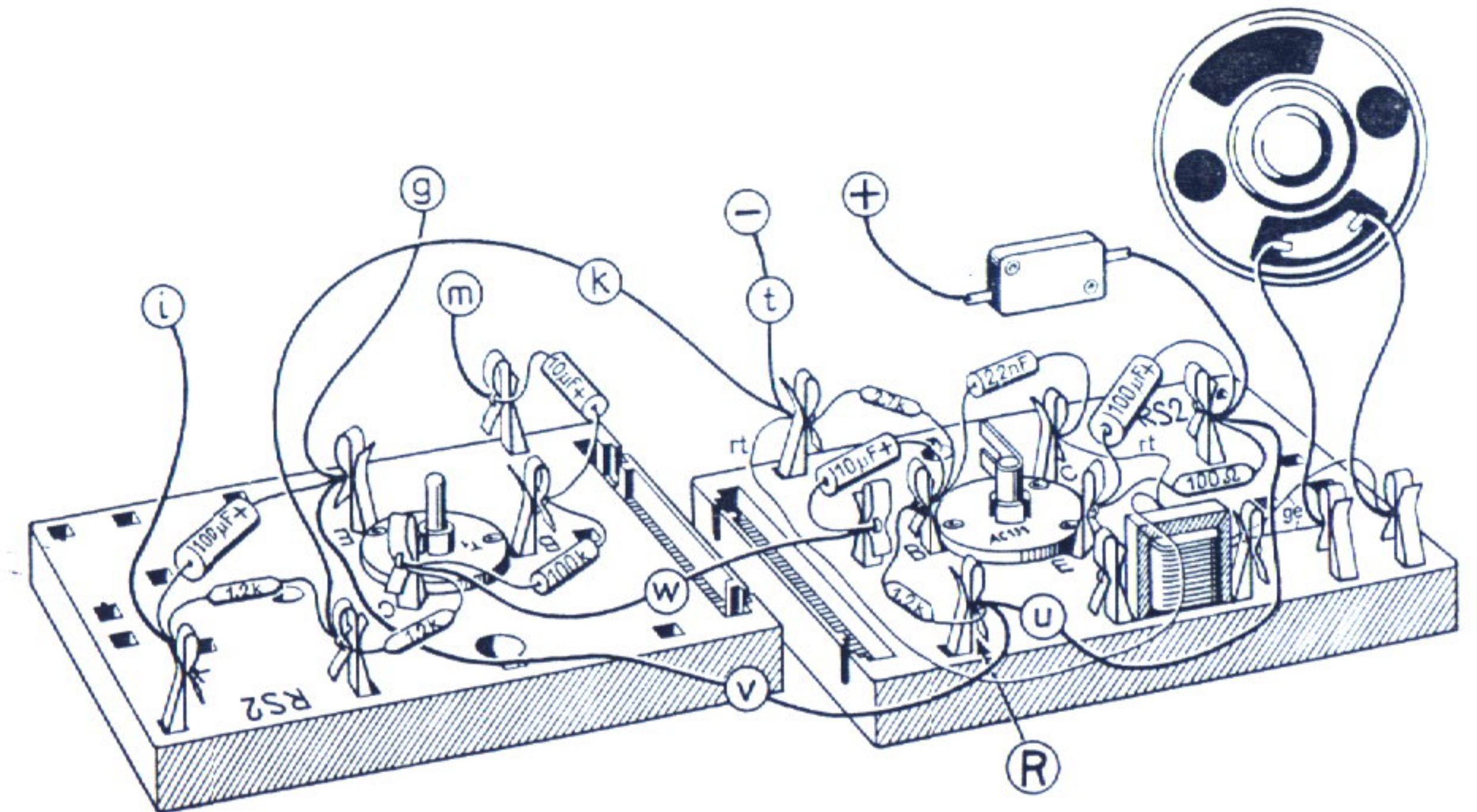


Anmerkung zur Rückkopplung: Um das Schaltbild übersichtlich zu halten, wurden die Rückkopplungswindungen nicht auf das Stabende, auf welches wir sie nachher wickeln werden, sondern auf das entgegengesetzte Ende gezeichnet.

Wenn wir das Schaltbild betrachten, sehen wir, daß nicht nur der Empfänger aus den Kapiteln 12, 13 und 14 mit einer Leistungsverstärkerstufe zusammengeschaltet wurde, sondern daß die Minusleitung zur ersten Stufe durch einen 1,2-k Ω -Widerstand führt, dessen eine Seite über 100 μ F mit Masse verbunden ist. Dieser Elektrolytkondensator lädt sich voll auf und gleicht kurzzeitige Spannungsschwankungen, die vor dem 1,2-k Ω -Widerstand auftreten können, an dessen anderer Seite aus, indem er dann etwas von seiner Ladung abgibt. Gleich nach Ende der Spannungsschwankung lädt er sich wieder auf. Besteht die Spannungsschwankung nicht aus einer Spannungsabnahme, sondern einer Spannungszunahme, macht er es umgekehrt: Sie wird von ihm verschluckt, weil er etwas mehr Ladung aufnimmt, die er anschließend wieder abgibt. Zusammen mit dem Widerstand nennt man den Elektrolytkondensator „Siebglied“ (manchmal auch „Entkopplungsglied“); denn er siebt sozusagen die Spannungsschwankungen aus und entkoppelt dadurch die vom Widerstand getrennten Stufen. Wozu brauchen wir so ein Siebglied?

Die hohe Verstärkung eines 3-stufigen Verstärkers macht es nötig, die Stromversorgung der ersten Stufe so von vorangehenden Stufen zu trennen. Sonst kann es vorkommen, daß winzige Betriebsspannungsschwankungen, die durch das Arbeiten der letzten Stufe verursacht werden, an den Ausgang der ersten Stufe und von dort zur Basis der zweiten Stufe gelangen. Nach Verstärkung durch die zweite und dritte Stufe würden sie dann die auslösende Spannungsschwankung noch vergrößern. Die zunächst kleine Spannungsschwankung würde sich dadurch immer weiter aufschaukeln, bis der Verstärker — ähnlich wie im Kapitel 21 beschrieben — als Schwingungserzeuger arbeitet, was zu Pfeif- oder Tuckergläuschen im Lautsprecher führt.

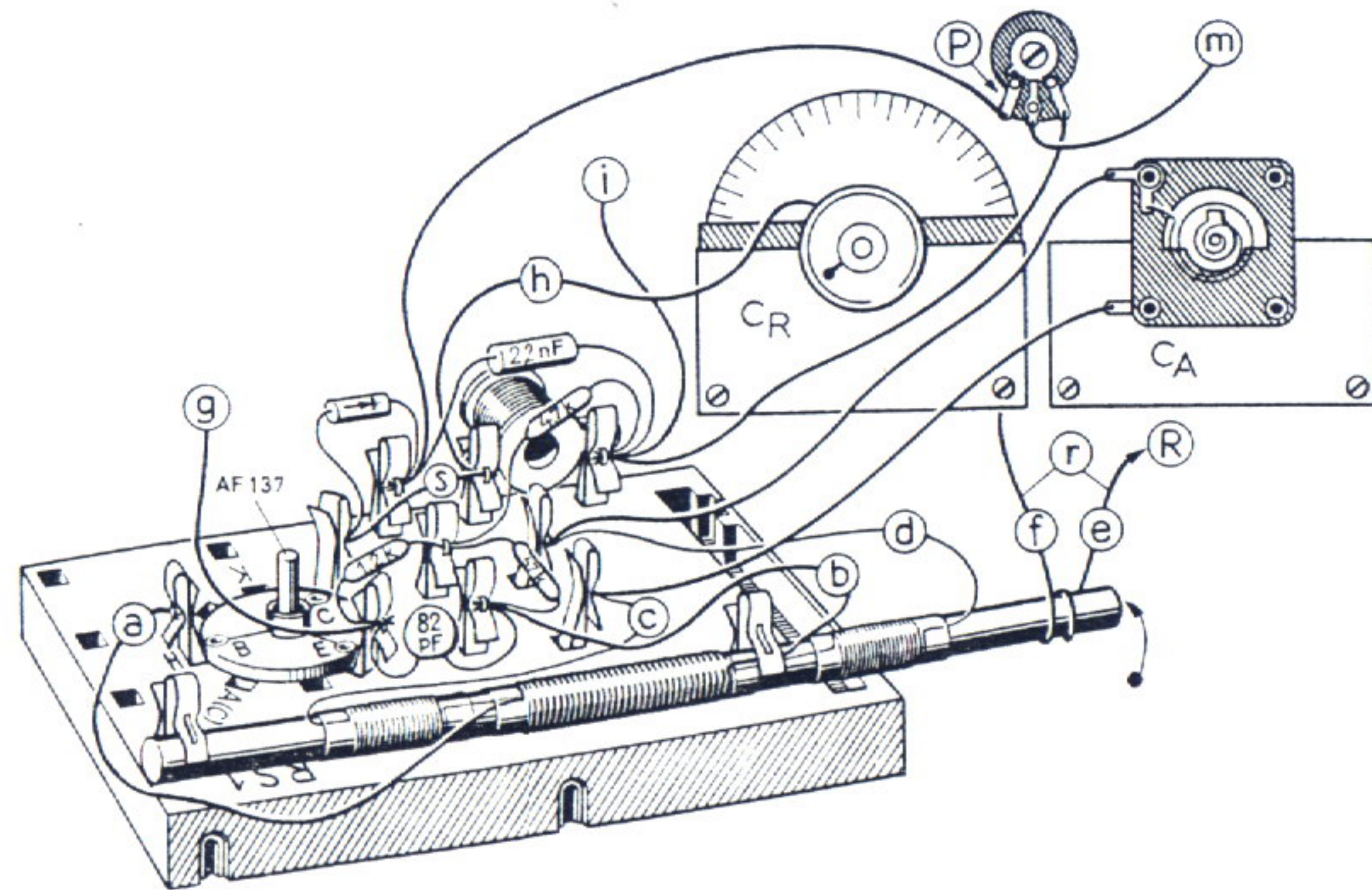
Die folgenden Abbildungen geben den Aufbau der verschiedenen Platten



wieder, die schon so hergerichtet sind, daß sich ins Gehäuse einbauen lassen. Wir bauen das Gerät jedoch zuerst außerhalb des Gehäuses zusammen, um es vor dem Einbau probieren zu können. Wie du siehst, ist der Ferritstab jetzt anders herum auf die Platte RS 1 montiert.

Von den Versuchen im ersten Teil her wirst du wissen, ob du die Antennenwicklung brauchst. Wenn du eine besonders schlechte Empfangslage hast, kannst du sie ja anbringen.

Die Anordnung der Klemmen weicht von der in Kapitel 12 beschriebenen etwas ab, weil der Abstimmtrieb jetzt ja anders montiert wird. Die Rück-



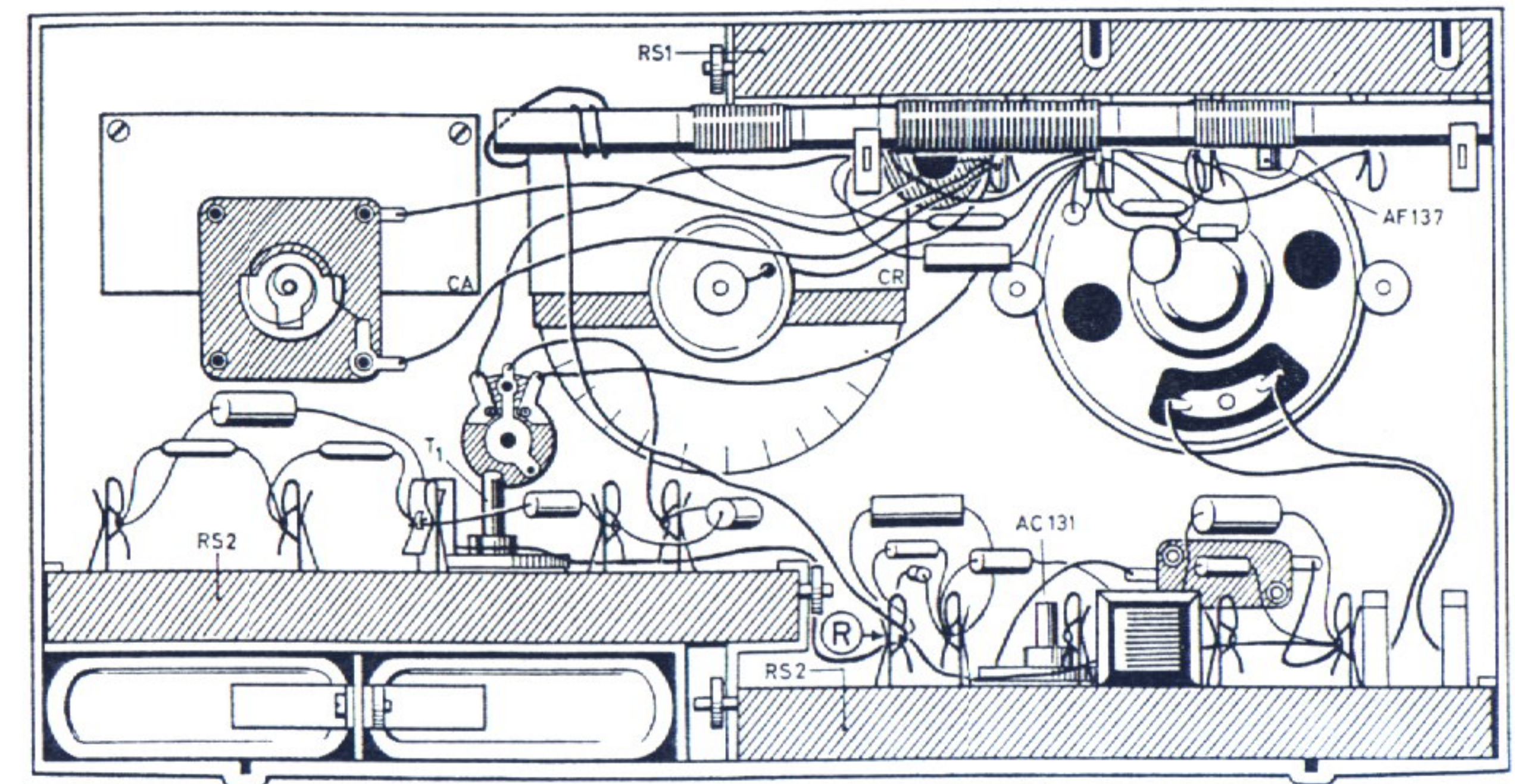
kopplung läßt du zunächst weg und schließt sie erst an, wenn du das Gerät im Gehäuse montierst.

Dazu wollen wir das Gehäuse jetzt vorbereiten. Zunächst brechen wir das kleine Mittelplättchen aus dem Loch heraus, durch das wir später die Achse des Abstimmtriebs stecken wollen, indem wir es um seine Anspritzstege drehen. Dann montieren wir den Abstimmtrieb von hinten gesehen ganz links mit zwei Rändelmutter 6. Drehkondensator 23, der als Rückkopplungsdrehkondensator dienen soll, wird in der Mitte neben dem Lautsprecher montiert, wie es in Kapitel 25 und 26 des RADIOMANN-ZUSATZES NF beschrieben ist.

Nun bereiten wir den Durchbruch für den Lautstärkereglern vor. Wir halten dazu das noch leere Gehäuse mit der Innenseite gegen das Licht, so daß wir von vorn den Umriß der vorbereiteten Öffnung, die Ähnlichkeit mit einem

kopfstehenden Schlüsseloch hat, zwischen den Skalenvertiefungen durchschimmern sehen. In diesen Umriß stechen wir von außen mit der Spitze einer Nagelschere oder eines spitzen Küchenmessers (kein zusammenklappbares Taschenmesser verwenden!) kleine Löcher nebeneinander, bis sich die so umrandete Stelle ins Gehäuse hineindrücken läßt. Dann wird der Rand glattgeschabt.

Auf der nächsten Abbildung siehst du, wie der fertig montierte Empfänger von innen aussieht. Über das Einsetzen von Batterien und Befestigen der Platten kannst du in den Kapiteln 21 und 28 des Anleitungsbuches zum RADIOMANN-ZUSATZ NF nachlesen.



Die Platte mit dem Leistungstransistor AC 131 wird (von hinten gesehen) rechts unten, die mit der NF-Vorstufe links unten über die Batterien eingeschoben.

Der Lautstärkereglern läßt sich am besten montieren, wenn er bereits mit der Platte RS 1 verbunden ist (Anschluß „m“ wird nachträglich an die Vorstufenplatte geklemmt). Zum Einbau des Lautstärkereglers schraubst du zunächst seine Befestigungsmutter ab. Dann stellst du das Radiogehäuse auf den Kopf; denn so läßt sich die Platte RS 1, an welcher der Lautstärkereglern jetzt hängt, leicht in den dafür vorgesehenen Einschub schieben, der sich bei dieser Lage des Gehäuses links unten befindet. Nun steckst du die Achse des Lautstärkereglers von innen durch die dafür vorbereitete Öffnung. In dieser

Gehäuselage sollen die drei Anschlüsse nach unten zeigen, weil der Lautstärkeregler an der Seite des mittleren Anschlusses auf dem Gewindeabschlußrand eine vorstehende Nocke hat. Diese soll in die viereckige Ausbuchtung des Gehäuseloches eingreifen, damit sich der Lautstärkeregler nicht mitdrehen kann, wenn an seiner Achse gedreht wird. Nachdem du den Lautstärkeregler durch Aufschrauben der Mutter in der richtigen Lage befestigt hast, kannst du die Platte RS 1 ganz einschieben und mit einer Halbrundschraube 5 sowie einer Rändelmutter 6 befestigen. Zum Schluß schließt du die Leitung „m“ an, was leichter geht, wenn du das Gehäuse wieder umdrehst, die NF-Vorstufenplatte nochmals lockerst und etwas herausziehst.

Nachdem alle drei Platten befestigt und mit Ausnahme der Rückkopplung angeschlossen sind, wird der Drehknopf 4 auf der Achse des Lautstärkereglers befestigt. Dazu wird der Lautstärkeregler so eingestellt, daß die auf der Stirnseite seiner Achse befindliche Kerbe senkrecht steht. In dieser Stellung wird der Drehknopf so aufgesteckt, daß der Markierungspunkt oben in der Mitte steht. In dieser Lage wird die Madenschraube, die sich jetzt an der unteren Hälfte des Knopfrandes befindet, festgeschraubt. Sie steht weit genug vor, um sie mit einer Ecke der Tasterfeder festziehen zu können, falls du keinen passenden Schraubenzieher besitzt.

Nun kannst du die Skalen aufkleben. Vom beiliegenden Bogen mit Ausschneideskalen schneidest du zuerst die eine der beiden gleichen Skalen als Rückkopplungsskala aus (die zweite ist als Ersatz gedacht). Der kleine Mittelkreis, durch den die Achse führen soll, muß ebenfalls sauber ausgeschnitten werden. Würdest du nämlich die Achse nur durchdrücken, so könnte sie manchmal das metallisierte Papier der Skala berühren, was laute Kratzgeräusche zur Folge haben würde. Diese Rückkopplungsskala wird von vorn gesehen auf die linke Skalenvertiefung geklebt (also neben den Lautsprecher). (Vorsicht! Klebstoffspritzer können auf dem Gehäuse matte Stellen hinterlassen. Alleskleber deshalb nicht auf das Gehäuse, sondern dünn auf die Skalenrückseite auftragen!)

Auf die rechte (äußere) Skalenvertiefung kommt die Abstimmkala für Mittel- und Kurzwelle. Du erkennst sie an den schwarz markierten Kurzwellenbändern „31 m“, „41 m“ und „49 m“ sowie den weiß gelassenen Feldern für die Amateurbänder 40 und 80 m (vergleiche Kapitel 19). Die vierte Skala brauchen wir jetzt nicht, sie gehört zum Versuch 27 aus dem RADIOMANN-ZUSATZ NF.

Endlich können wir die Rückkopplung anschließen. Die Rückkopplungsspule f—e wird aus Leitung „r“ gewickelt. Dazu wird ein Ende der 36 cm langen Leitung „r“ so bei der einen Befestigungsschraube des Rückkopplungsdrehkondensators mit untergeklemmt, daß eine leitende Verbindung entsteht. Dann wird die Leitung „r“ zweimal so um den Ferritstab geschlungen, wie es

auf der Aufbauabbildung der Platte RS 1 zu sehen ist. Dabei ist der Wicklungssinn besonders zu beachten. Das Ende „R“ wird mit der Klemmfeder verbunden, die auf der Aufbau-Abbildung der NF-Verstärkerplatten entsprechend gekennzeichnet ist. Nun wird die Leitung „h“, die noch von vorhin am Drehknopf des Rückkopplungsdrehkondensators angeschlossen sein wird (sonst vergleiche Montageanweisung Kapitel 13), angeschlossen. Dazu kannst du, um das Einfädeln zu erleichtern, die Platte RS 1 etwas herausziehen (Gerät dabei auf den Kopf stellen) und die betreffende Klemmfeder zum Einfädeln des Drahtes aus der Platte herausziehen und nach dem Einfädeln wieder einsetzen. Wenn alle eingefädelten Drähte von derselben Seite kommen, ist das nicht schwer.

Jetzt können die beiden Abstimmscheiben auf die Achsen gesteckt werden. Dabei kommt der flache Teil immer auf die angeflachte Stelle der Achsen. Während die eine Hand die Abstimmscheibe vorn auf die Achse drückt, muß die andere Hand hinten dagegen halten (beim Rückkopplungsdrehkondensator am innen befindlichen Drehknopf gedrückt).

Die Einstellung der Rückkopplungswindungen wird entsprechend Kapitel 13 möglichst mit frischen Batterien vorgenommen. Du drehst zuerst die Scheibe des Rückkopplungsdrehkondensators C_R ganz heraus (sieh zur Kontrolle hinten in das Gehäuse hinein, ob die ganze, mit Teilstrichen bedruckte Halbkreisscheibe sichtbar ist). Ist die Steckachse richtig montiert (vergleiche auch Kapitel 25 des Anleitungsbuches zum RADIOMANN-ZUSATZ NF), dann muß der Strich der Abstimmscheibe jetzt waagrecht stehen (linker Markierungsstrich auf 0°). Nun drehst du C_R auf 15° . Dabei darf die Rückkopplung noch in keiner Stellung des Abstimmkreises C_A einsetzen (vergleiche Kapitel 13 „Rückkopplung“). Tut sie es doch, so müssen die Rückkopplungswindungen weiter zum Stabende hin verschoben werden. Setzt sie dann immer noch nicht aus, so ist die Verlegung von Leitung „s“ oder „g“ ungünstig. Führt eine Änderung (Leitung nach hinten wegbiegen) nicht zum Ziel, so nimm statt zwei Rückkopplungs-Windungen nur eine.

Zur Gegenprobe stellst du fest, wie weit du C_R eindrehen muß, damit die Rückkopplung in irgendeiner Stellung von C_A einsetzt. Das sollte bei etwa 20° C_R -Stellung der Fall sein (C_A wird dabei etwa zwischen 25 und 35° stehen). Setzt die Rückkopplung erst ein, wenn C_R 25° oder mehr eingedreht ist, so müssen die Rückkopplungswindungen weiter auf den Stab geschoben werden. Ist die richtige Lage der Rückkopplungswindungen gefunden, kannst du sie mit Klebstreifen festlegen.

Nun kannst du die Rückwand einsetzen und das Gerät ausprobieren. Wie sich die Schaltung umbauen läßt, wenn sie dir nicht empfindlich genug ist, erfährst du in Kapitel 25 über den Reflexempfänger. Wie du das Gerät am besten bedienst, ist im nächsten Kapitel beschrieben.

23. Fernempfang

Wie die Rückkopplung arbeitet, weißt du ja bereits aus Kapitel 13. Hier noch einige Tips, wie du das Gerät am besten bedienst. Vor der ersten Inbetriebnahme oder, wenn sich die Rückkopplung einmal so verstellt hat, daß sie dauernd pfeift, überzeuge dich, ob der Rückkopplungsdrehkondensator C_R auch die richtige Grundstellung hat. Dazu stellt man die Markierungsstriche der linken Abstimmsscheibe waagrecht und überzeugt sich nach Abnehmen der Rückwand, ob im Innern des Empfängers jetzt die mit einer Teilung bedruckte Halbkreisscheibe des Rückkopplungsdrehkondensators C_R ganz zu sehen ist. Ist das nicht der Fall, so dreht man die Abstimmsscheibe solange linksherum, bis diese Stellung erreicht wird.

Nach Sonnenuntergang werden die Ausbreitungsverhältnisse der Mittelwellensender so gut, daß die Feldstärken vieler in- und ausländischer Sender in Deutschland zum Empfang mit unserem Gerät ausreichen. Die richtige Einstellung der Rückkopplung erhöht Lautstärke und Trennschärfe unseres Empfängers so, daß die Jagd nach entfernten Sendern ein spannendes Erlebnis wird. Der Erfolg hängt dabei ganz von der Geschicklichkeit ab, mit der die Rückkopplung bedient wird.

Rückkopplungsversuche beginnt man am besten beim Empfang von Sendern, die auf der linken Hälfte der Abstimmsskala (rechte Abstimmsscheibe) liegen. Man stellt zunächst einen Sender ein, der nur schwach zu hören ist. Dann dreht man vorsichtig an der linken Abstimmsscheibe (C_R) rechts herum (20 Teilstriche werden genügen), bis der Sender lauter wird. Dabei ist jedoch zu beachten, daß durch Betätigen der Rückkopplung der Sender auf der Abstimmsskala etwas verschoben wird, und die Sendereinstellung ein klein wenig nach rechts nachgestellt werden muß.

Es empfiehlt sich also, beide Knöpfe gleichzeitig mit beiden Händen zu bedienen.

Bei diesen Versuchen sollte der Lautstärkeregler ganz aufgedreht sein. Nach einiger Übung wird man Sender, die man in der Grundeinstellung der Rückkopplung noch garnicht hört, bereits mit etwas erhöhter Rückkopplungseinstellung aufsuchen.

Die Rückkopplung kann jedoch nur bis zu einem bestimmten Punkt, dem Rückkopplungseinsatz, aufgedreht werden. Darüber hinaus verschwindet der Empfang oder es treten Pfeifgeräusche auf, die auch in den Rundfunkgeräten der Nachbarn stören können.

Da der beste Empfang dicht vor diesem Einsatzpunkt zu bekommen ist, dreht man mit der linken Hand die Rückkopplung Teilstrich für Teilstrich weiter nach rechts, während man mit der rechten Hand die Abstimmsscheibe der Sendereinstellung, von der Stellung des gewünschten Senders ausgehend, su-

chend um wenige Teilstriche hin- und herdreht. Am Einsatzpunkt der Rückkopplung erhält man direkt links und rechts vom Sender, der ganz schmal liegt, zwei Pfeifstellen, zwischen denen der jetzt etwas dumpf klingende Sender zu hören ist. Um die günstigste Einstellung zu erreichen, muß man die Rückkopplung nun soweit zurücknehmen, daß das Pfeifen links und rechts neben dem Sender eben verschwindet. Dann geht man mit der Sendereinstellung auf Sendermitte.

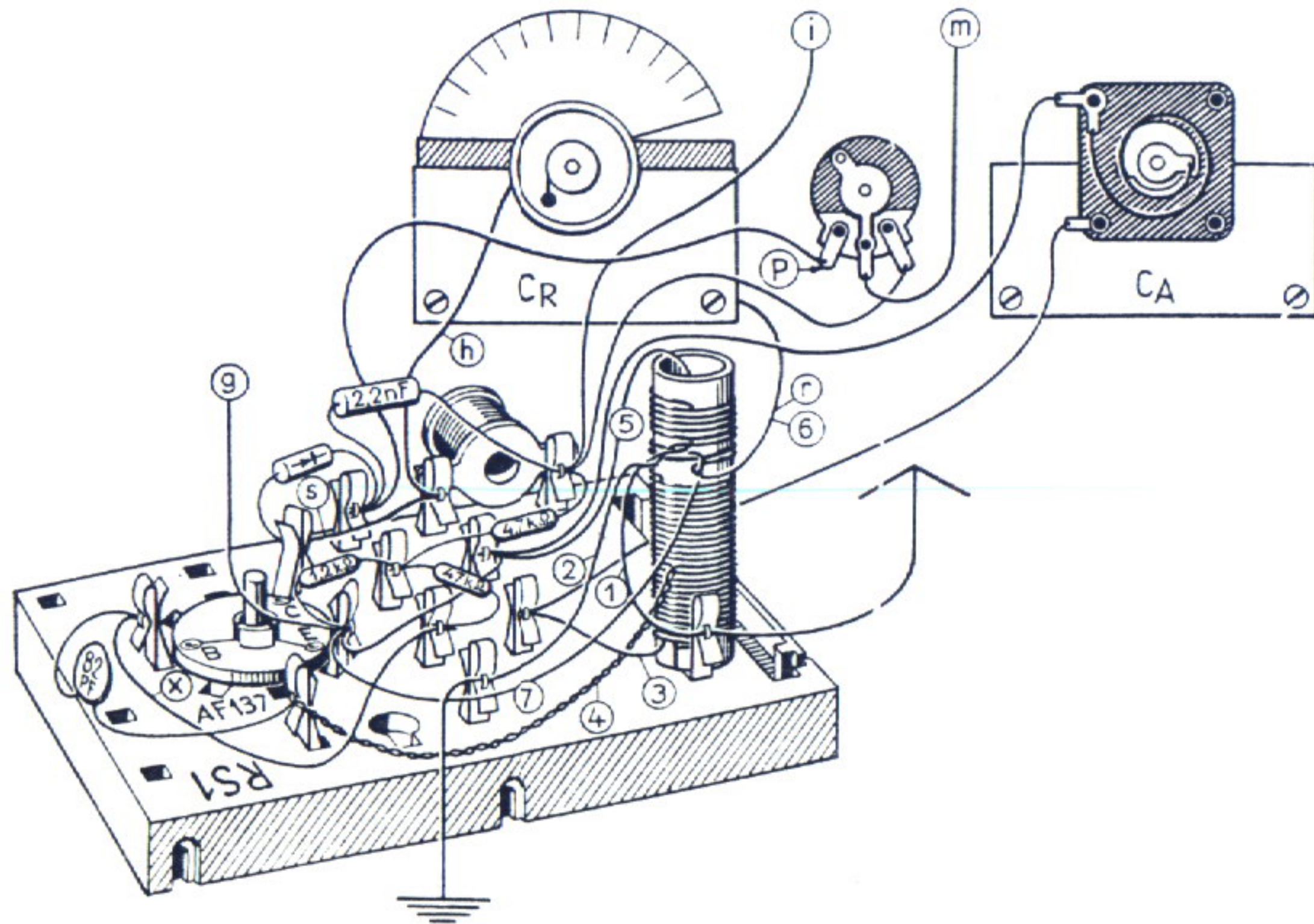
Schließlich prüft man, ob die mögliche Lautstärke vielleicht noch durch die Richtempfindlichkeit der Ferritantenne beeinträchtigt wird, indem man das Gerät langsam dreht, bis es quer zur ursprünglichen Stellung steht (vergleiche Kapitel 15). Hat man die günstigste Stellung erreicht, so stellt man die Rückkopplung nach dem obengenannten Verfahren nochmals neu ein. Jetzt sind größte Lautstärke und Trennschärfe erreicht.

Ist der Empfang zu laut, so regelt man am Lautstärkeregler zurück. Natürlich würde die Lautstärke auch zurückgehen, wenn man Rückkopplung oder Sendereinstellung verstellt. Dann würden jedoch Trennschärfe bzw. Klang ungünstig beeinflußt.

Leider liegt der Rückkopplungseinsatz für jeden Sender an einer anderen Stelle. Während bei Sendern, die in der linken Hälfte der Abstimmsskala aufgesucht werden, der Einsatzpunkt bei niederen Gradzahlen der C_R -Skala liegt, wandert er bei Sendern, die weiter rechts auf der Abstimmsskala liegen, ebenfalls nach rechts. Deshalb sollte man niemals versäumen, C_R in Grundstellung zurückzudrehen, wenn man von einem weit rechts auf der Abstimmsskala liegenden Sender auf einen viel weiter links gelegenen übergeht und C_R dann von der Grundeinstellung ausgehend neu einstellen. Es kann sonst passieren, daß man den völlig eingedrehten C_R für in Grundstellung befindlich hält und sich wundert, keinen Empfang zu bekommen. An dieser Stelle sei auf die Kapitel 13 „Rückkopplung“ und 14 „Empfang ohne Antenne“ hingewiesen.

24. Umbau auf Kurzwelle

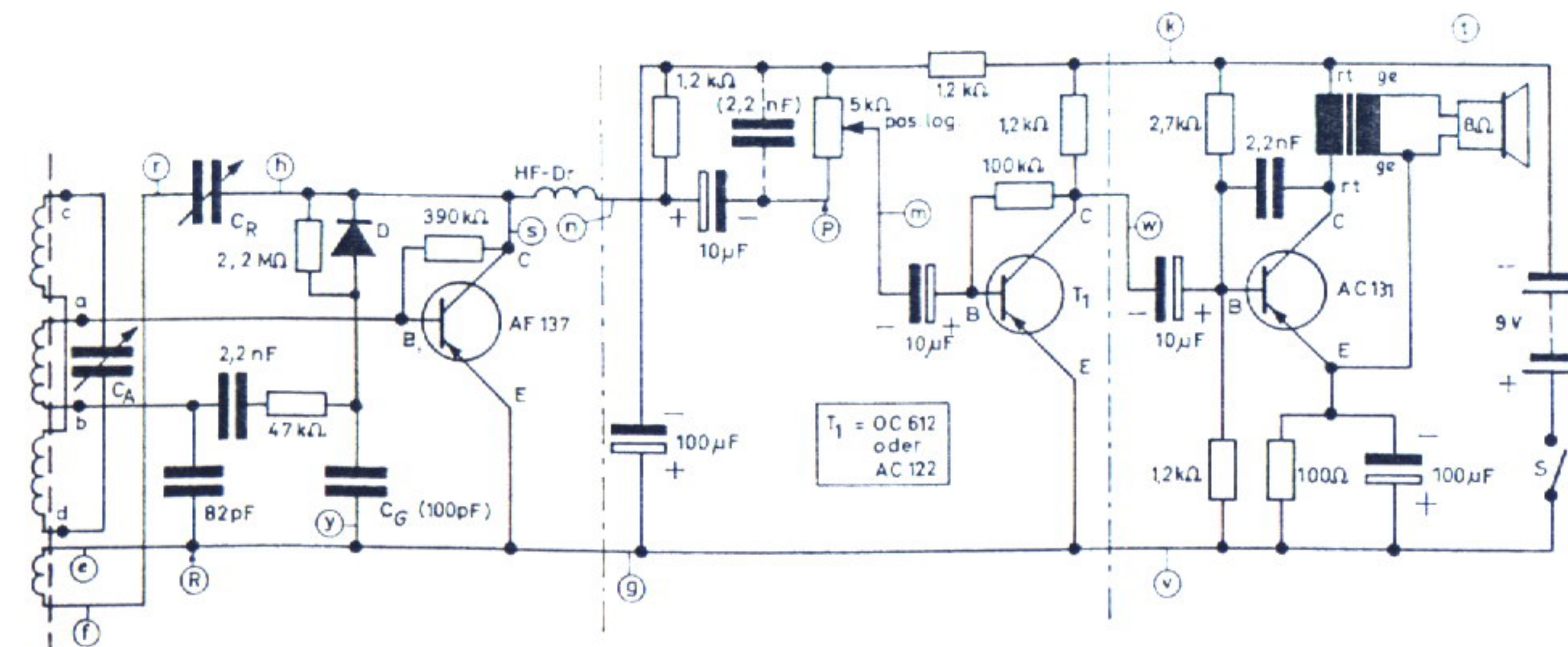
Es ist nicht schwer, unseren 3-Transistor-Empfänger aus Kapitel 22 für Kurzwellenempfang umzubauen. Dazu brauchen wir nur den Aufbau der Platte RS 1 abzuändern, wobei wir die Spule verwenden, deren Anfertigung in Kapitel 18 beschrieben wurde. Die Schaltung der Platte RS 1 entspricht dabei ganz genau der Schaltung, die der Kurzwellenempfänger in Kapitel 19 aufweist. Lediglich ist die NF-Verstärkung auf Lautsprecherwiedergabe erweitert worden und der Aufbau so abgeändert, daß ein Einbau der Platte in das Gehäuse möglich ist, während die Drehkondensatoren zuerst ja mit an der Platte RS 1 befestigt waren. Die Abbildung zeigt, wie die Platte RS 1 zum Einbau in das Gehäuse umgebaut werden muß.



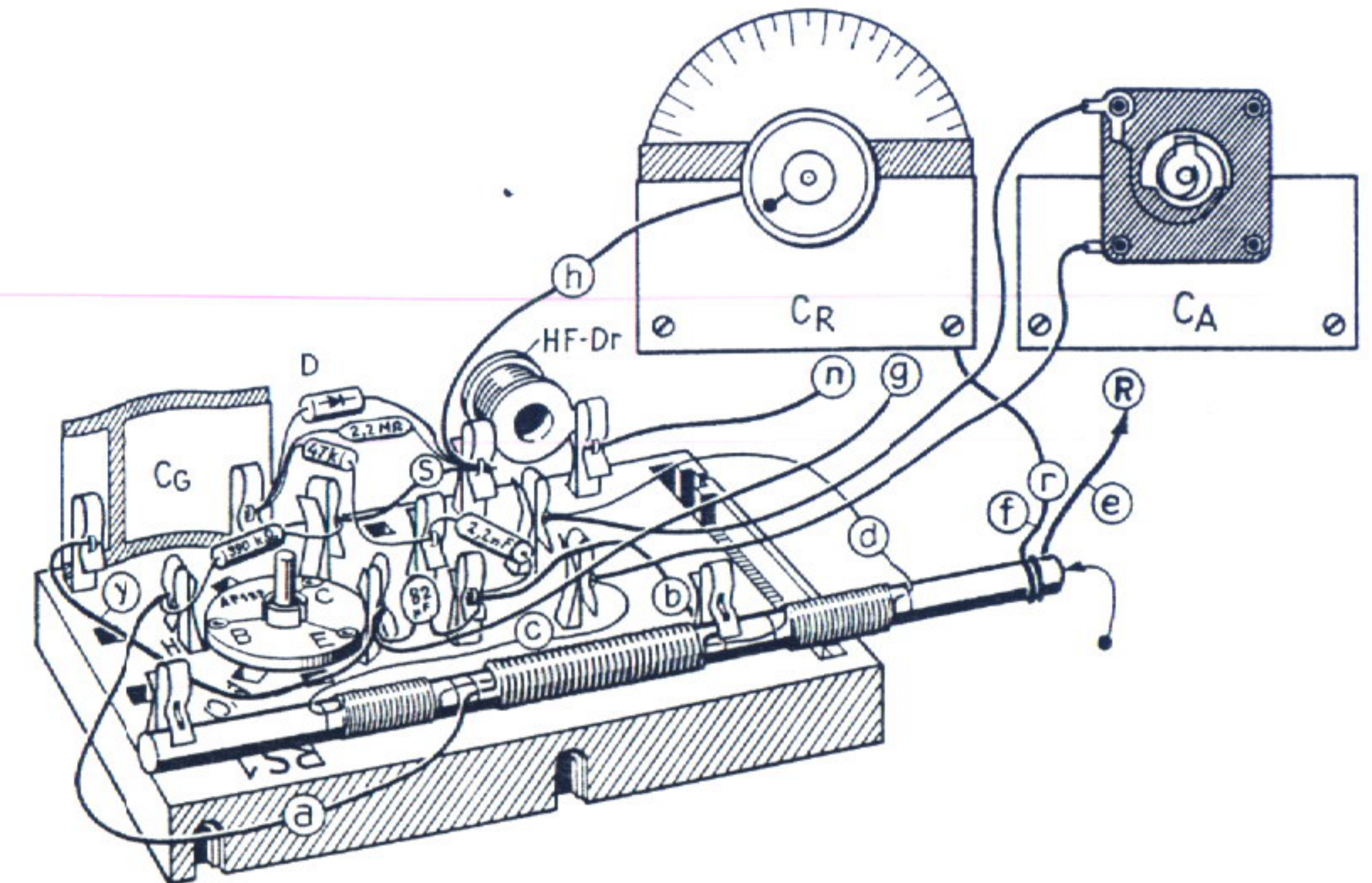
Alles Wissenswerte über Kurzwellenempfang kannst du den Kapiteln 18, 19 und 20 entnehmen.

25. Der 3-Transistor-Reflexempfänger geht am lautesten

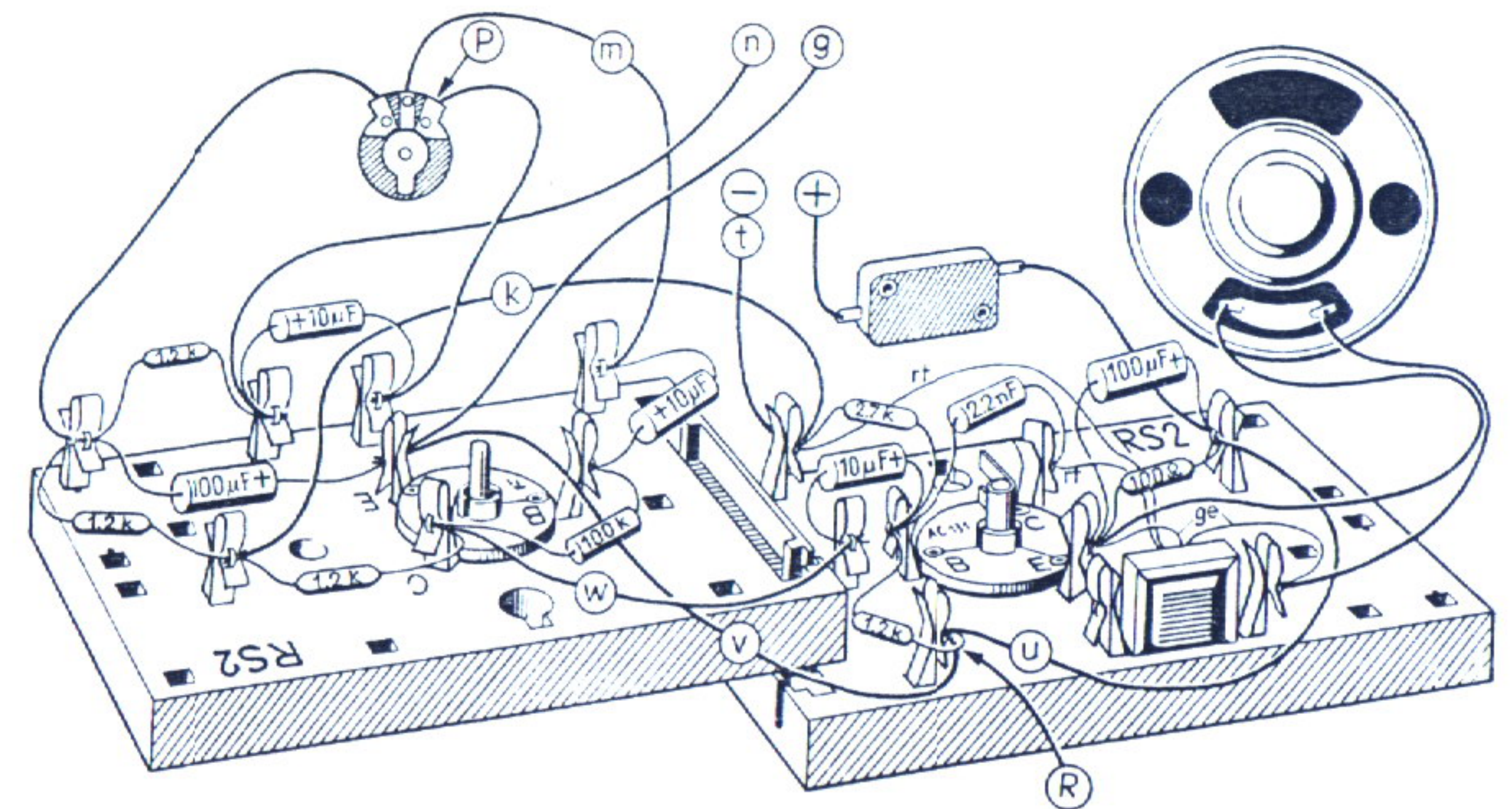
Natürlich kannst du auch den Reflexempfänger aus Kapitel 16 für Lautsprecherwiedergabe erweitern. Er wird lauter spielen als der 3-Transistor-Empfänger aus Kapitel 22. Wie du am Schaltbild erkennen kannst, ist auch hier eine Entkopplung mit dem Siebglied vor der ersten Stufe (auch Vorsiebung genannt) vorgesehen.



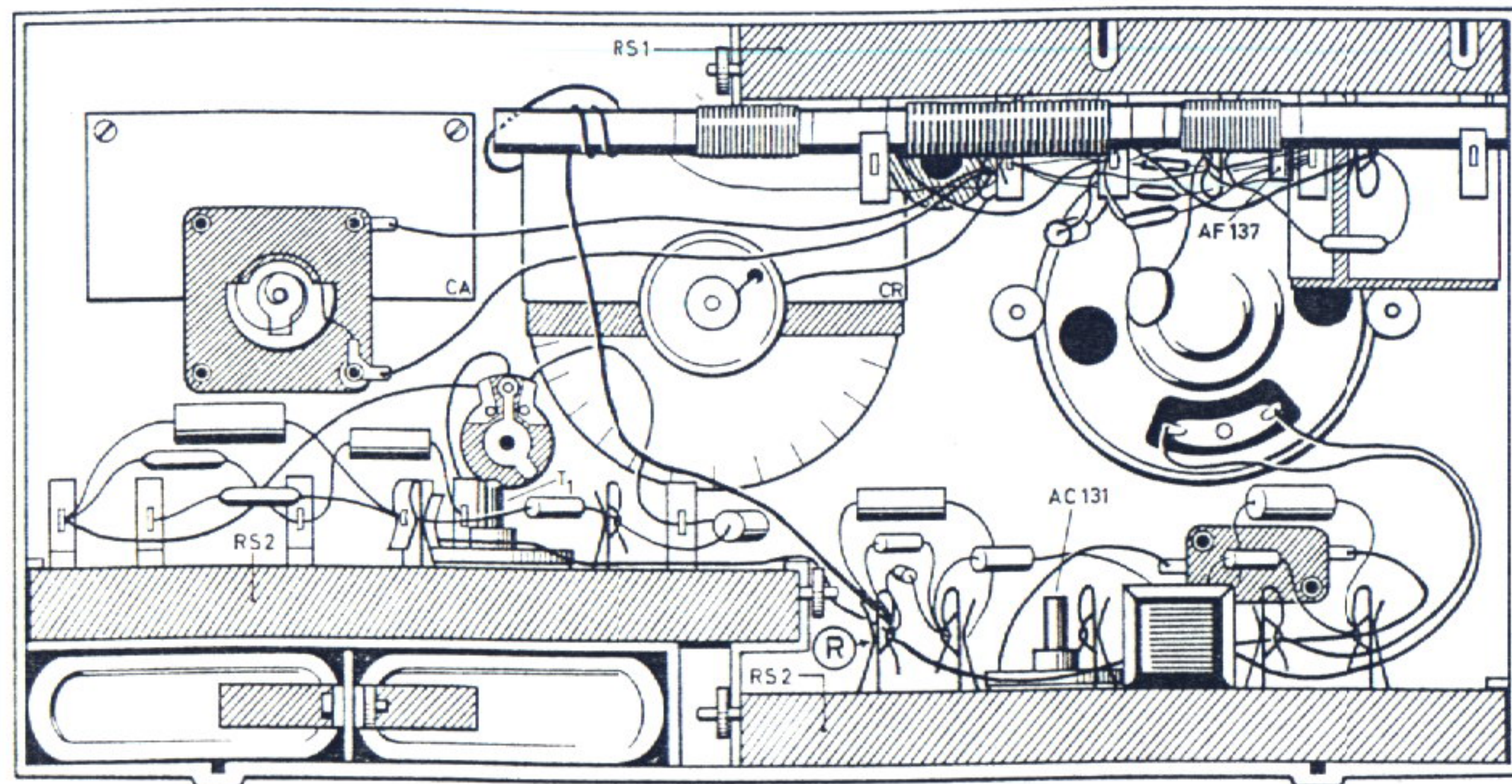
Die Strichpunkt-Linien im Schaltbild sollen deutlich machen, wie sich die Schaltung auf die verschiedenen Platten verteilt. Der Aufbau der Platte RS 1 hat sich gegenüber früher geändert, da wir jetzt mehr Schaltelemente unterzubringen haben.



Die nötigen Klemmfedern gewinnen wir durch eine geringe Verdrahtungsänderung der Leistungsverstärkerplatte. Aber auch der Aufbau der NF-Vorstufe hat sich durch den anderen Anschluß des Lautstärkereglers geändert. Wir bauen deshalb beide Platten für die NF-Verstärkung nach der folgenden Abbildung um.



Der Einbau entspricht dem in Kapitel 22 beschriebenen. Auch jetzt bauen wir das Gerät zunächst außerhalb des Gehäuses und ohne Rückkopplung zusammen. Nach dem Einbau in das Gehäuse wird dann auch die Rückkopplung dazugeschaltet. Wenn die Rückkopplung zu leicht einsetzt, beachte die Hinweise zum Einstellen der Rückkopplungswindungen in Kapitel 22! Die nächste Abbildung zeigt die Innenansicht des zusammengebauten 3-Transistor-Reflexempfängers.



Wenn sich die Lautstärke nicht ganz zurückregeln läßt, so löse den mit beiden 1,2-k Ω -Widerständen verbundenen Anschluß des Lautstärkereglers und verbinde ihn mit dem Emitter „E“ des Transistors T₁. Allerdings müssen dann die beiden 10- μ F-Elektrolytkondensatoren, die mit „P“ bzw. „m“ verbunden sind, umgepolt werden. Sonstige Schwierigkeiten, die beim Bau eines Reflexempfängers auftreten können, lassen sich nach den in Kapitel 16 gegebenen Ratschlägen vermeiden.

Die Bedienung des Reflexempfängers erfolgt grundsätzlich auch so, wie es in Kapitel 23 „Fernempfang“ geschildert ist. Allerdings ist der Rückkopplungseinsatz bei stark einfallenden Sendern nicht so sauber, vielmehr muß hier die Rückkopplung etwas weiter zurückgedreht werden, um ein Knurren zu vermeiden, das sonst die Sendung begleiten würde.

Wird der Reflexempfänger in direkter Nähe eines starken Senders womöglich mit Hochantenne und Erde betrieben, kann er übersteuert werden. Das ist der Fall, weil er ja auf hohe Verstärkung hin konstruiert wurde, damit man

auch schwache Sender noch empfangen kann, wie du es in den Abendstunden probieren wirst. Bekommt er nun zuviel HF-Energie, dann ist das, als würde das Wasser einer Sturmflut in den kleinen Kanal geleitet, in welchem sich die Klappe befindet, die das große Schleusentor betätigt (vergleiche hierzu Kapitel 53 des RADIOMANN).

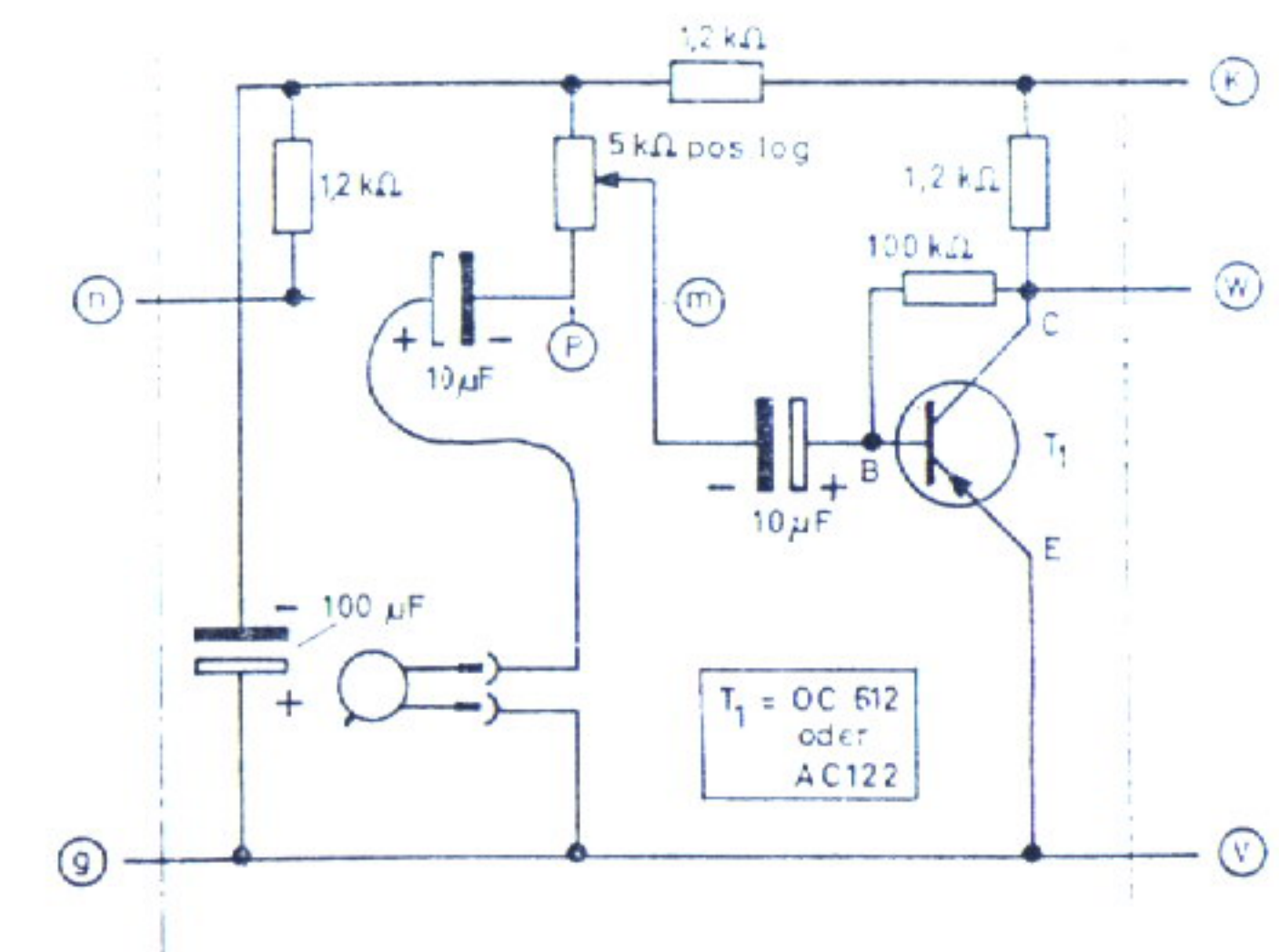
Eine Übersteuerung kann allerdings auch auftreten, wenn du den Lautstärkereglers zu weit aufdrehst, so daß der T₁ übersteuert wird. Dabei kann es vorkommen, daß du dem AC 131, der den Lautsprecher antreibt, zuviel zumutest. Er kann zusammen mit dem Lautsprecher nämlich nur eine bestimmte Leistung in Schall verwandeln und zwar etwa 30 mW (mW = Milliwatt; eine kleine Leistung, wenn du bedenkst, daß 1 Pferdestärke 736 Watt entspricht, 1 mW aber der tausendste Teil von einem Watt ist). Für unseren Lautsprecher ist das schon sehr viel. Bekommt die Endstufe mehr als sie zum Aussteuern dieser Leistung braucht, so schneidet sie den überstehenden Teil ab, und es klingt verzerrt. Damit nichts abgeschnitten wird, mußt du dann den Lautstärkereglers entsprechend zurückdrehen.

Der gestrichelte 2,2-nF-Kondensator parallel zum Lautstärkereglers ist im Gegensatz zur Schaltung von Kapitel 12 nicht eingebaut. Würdest du ihn einsetzen, so könnte er lediglich dazu dienen, den Rückkopplungseinsatz von der Lautstärkereglung völlig unabhängig zu machen. Da es aber einen Vorteil bringt, die Rückkopplung ganz weich einsetzen zu lassen, können wir an dieser Stelle auf ihn verzichten. Den genannten weichen Rückkopplungseinsatz erhältst du, wenn du den Lautstärkereglers nicht ganz aufdrehst und dann die Rückkopplung bis kurz vor den Einsatz anziehst. Jetzt kannst du durch Lauterdrehen am Lautstärkereglers auch die Rückkopplung zum Einsatz bringen. Dabei ist besonders schön, daß sie nicht „zieht“, sondern beim Zurückdrehen des Lautstärkereglers auch wieder aussetzt.

26. Plattenspielerverstärker

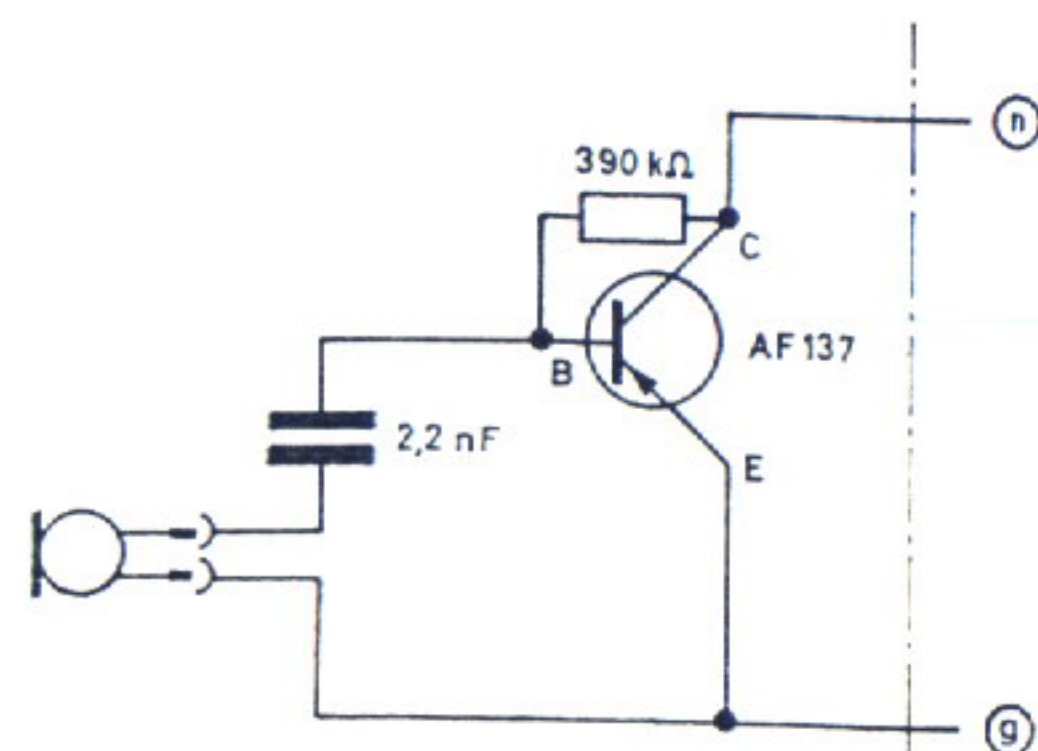
Du bist nun schon soweit fortgeschritten, daß dir eine Schaltungsänderung auch ohne Aufbauzeichnung gelingt.

Das Schaltbild zeigt dir, wie du durch Herausführen des Pluspols vom 10- μ F-Elektrolytkondensator, dessen Mi-



nuspol mit dem Lautstärkereger verbunden ist, und den du zuvor vom 1,2-k Ω -Widerstand gelöst hast, das Anschließen eines Plattenspielers ermöglichen kannst. Das Schaltzeichen für den Tonabnehmer des Plattenspielers kennst du ja bereits aus Kapitel 3.

27. Mikrofonverstärker

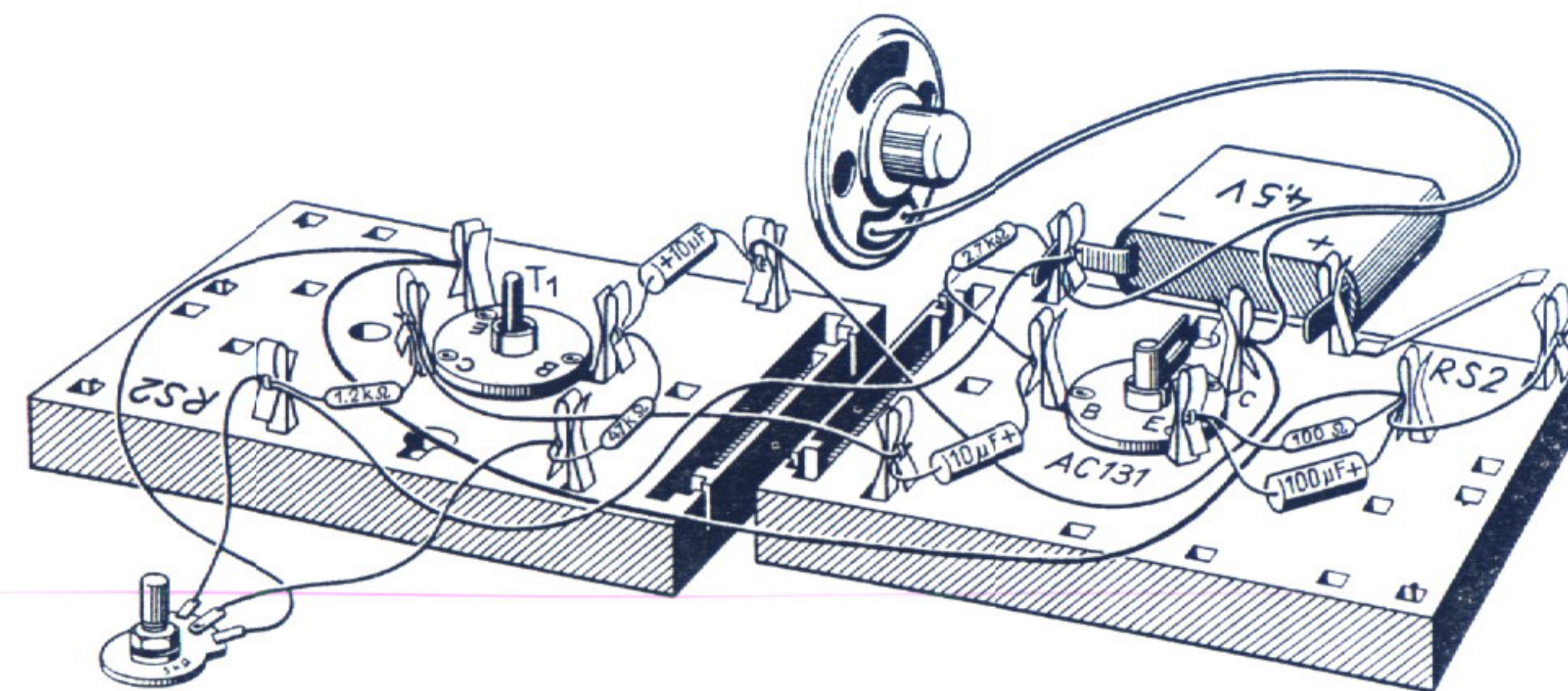


Da die erste Stufe des 3-Transistor-Reflexempfängers auch NF verstärken kann, läßt sie sich so abändern, daß aus dem Gerät ein Mikrofonverstärker wird, der empfindlicher ist als der Plattenspielerverstärker aus dem vorigen Kapitel. Das Schaltbild zeigt dir, wie du den AF 137 schalten muß. Dazu brauchst du den Aufbau der ersten Stufe des Reflexempfängers garnicht zu zerstören, sondern

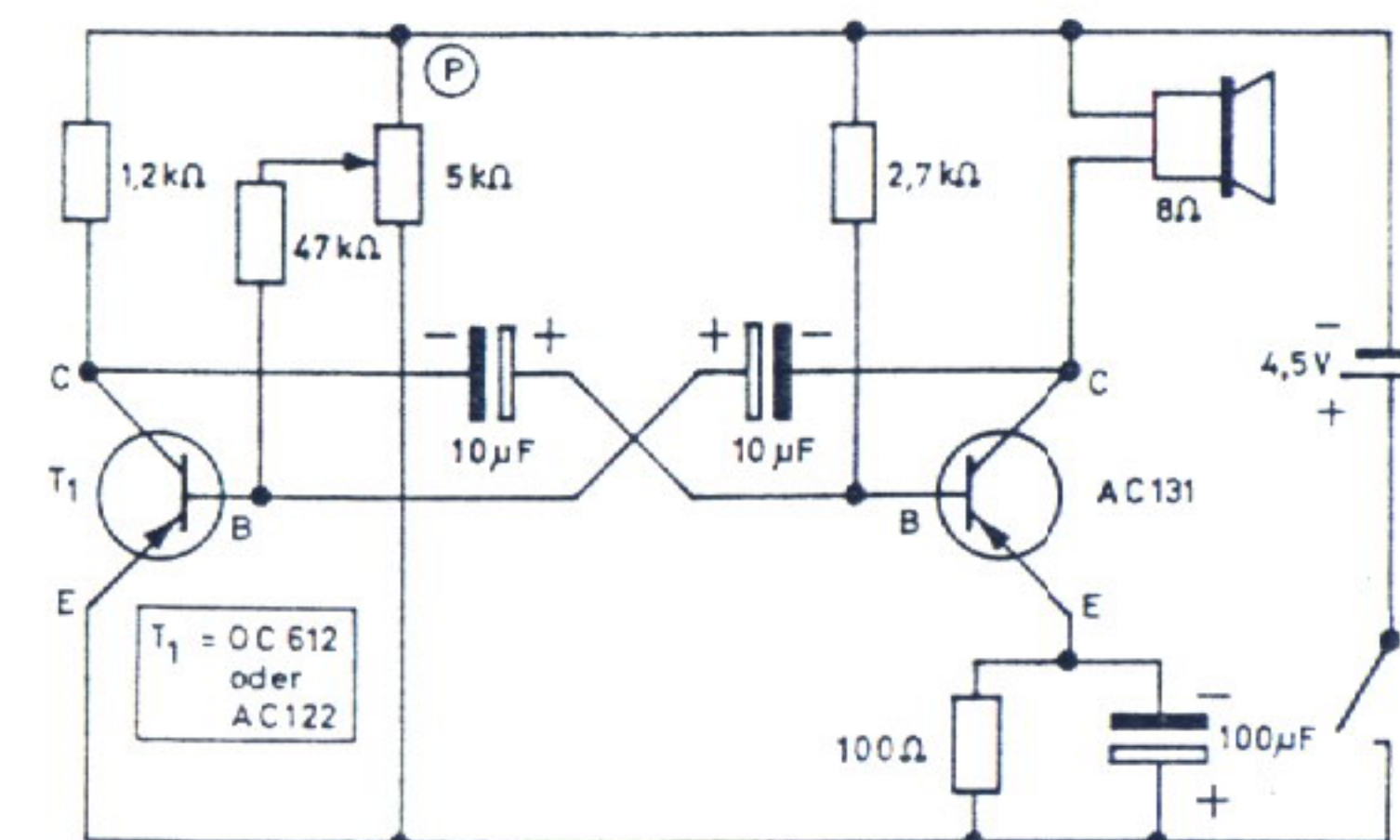
mußt lediglich die Verbindung „a“ zwischen Basis und Koppelpule lösen, 2,2-M Ω -Widerstand und Diode vom Collector entfernen, sowie den 2,2-nF-Kondensator anders legen. Natürlich ist es besser, auch die HF-Drossel zu überbrücken und die Rückkopplungsleitung „h“ vom Collector abzuklemmen. Bei dieser Gelegenheit lernst du auch gleich das Schaltzeichen für das Mikrofon kennen. Wie du siehst, ähnelt es dem Schaltzeichen für den Kopfhörer etwas. Tatsächlich kannst du als Mikrofon den Kopfhörer verwenden, wie du es ja schon aus Kapitel 17 vom RADIOMANN-ZUSATZ NF her kennst.

28. Metronom

Beim Taktgeber (RADIOMANN-ZUSATZ NF, Versuch 6) hat dich vielleicht schon geärgert, daß man die Schnelligkeit nicht regulieren konnte. Unser Potentiometer erschließt uns diese Möglichkeit. Wir können den elektronischen Taktgeber damit zu einem richtigen Metronom erweitern, der besonders laut klingt, wenn der Lautsprecher in das Gehäuse eingebaut ist. Wenn du die Schaltung ansiehst, wird dir auffallen, daß sie der Schaltung des Tonsummers aus Kapitel 21 sehr stark ähnelt. Tatsächlich funktioniert sie genauso. Du kannst den Versuch machen, die Schaltung des Tonsummers in der Anordnung der Schaltung für diesen Metronom umzuzeichnen und die dortige Erklärung dann auf den Metronom zu übertragen.

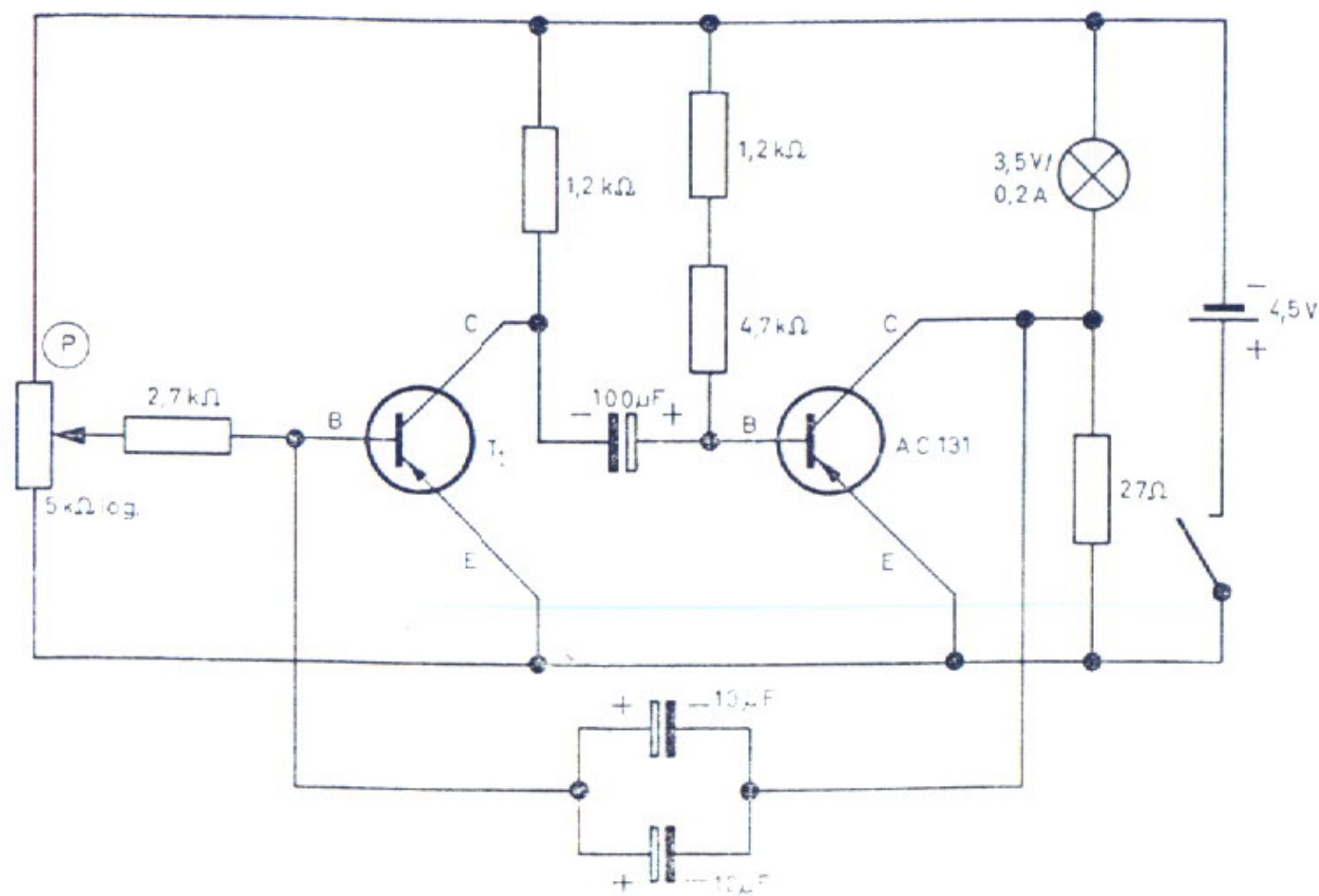


Nun kannst du — wenn du Klavierstunde hast — dein Spiel nach dem elektronischen Metronom richten; denn wie ein richtiger Metronom gibt er dir getreulich den eingestellten Takt an.



29. Regelbare Blinkanlage

Im vorigen Versuch wurde aus einem Taktgeber durch Einbau des Potentiometers ein Metronom. Da liegt der Gedanke nahe, die elektronische Blinkanlage (RADIOMANN-ZUSATZ NF, Versuch 4) durch Verwendung des Potentiometers so abzuändern, daß die Blinkdauer sich regeln läßt. Das geht tatsächlich. Damit der Transistor AC 131 aber nicht überlastet wird, muß du die folgenden Hinweise peinlich genau beachten. Auch sollte die Umgebungstemperatur in deinem Zimmer nicht wesentlich über 30°C liegen. Zunächst baust du die Blinkanlage nach Versuch 4 des RADIOMANN-ZUSATZ NF auf und nimmst sie auch probeweise in Betrieb. Dann legst du die Batterie weg und änderst die Anlage wie folgt ab: Der 100- μ F-Elektrolytkondensator und die beiden parallelgeschalteten 10- μ F-Elektrolytkonden-



satoren werden gegeneinander ausgetauscht, wobei du auf die Polung achten mußt. Dann wird der 2,7-k Ω -Widerstand vom Minuspol getrennt und sein nun freies Ende über eine neu einzufügende Klemmfeder mit dem Mittelanschluß des Lautstärkereglers verbunden. Die beiden Enden des Lautstärkereglers kommen an Emitter und Minuspol (Anschluß P — vergl. Seite 10 dieser Anleitung oben — kommt dabei an den Minuspol). Bevor du die Batterie wieder einsetzt, überzeuge dich, ob der Widerstandstreifen 13 (er ist in diesem Schaltbild mit 27 Ω angegeben, du kannst ohne Schaden aber auch die ältere Ausführung mit 25 Ω verwenden) auch guten Kontakt macht und überprüfe den Aufbau nochmals an Hand des Schaltbildes.

Wenn du den Lautstärkeregler nach rechts drehst, werden die Lichtblitze kürzer und heller. Drehst du ihn nach links, brennt das Lämpchen dunkler und sein Leuchten wird nur noch von kurzen Pausen unterbrochen.

30. Batterien sparen

Wenn dir das Nachkaufen von Batterien Sorge bereitet, kannst du dir zur Stromversorgung einen KOSMOS-Experimentier-Transformator (Best-Nr. 12-1011.5) wünschen, den du mit der KOSMOS-Radiosieb-kette (Best-Nr. 12-2020.5) zusammenschalten kannst, um dein Radiogerät aus dem Lichtnetz zu speisen.

Der KOSMOS-Experimentier-Transformator wandelt die Spannung des Lichtnetzes in völlig gefahrlose Kleinspannung um. Die KOSMOS-Radiosieb-kette enthält einen Gleichrichter, der den Wechselstrom in Gleichstrom verwandelt

sowie eine Siebkette aus Drossel und besonders großen Kondensatoren, die diesen Gleichstrom für Radioversuche brauchbar macht. (Es sei darauf hingewiesen, daß sich der KOSMOS-Universalgleichrichter, der KOSMOS-Experimentiergleichrichter und das KOSMOS-Netzanodengerät nicht als Ersatz für die KOSMOS-Radiosieb-kette eignen.)

Für alle Versuche, bei denen eine 4,5 Volt-Taschenlampenbatterie vorgeschrieben ist, steckst du den einen Stecker der KOSMOS-Radiosieb-kette in das Loch „0“ des KOSMOS-Experimentier-Transformators, den zweiten Stecker in das Loch „1“ (4 V) daneben.

Für alle Versuche, bei denen eine Stromversorgung aus zwei in Serie liegenden Taschenlampenbatterien, also von 9 Volt, verlangt wird, steckst du den zweiten Stecker statt in Loch „1“ in Loch „2“ (6,3 V).

Die Spannung am Ausgang der KOSMOS-Radiosieb-kette ist immer etwas höher als die speisende Wechselspannung, weil sich die Kondensatoren fast auf die Spitzenspannung aufladen, während die Angabe der speisenden Wechselspannung sich auf einen Durchschnittswert, den sogenannten „Effektivwert“, bezieht. Du hast also die Gewähr, daß die Schaltungen richtig mit Strom versorgt werden.

Würdest du die Radiosieb-kette anders mit dem Experimentier-Transformator verbinden als angegeben, bestünde die Gefahr, daß die Transistoren durch Überlastung zerstört werden.

Für den Betrieb der Reflexschaltungen mit Experimentier-Transformator und Radiosieb-kette gilt die in Kapitel 17 gemachte Einschränkung, die das Brummen betrifft.

31. Fehlersuche

Beim jetzigen Umfang der Schaltungen kann es schon einmal vorkommen, daß ein Versuch nicht gleich klappen will. Dann mußt du planmäßig vorgehen, um den Fehler zu finden. Lies vor Beginn der Fehlersuche nochmals den Anleitungstext genau durch, ob du auch keinen wichtigen Hinweis übersehen hast.

Fehlermöglichkeit 1: Bedienungsfehler. Vielleicht ist der Lautstärkeregler nicht aufgedreht oder die Rückkopplung ist falsch eingestellt (Halbkreis-scheibe in Grundstellung ein- anstatt ausgedreht). Vielleicht wurde der Einschalter nicht betätigt oder ist aus Versehen über mehrere Tage eingeschaltet gewesen, so daß die Batterien erschöpft sind.

Fehlermöglichkeit 2: Schaltfehler. Taste dich von der Batterie ausgehend Stufe für Stufe weiter vor, indem du feststellst, ob alle Leitungen und Einzelteile richtig an die Transistoren angeschlossen sind, die Verbindungen zur Stromversorgung und zur vorhergehenden Stufe stimmen, und ob die

richtigen Einzelteile verwendet wurden (es ist z. B. schon vorgekommen, daß statt des 2,2-nF-Kondensators der 2,2-M Ω -Widerstand verwendet wurde)! Am besten fährst du im Schaltbild alle geprüften Leitungen mit Bleistift nach, dann findest du Unterbrechungen sowie fehlende oder falsch angeschlossene Leitungen bestimmt.

Außerdem prüfe, ob Teile verwechselt wurden, z. B. die sich ähnlich sehenden Widerstände 4,7 k Ω und 47 k Ω . Wenn sich — besonders bei Lampenlicht — die Farbringe der Widerstände zum Verwechseln ähnlich sehen, kennzeichne die Widerstände durch kleine herumgeklebte Zettelchen, die du am besten zusammen mit deinem Freund bei Tageslicht anfertigst. Damit Lack und darunterliegende Kohleschicht der Widerstände nicht durch Alleskleber beschädigt werden, nimm selbstklebende Etiketten, die du für wenige Pfennige in jedem Papiergeschäft bekommst.

Schließlich prüfe, ob — besonders bei sehr leiser oder verzerrter Wiedergabe möglich — Elektrolytkondensatoren und die Diode vielleicht falsch herum angeschlossen sind.

Vergiß nicht, die Schaltung auf Kurzschlüsse zu untersuchen, also ob sich blanke Teile oder Drähte berühren, die nicht zusammengehören.

Fehlermöglichkeit 3: Die Einzelteile selbst. Zunächst prüfst du die Batterien einzeln mit dem Lämpchen, ob sie noch Strom hergeben. Strahlt das Lämpchen an einer Batterie weiß, so ist sie neu. Brennt es nur noch gelb, so wird das Gerät schon etwas leiser spielen. Dann achte darauf, ob sie richtig herum angeschlossen sind.

Bist du nicht sicher, ob du die Transistoren durch falsche Handhabung oder Kurzschlüsse überlastet hast, prüfst du sie in anderen Schaltungen. Den AC 131 prüfst du am besten in der Schaltung nach Versuch 9 aus dem Anleitungsbuch zum RADIOMANN-ZUSATZ NF. Die Transistoren T₁ und AF 137 prüfst du am besten nach Kapitel 3 dieses Anleitungsbuches im Plattenspieler-Verstärker (du darfst den AF 137 dabei an Stelle des T₁ einsetzen, das macht ihm nichts aus).

Hast du keinen Plattenspieler, so kannst du beide Transistoren zusammen prüfen, wenn du den Tonsummer nach Kapitel 21 aufbaust. Notfalls kannst du auch den Diodenvorsatz vor den Verstärker aus Kapitel 3 schalten.

Geht gar keine Radioschaltung mehr, könnte die Diode einen Fehler haben. Zur Gegenprobe baust du den Empfänger nach Kapitel 10 auf, in dem keine Diode vorkommt.

Am Versagen eines Versuches sind aber fast nie die Einzelteile schuld, es sei denn, du hast sie unabsichtlich selbst beschädigt; denn alle Teile werden vor dem Verpacken in der Fabrik geprüft. Viel eher kommt es vor, daß der Anleitungstext nur flüchtig gelesen wurde, und dir so vielleicht ein wichtiger Hinweis entgangen ist.

Das Wiederherstellen einer aufgegangenen Klemmverbindung läßt sich oft erleichtern, wenn man die noch zum Teil mit anderen Leitungen verbundene Klemmfeder vorsichtig aus ihrem Loch zieht und dann so hält, daß man den herausgerutschten Draht leicht einstecken kann. Dann wird sie wieder vorsichtig in die Platte eingesetzt. Das läßt sich besonders leicht durchführen, wenn man bei allen Klemmfedern die angeklemmten Leitungen möglichst nur von einer Seite einfädelt. Dann kann es nicht passieren, daß beim Einfädeln eines Drahtes ein anderer dafür herausrutscht.

Sind die Klemmfedern so verbogen, daß sie weder im Einsteckloch halten, noch Drähte fassen können, so kannst du sie leicht wieder zurechtbiegen. Wie das gemacht wird, kannst du im Anhang nachlesen.

Anhang

Draht-Tabelle

Von der einen Verbindungsdraht-Rolle 16 können folgende Leitungen angefertigt werden:

Länge	Leitung
13 cm	u
23 cm	h
36 cm	r

Außerdem werden von ihr 2,23 m zur Herstellung der Kurzwellenspule aufgehoben.

Von der anderen Verbindungsdraht-Rolle 16 können folgende Leitungen angefertigt werden:

Länge	Leitung	Länge	Leitung
7 cm	s	17 cm	v
7 cm	z	23 cm	t
10 cm	o (Verbindung zwischen beiden Batterien)	23 cm	g
10 cm	x oder y	24 cm	i oder n
16 cm	w	25 cm	k

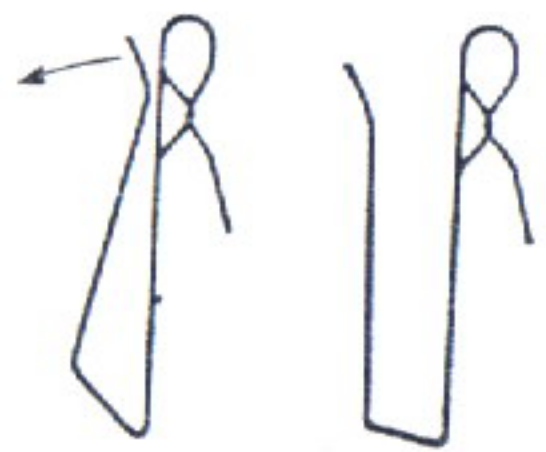
Der Rest ist für die Kopplungsspule auf dem Ferritstab (je nach Stabdicke 1,20 . . . 1,34 m) gedacht.

Für die Antennenspule wird dasselbe Drahtstück benutzt, welches auch bei der Kurzwellenspule als Antennenwicklung dient und im Drahtbedarf für die Kurzwellenspule enthalten ist.

Die angegebenen Drahtlängen sind „Schnittlängen“. Sie sind so reichlich angegeben, daß nach dem Schneiden an jeder Seite noch 1,5 cm abisoliert werden können. Die abisolierten Enden können umgebogen werden, damit sie doppelt liegen und so in den Klemmfedern besser halten.

Stehen bei einer Längenangabe zwei Buchstaben, so wird diese Leitung in verschiedenen Versuchen an verschiedener Stelle verwendet. Eine der Papprollen, auf die der Verbindungsdraht aufgewickelt ist, heben wir für die Kurzwellenspule auf.

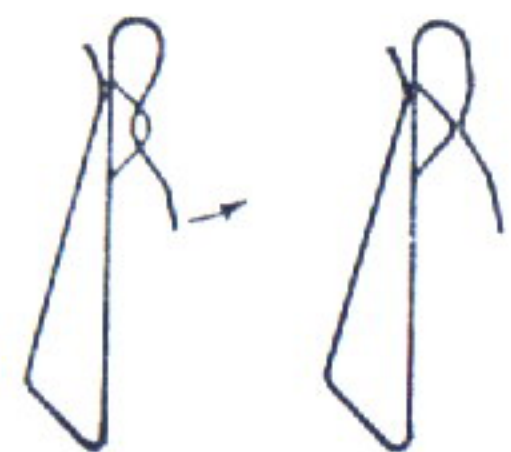
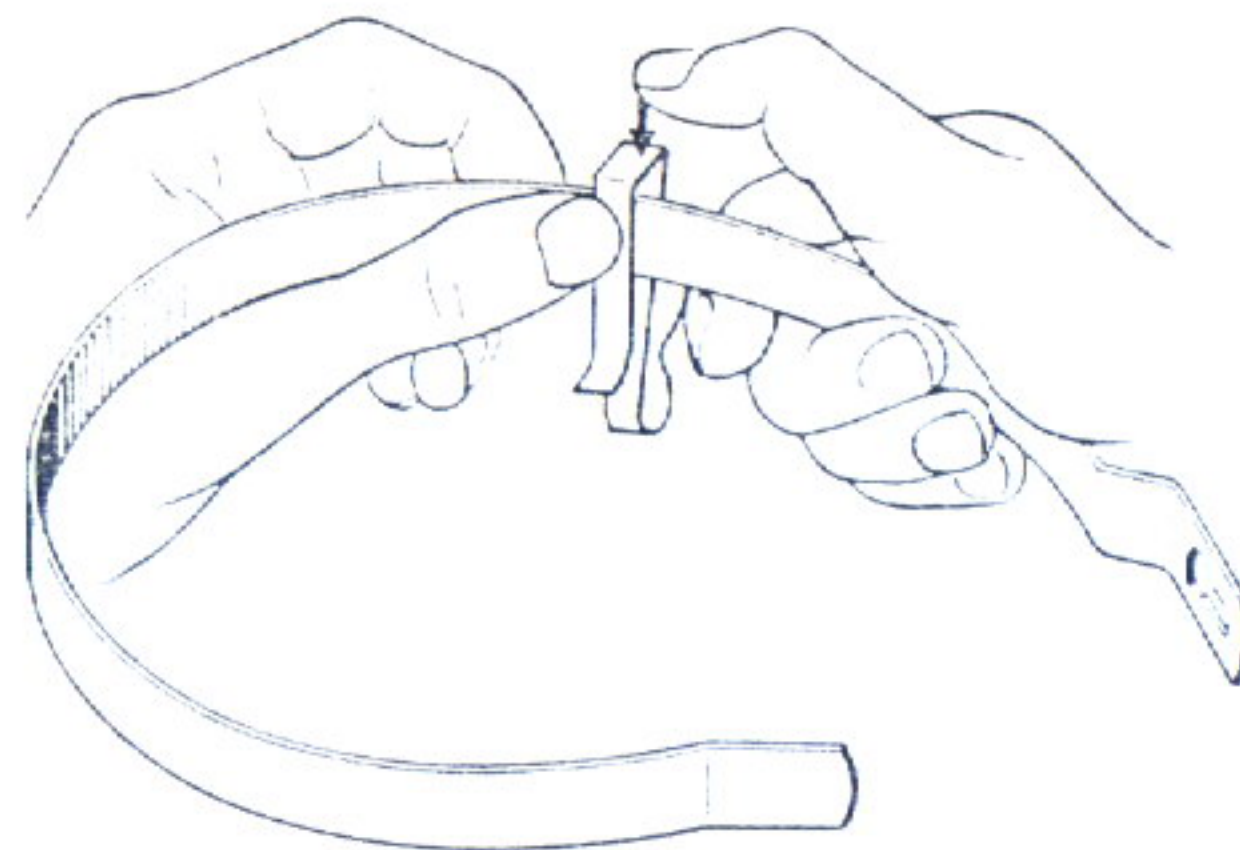
Ausrichten der Klemmfedern



Wenn die Klemmfedern aus dem RADIOMANN durch frühere Versuche vielleicht so verbogen sind, daß sie nicht mehr fest in den Löchern der Platten halten oder die einzuklemmenden Drähte immer herausrutschen, so biegen wir sie nach folgender Anweisung wieder zurecht, wobei wir als Werkzeug lediglich den

Kopfhörerbügel 25 aus dem RADIOMANN benötigen: Zunächst biegen wir die lange, gerade Rückseite der Klemmfeder etwas auf, so daß der ganz unten befindliche Knickwinkel etwas weiter wird.

Dann stecken wir den Kopfhörerbügel durch. Mit dem Daumen der linken Hand drücken wir nun den geraden Teil der Feder fest gegen die Innenseite des Kopfhörerbügels, während wir die Knickstelle auf der Federrückseite mit dem Daumen der rechten Hand über der Kopfhörerbügelkante stärker abwinkeln.



Das geschwungene Ende der Klemmfeder, das zum Einklemmen der blanken Drahtenden dienen soll, wird so abgespreizt, daß es die Öse erst freigibt, wenn man die Klemmfeder zusammendrückt.

Wenn das Anschlußende der HF-Litze beschädigt ist

Normalerweise werden die Anschlußenden der HF-Litze im Zinnbad verlötet. Das geschmolzene Zinn hat nämlich eine so hohe Temperatur, daß sich sowohl die Seidenumspinnung als auch die Lackschicht der einzelnen Adern darin auflöst und verdampft, so daß alle Adern verzinkt werden und sich zusammenlöten.

Ist keine Radiowerkstatt in der Nähe, kannst du versuchen, die Adern mit einer Streichholzflamme von der Isolation zu befreien. Dazu hältst du das Ende der Litze in die Streichholzflamme, bis es glüht. Dann streichst du vorsichtig zwischen Daumnagel und Fingerkuppe des Mittelfingers den Ruß vom abgebrannten Ende ab, bis das Bündel Litzendrähte ganz blank ist. Dort, wo die Drähtchen vorher geglüht haben, brechen sie dabei natürlich ab. Die Zone der richtigen Temperatur liegt etwas weiter weg, deshalb läßt sich der Ruß dort gut abstreichen, wo die verkohlte Isolation noch etwas fester ist, ohne daß noch Adern abreißen. Trotzdem mußt du natürlich vorsichtig vorgehen; denn alle Adern sollen an dieser Stelle ja blank werden ohne abzureißen. An Stellen abstreichen zu wollen, deren Isolation nicht schwarz verkohlt ist, hat keinen Zweck; denn dort ist der Isolierlack noch auf den Adern, obwohl es blank aussieht, weil der Lack durchsichtig ist.

Damit du wegen der Nachbeschaffung der HF-Litze (wenn du ein ganz neues Stück nehmen willst) nicht extra an den Verlag zu schreiben brauchst, hier die Daten der HF-Litze: 2,62 m HF-Litze 30×0,05 Isoflex-Seide, beide Enden verzinkt. Wenn es dich interessiert: der Widerstand der Litze beträgt zwischen 0,75 und 0,78 Ω .

Wenn du beim Basteln gestört wirst,

sind es sicher die kleineren Geschwister, die auch mitmachen wollen! RADIOMANN-Versuche sind natürlich noch zu schwierig für sie, aber der KOSMOS hat etwas anderes:

„Kinderlabor“ und „Elektrofilus“ eignen sich für Jungen und Mädchen von etwa acht Jahren an. Sie können spannende und lehrreiche Versuche und viele interessante Entdeckungen machen, während du dich dem RADIOMANN-Programm widmest oder vielleicht noch andere Experimente mit KOSMOS-Lehrspielzeugen machst.

Mit dem Radiomann-Programm ist noch lange nicht Schluß!

Willst du weiter experimentieren? Es gibt noch mehr Möglichkeiten, um mit KOSMOS-Lehrspielzeugen in die Geheimnisse von Technik und Naturwissenschaft einzudringen.

kosmos

Asynchronskalen
für Radiomann -
Zusatz NF und HF

