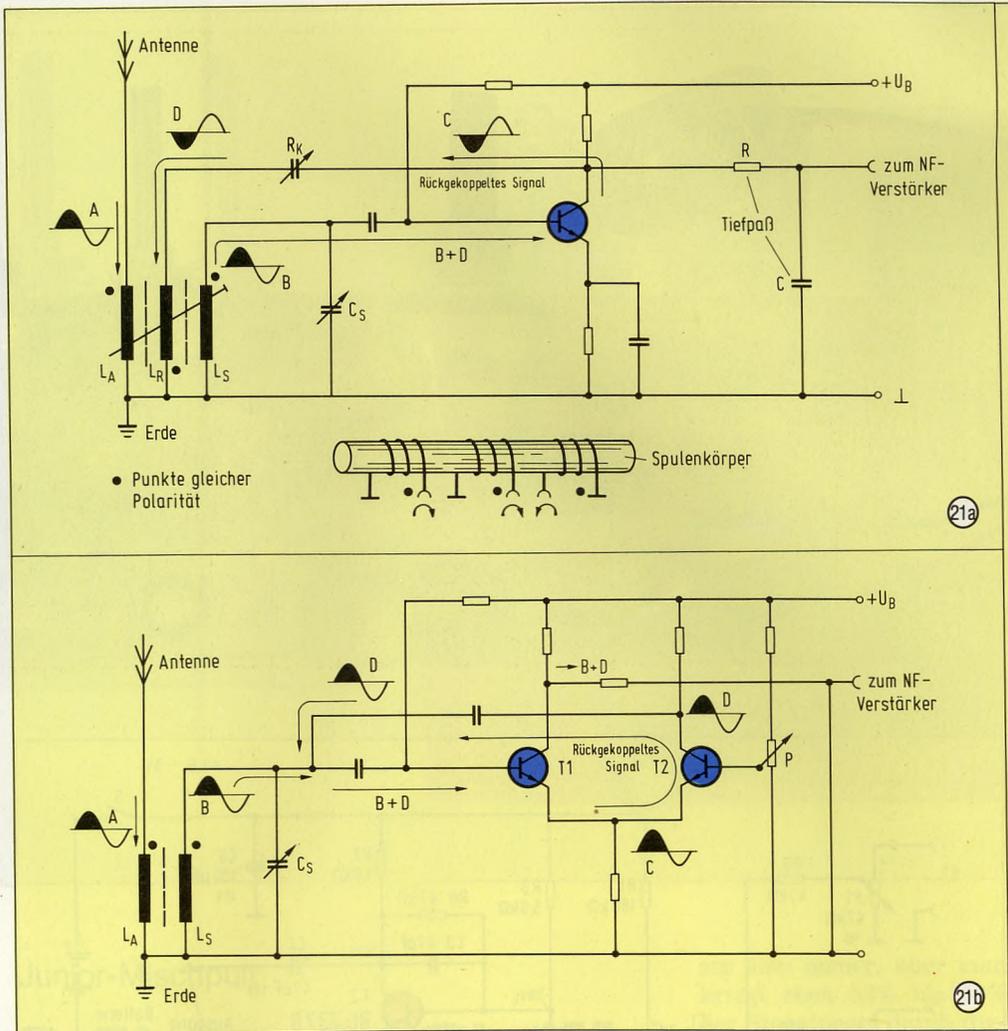


Das Problem des Radioempfangs ist die zu kleine Empfangsspannung für eine Demodulation. Die Rückkopplungsidee basiert nun darauf, daß ein Teil der bereits verstärkten hochfrequenten Spannung von „hinten“, also am Verstärkerausgang, wieder nach vorn zum Eingangskreis zurückgeführt wird, also rückgekoppelt wird. Die verstärkte Spannung wird am Eingang der Antennenspannung aufaddiert. Diese wird dadurch größer und ... ja, damit natürlich auch die verstärkte Spannung am Ausgang. Das kann bei zu hoher Addition dazu führen, daß der Rückkopplungsempfänger zum Sender wird. Ein nicht erlaubter Betriebszustand. Aus diesem Grunde wird die Rückkopplung feinfühlig regelbar gemacht, um nur den Betrag der Verstärkung zu nutzen, der für den entsprechenden Sender erforderlich ist.

So sieht ein Rückkopplungsempfänger aus

Zwei wichtige Rückkopplungsschaltungen zeigen die Bilder 21a und b. In Bild 21a wird die rückgekoppelte Spannung über eine zusätzliche Spule auf den Eingangskreis induziert. Diese Spule ist erforderlich, um für die Addition die richtige Phasenlage zur Antennenschwingung zu erreichen. Wir erinnern uns, daß ein Transistorverstärker das Signal von der Basis zum Kollektor um 180° dreht. Durch entsprechend richtig gewählten Wickelsinn der Spule L_R – gegensinnig zur Abstimmspule – wird eine erneute 180° -Phasendrehung erreicht und die Spannungen addieren sich. Eine falsche Polung kann dazu führen, daß sich die Spannungen subtrahieren, sich also auslöschen... dann ist nichts mehr zu hören.



Wir bauen ein modulares Empfangssystem, 3. Teil

Vom Detektor bis zum UKW-Empfänger

Ein Rückkopplungsempfänger verbessert die Empfangsergebnisse. Durch die Rückkopplung erfolgt eine Entdämpfung des Eingangskreises. Die Güte des Schwingkreises wird verbessert, der Empfang wird lauter und trennschärfer.

3 • Massezeichen (Mitte):
Dieser Anschluß wird mit einem Drahtbügel mit dem nebenliegenden Anschluß LL verbunden.

Siehe im Schaltbild die Anschlüsse E und L₂, die wir kurzschließen müssen.

4 • LL (Link-Leitung):
Wird ausgenutzt bei der HF-Vorstufe. Hier erfolgt die Einspeisung des verstärkten Antennensignales.

5 • Steckspulenanschlüsse: Diese liegen im Bild 23 um die Zahl „4“ angeordnet. Diese vier Spulenanschlüsse sind identisch mit den Anschlußzahlen 1...4 in der Schaltung. (Die Spulenherstellung wird noch besprochen.)

6 • Sperrkreisanschlüsse: Diese liegen im Bild 23 um die Zahl „5“ gruppiert. Zwei Anschlüsse sind an Masse geführt und dienen nur der mechanischen Halterung der Spule. Die Anschlüsse 5 und 6 sind für den Sperrkreis bestimmt.

7 • Antenne-Erde: Im Bild sind diese recse-Erde: Im Bild sind diese rechts oben angeordnet. In der Schaltung sind es die Anschlüsse 7 und 8.

8 • Betriebsspannung: Diese wird rechts im Bild jeweils oben und unten durchgeführt. Der obere Anschluß ist für die Erweiterung des Vorverstärkers gedacht.

9 • Hilfsanschlüsse: Zunächst sind unten im Foto folgende Punkte zu erwähnen: Zwei NF-Anschlüsse zum NF-Verstärker ein weiterer Masseanschluß. Zwei Anschlüsse für die LED im Bedienfeld und schließlich links unten der 15-V-Anschluß für die Kapazitätsdiodespannung.

10 • Regleranschlüsse: Bei Detail „1“ im Bild sind die drei Potentiometeranschlüsse für die „Lupe“, also das Poti P1 für die Feinabstimmung,

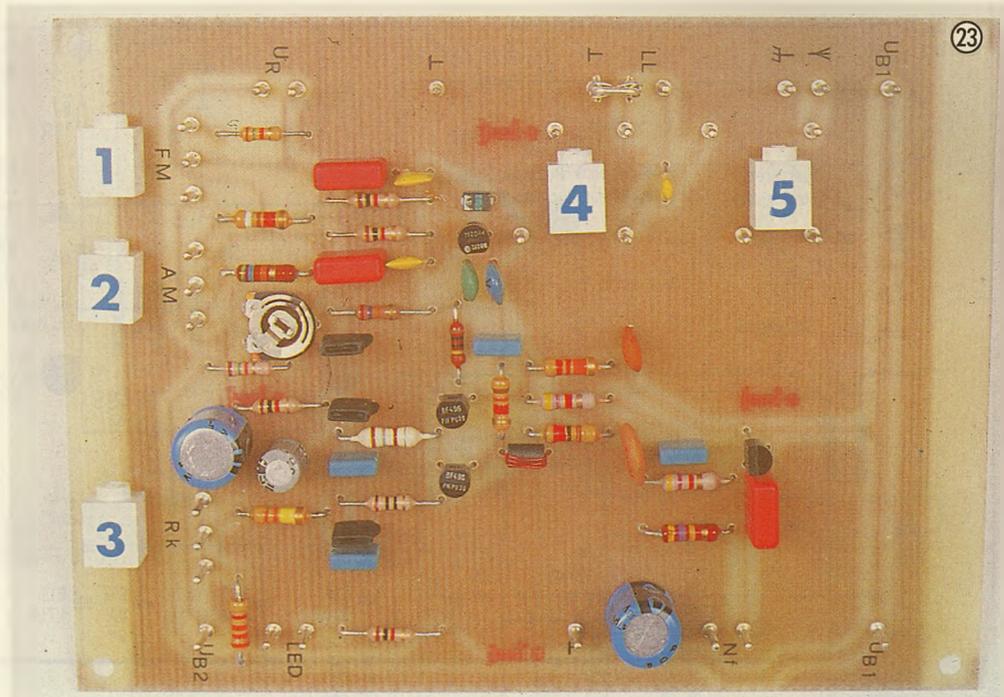


Bild 23:
So sieht der Aufbau des Empfängermoduls aus.

Bild 24:
Die Verbindungsleitungen zu den übrigen Baugruppen.

Bild 25a:
Das demodulierte Signal an der Basis von T 1.

Bild 25b:
Bereits verstärkt: das NF-Signal mit HF-Resten.

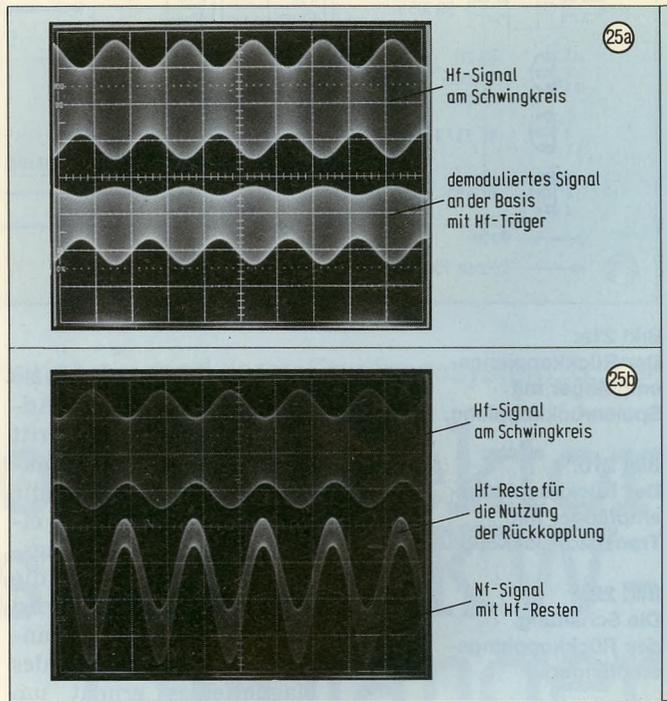
Bild 25c:
Das NF-Signal nach dem RC-Filter, dem Tiefpaß R 6 und C 4.

Bild 25d:
Ein falscher Arbeitspunkt führt zu verzerrten NF-Signalen.

Die Stückliste folgt im nächsten Heft.

anzuschließen. Daneben bei „2“ das eigentliche Abstimmpotentiometer P2. Bei Detail „3“ wird schließlich das Potentiometer P4 für die Regelung der Rückkopplung angeschlossen.

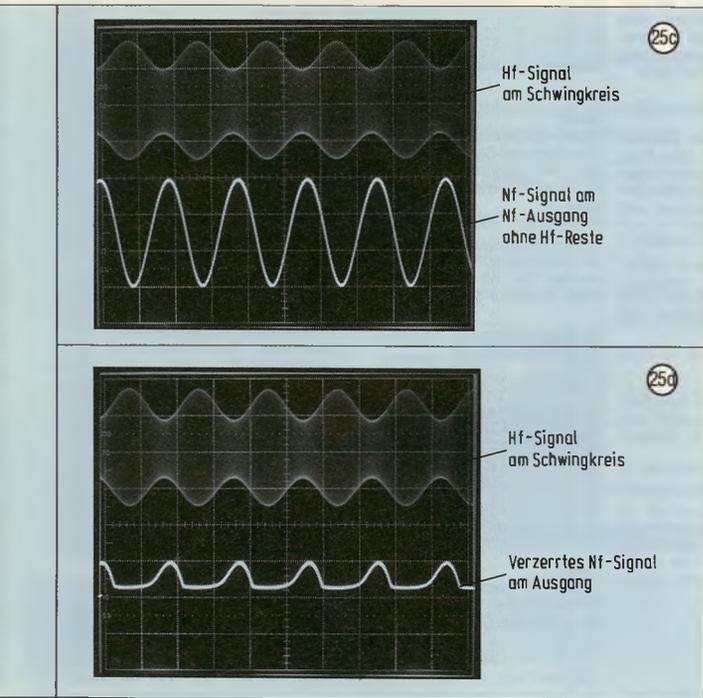
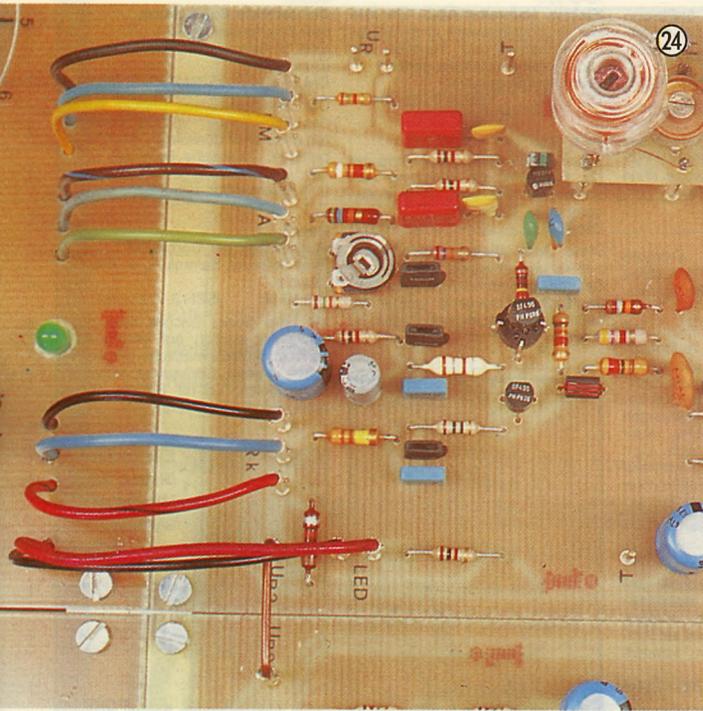
Diese vielen Anschlüsse stimmen folgerichtig mit der darunterliegenden Bedienplatte, dem rechts liegenden NF-Verstärker und natürlich mit den beiden erwähnten Spulen überein. Das beweist Bild 24.



Noch einen Blick in die Schaltung

Diese Schaltung (Bild 22) ist, wie erwähnt, identisch mit der Prinzipschaltung in Bild 21b. Wichtig ist die Arbeitspunkteinstellung. Als unterer Emitterwiderstand wurde ein 1-k Ω -Widerstand gewählt, so daß die dort abgelesene Spannung direkt dem Arbeitsstrom in mA entspricht. Also bei 0,3 V fließen 300 μ A durch den Widerstand.

Die Einstellung erfolgt jetzt so, daß der Transistor T 2 mit dem Potentiometer P 4 gesperrt wird. Demnach ist dann der Schleifer von P 4 an Masse gelegt. Danach wird mit P 3 die Basisspannung an T 1 langsam erhöht, bis am Widerstand R 14 etwa 0,2 bis 0,25 V zu messen sind. Der Wert kann je nach HF-Transistor zwischen 0,2...0,4 V liegen. Bei den erprobten Typen BF 496 waren Werte zwischen 0,2 bis 0,25 V



richtig; also rund 200 μ A Emitterstrom.

Im Rückkopplungsweig ist eine Drossel im Kollektorkreis von T 2 angeordnet. Diese unterstützt die Rückkopplungswirkung in den höheren Frequenzbereichen, weil hier ihr $R_L = \omega \cdot L$ größer wird. Dadurch vergrößert sich die Rückkopplungsspannung. In der Praxis wurde eine Einlochferritperle oder eine Spule mit etwa 30 Windungen bei etwa 4

Das Audion ist oft so empfindlich wie ein Super

mm Durchmesser gewählt. Ist eine derartige Perle nicht zur Hand, so kann letzten Endes die Drossel völlig entfallen.

Anstelle des oft schwer zu erhaltenden Drehkondensators wurden zwei Kapazitätsdioden im Eingangskreis benutzt: eine sogenannte AM-Diode D 2, also mit Kapazitätswerten bis etwa 300 pF, und zusätzlich parallel dazu eine UKW- oder VHF-Tunerdiode D 1 mit Kapazitätswerten bis z. B. 30 pF. Für den Aufbau wurde die AM-Diode BB 212 (D 2) gewählt. Das ist eine Doppel-diode, von der hier nur eine Diode benutzt wird. Der Vorteil der zusätzlichen Diode D 1 ist darin zu sehen, daß durch ihre geringe Kapazitätsänderung eine sehr feine Abstimmgenauigkeit – eine sogenannte Kurzwellenlupe – erreicht wird.

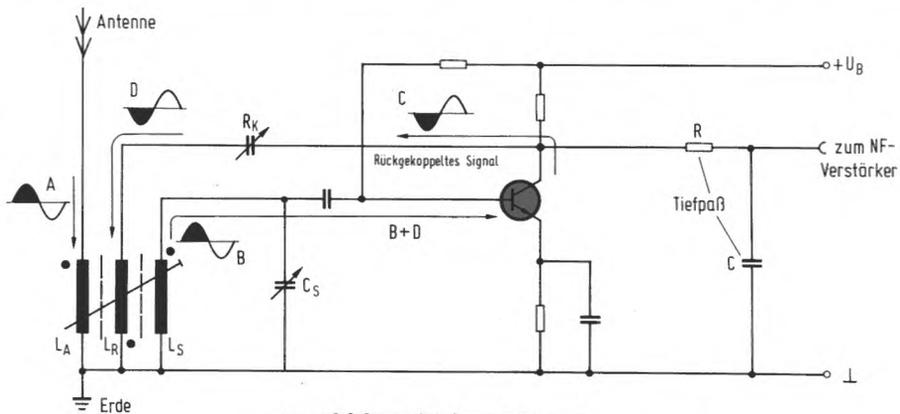
Die beiden Potentiometer P 1 und P 2 liefern die Abstimmspannung für die Dioden D 1 und D 2. Das Potentiometer P 1 für die „Kurzwellenlupe“ wird immer auf Mitte gestellt, mit P 2 der Sender gesucht und dann mit P 1 der Sender genau abgestimmt.

Über die Funktion der beiden Transistoren T 1 und T 2 wurde bereits gesprochen. Die rückgekoppelte Spannung wird über R 9 und C 7 auf den Schwingkreis am Eingang addiert. Der Transistor T 3 dient als Emitterfolger der Tonauskopplung. Diesen Transistor können wir aber auch „verstärken lassen“. In dem Fall wird der Kondensator C 5 am Kollektor angeschlossen. Der Kollektor erhält einen Arbeitswiderstand, den wir im Versuch ausprobieren müssen. Praktische Ergebnisse liegen bei 10...22 k Ω . Den Widerstand R 5 überbrücken wir dann mit einem 47- μ F-Elektrolytkondensator ... die Änderungen sind gestrichelt in Bild 22 enthalten.

Wir wissen schon, daß ein phasengleiches HF-Signal

aus dem Emitter von T 1 der Basisstufe T 2 zugeführt wird. Dieses wird in gleicher Phase verstärkt als Rückkopplungssignal benutzt. Die Demodulation eines modulierten Sinus-signals nach Bild 25a (oberes Oszillogramm) erfolgt, ähnlich der Anodengleichrichtung bei einer Röhre im C-Betrieb, hier als sogenannte Kollektorgleichrichtung. Das heißt, der negative Teil der modulierten HF-Spannung fällt (fast) vollständig in den Sperrbereich der Basis-Emitterstrecke; während die positiven Halbwellen (Bild 25a, unteres Oszillogramm) entsprechend ihrer jeweiligen Amplitude den Transistor mehr oder weniger stark durchsteuern können; ein Vorgang, aus dem die sehnsüchtig erwartete NF-Spannung entsteht. Das untere Oszillogramm zeigt genau die 180°-Phasendrehung der Kollektorspannung; denn wenn, wie eben erklärt, die positiven Halbwellen den Transistor durchsteuern, erscheint das Signal entsprechend negativ am Kollektor. Da dieser Vorgang am besten für den unteren Kennlinienteil geeignet ist, also bei kleinen Kollektorströmen – wenn wir an die sehr niedrigen HF-Antennenspannungen denken –, wird der Transistor T 1 auch mit entsprechend kleinen Emitter-(Kollektor-)Strömen betrieben. Mit einem Siebglied, u. a. Cg, entsteht am Kollektor von T 1 das Signal nach Bild 25b, in dem die Verstärkung des Tonsignales bereits zu erkennen ist, aber auch noch HF-Reste, die über den Tiefpaß R6-C4 kurzgeschlossen werden, so daß ein sauberes NF-Signal in Bild 25c entsteht. Schließlich zeigt Bild 25d noch ein verzerrtes NF-Signal, so wie es bei einer falschen Arbeitspunkteinstellung mit dem Potentiometer P 3 entsteht.

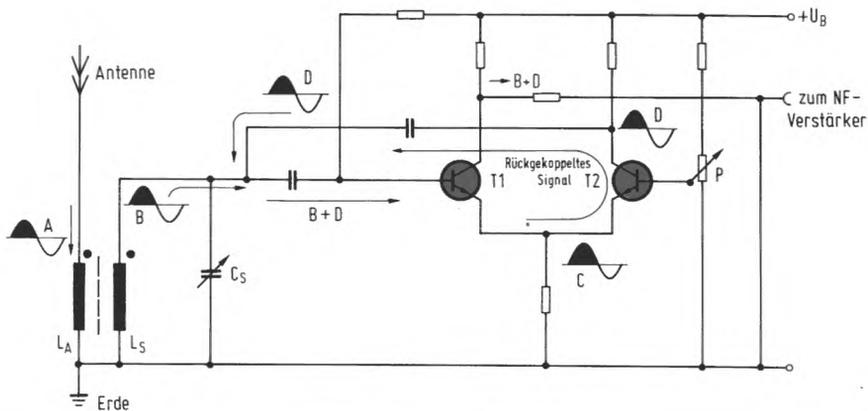
Dieter Nährmann
(Wird fortgesetzt)



- Punkte gleicher Polarität

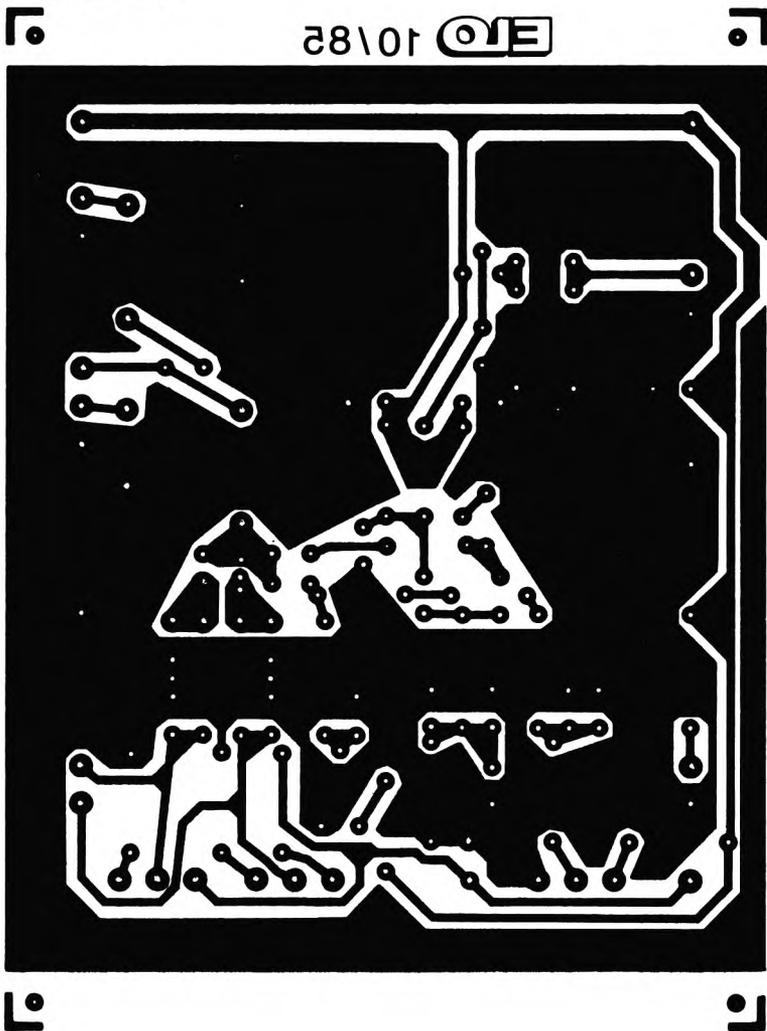


21a

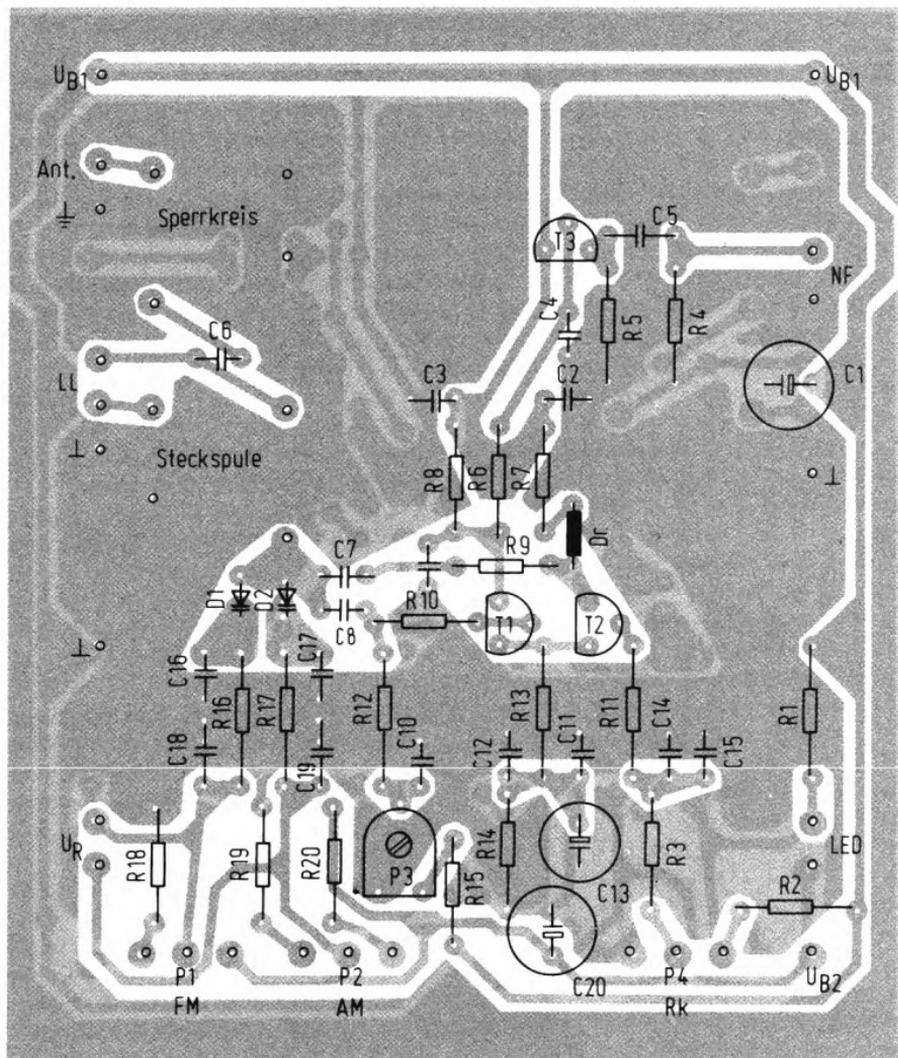


21b

PLATINEN



Experimenterradio,
Rückkopplungsempfänger,
Seite 14



**Experimentierradio,
Rückkopplungsempfänger, Seite 14**