

### 3. Meßgeräte für Niederfrequenz

#### 3.1. Signalverfolger-Einrichtung für die Reparaturwerkstatt

Das Fehlersuchverfahren der Signaleinspeisung und Signalverfolgung (engl. signal-injecting, signal-tracing) gehört zu den modernsten und zeitsparendsten Fehlersuchmethoden. Es bürgert sich daher auch in der Werkstattpraxis und beim Amateur immer mehr ein. Man kann dabei — zum Beispiel bei Empfängern — mit einem Verstärker mit Tastkopf das durchlaufende Signal, angefangen von der Antennenbuchse über Misch- und ZF-Stufen, Demodulator und NF-Verstärker bis zum Lautsprecher abtasten und abhören. Die Stufe, an deren Ausgang das Signal nicht mehr einwandfrei vorhanden ist, enthält dann den Fehler. In einem anderen Falle wird bei Verstärkern und auch bei Empfängern ein geeignetes Tonsignal beziehungsweise HF-Signal eingespeist, wobei man beim Lautsprecher beginnt und über alle Stufen rückwärts bis zur Antennenbuchse geht. Auch auf diese Weise erkennt man die defekte Stufe am aussetzenden Signal.

Die für dieses Verfahren benötigten Geräte — ein Tongenerator, der ein kombiniertes NF/HF-Gemisch abgeben kann, und ein Verstärker mit Demodulator sowie HF- und NF- Eingang — sind darüber hinaus universell zu verwenden und sollten daher auch in der Werkstatt des Amateurs zur Standardausrüstung gehören. Mit Transistoren sind beide Geräte leicht aufzubauen. Im folgenden wird ein für diesen Zweck geeigneter Multivibrator (Signalinjektor) und ein Kontrollverstärker (Signalverfolger, signal-tracer) beschrieben.

##### 3.1.1. Der Signalinjektor

Einen Multivibrator mit regelbarer Frequenz und Ausgangsspannung sowie hohem Oberwellengehalt zeigt die Schaltung in Bild 22. Das Grundprinzip eines Transistor-Multivibrators ist bekannt und wurde schon vielfach in [1], [2] und mehreren anderen Heften der vorliegenden Broschürenreihe beschrieben. Die Schaltung (Bild 22) weicht insofern etwas vom Üblichen ab, als hier im Hinblick auf günstigere Abnahme der Ausgangsspannung der Minuspol der Batterie an Masse angeschlossen ist. Die Frequenz kann mit dem Regler P 1 in einem großen Bereich geregelt werden und liegt in Mittelstellung dieses Reglers bei etwa 800 bis 1000 Hz. Indem wir die 10-nF-Basiskondensatoren vergrößern oder verkleinern, wird sie in sehr weiten Grenzen geändert (von unter 1 Hz bis zu etwa 100 kHz). Die Frequenzregelung erfolgt durch Änderung der Basisvorspannung, was den Vorteil hat, daß man mit einem einfachen Potentiometer auskommt. Der Kollektorwiderstand von T 2 ist ebenfalls als Potentiometer (P 2) ausgebildet, das die Ausgangsspannung regelt. Um mit dem Signalinjektor auch HF-Stufen (zum Beispiel Misch- und ZF-Stufen eines Supers) abtasten zu können, muß die erzeugte Rechteckschwingung sehr oberwellenhaltig sein, das heißt steile Flanken aufweisen. Das erreichen wir durch die jeder Basis vorgeschalteten 20-kOhm-Widerstände, wobei es sich empfiehlt, Transistoren mit nicht zu geringer Grenzfrequenz (OC 813, OC 870, noch günstiger OC 871 oder OC 872) zu verwenden. Die erzeugte NF-Spannung ist am NF-Ausgang mit maximal etwa 2 V<sub>rms</sub> abzugreifen. Zum Antasten von HF-Stufen benutzt man den HF-Ausgang. Hier ist die Rechteckschwingung durch die nichtlinearen Kennlinien zweier antiparallel geschalteter Dioden OA 625 (auch alle ähnlichen Diodentypen sind geeignet) zusätzlich mit Oberwellen angereichert.

Die Oberwellen der NF-Schwingung reichen bei dieser Schaltung bis in das Kurzwellengebiet, sind also beim Anschluß des HF-Ausganges zum Beispiel

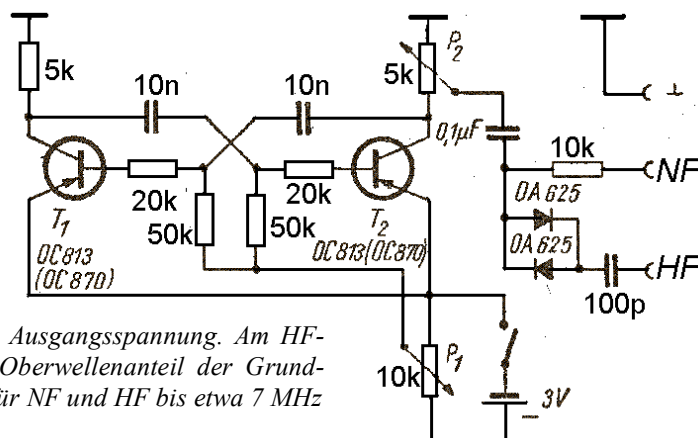


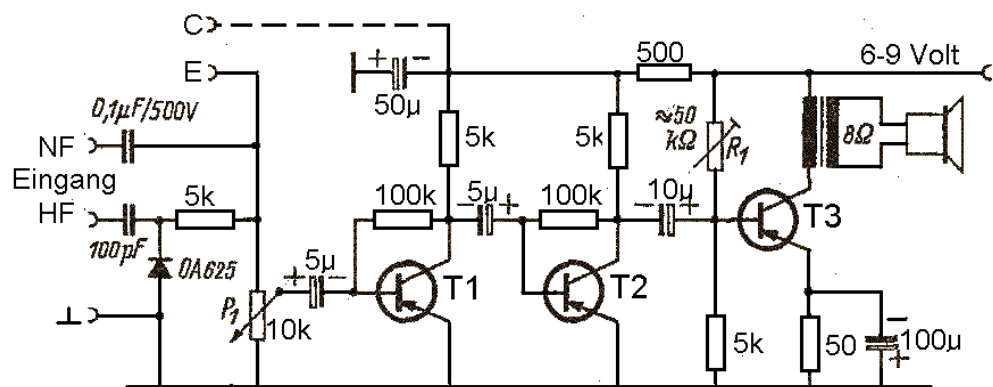
Bild 22 Multivibrator mit regelbarer Frequenz und Ausgangsspannung. Am HF-Ausgang wird mit zusätzlichen Dioden ein hoher Oberwellenanteil der Grundschwingung erzeugt. Verwendbar als Signalinjektor für NF und HF bis etwa 7 MHz

an die Antennenbuchse eines Rundfunkempfängers noch mindestens bis in das 40-m-Band hinein hörbar. Der Empfänger beziehungsweise die zu prüfende HF-Stufe des Empfängers sucht sich gewissermaßen aus dem angebotenen breiten Frequenzspektrum die in Frage kommende Frequenz selbst heraus. Eine besondere Abstimmung ist also nicht erforderlich. Als Batterie verwenden wir eine kleine 3-V-Stabbatterie. Das Gerät wird in ein kleines Metallgehäuse eingebaut. Dafür eignet sich zum Beispiel ein Bandfilter-Spulenbecher, wenn entsprechend kleine Regler für P 1 und P 2 (Knoppotentiometer vom „Sternchen“-Empfänger) vorhanden sind. Der Wert für P 1 ist übrigens nicht kritisch und kann auch niedriger sein, was lediglich eine etwas stärkere Batteriebelastung ergibt. Wenn für P 1 und P 2 „Sternchen“-Regler benutzt werden, kann mit dem angebauten Schalter an P 2 oder P 1 die Batterie abgeschaltet werden. Die ganze Schaltung bauen wir kompakt auf einer kleinen Lötösenleiste mit Kleinteilen ( $1/10$ -W-Widerstände) auf, während wir die Ausgänge für HF und NF eventuell als Tastspitzen fest am Gehäuse — das dann in der Hand gehalten wird — montieren können. Eine Masseverbindung zum Prüfling ist meist nicht erforderlich. Man kann sie jedoch mit kurzer Prüfschnur und Krokodilklemme herstellen.

### 3.1.2. Der Signalverfolger (Kontroll-Abhörverstärker)

Es handelt sich um einen in bekannter Weise aufgebauten, empfindlichen NF-Verstärker, der — da es nicht auf besondere Übertragungsqualität ankommt — relativ einfach ausgelegt sein kann (Bild 23). In den Vorstufen T 1 und T 2 — deren Betriebsspannung über 500 Ohm/50 $\mu$ F entkoppelt ist — erfolgt die Stabilisation durch Anschluß der Basiswiderstände an die Kollektoren, so daß Emitterkombinationen entbehrlich sind. Falls die Wiedergabe verzerrt klingt (bei Musikwiedergabe prüfen), kann durch Vergrößerung der Basiswiderstände 100 kOhm von Fall zu Fall Abhilfe geschaffen werden, da der genaue Wert dieser Widerstände vom Stromverstärkungsfaktor des jeweiligen Transistors abhängt. Genauer läßt sich das durch Messung der am Kollektor von T 1 und T 2 stehenden Spannung prüfen, die bei richtig bemessenem Basiswiderstand etwa die Hälfte der Batteriespannung betragen soll. Die Endstufe wird einfachheitshalber in Eintaktschaltung ausgeführt, da man für den vorgesehenen Verwendungszweck keine übermäßig große Lautstärke benötigt. Den Kollektorstrom des Endtransistors T 3 stellen wir mit R 1 auf etwa 15 bis 20 mA ein. Als Ausgangstrafo eignet sich der „Sternchen“-Ausgangsübertrager Typ K 21, dessen grüner Mittelanschluß frei bleibt.

Bild 23  
Signalverfolger  
(Kontrollverstärker).  
Die ange deuteten An-  
schlüsse C und E  
können für die  
Rauschfaktorprüfung  
von Transistoren  
(Prinzip nach Bild 8)  
benutzt werden



Damit der Verstärker ausreichende Empfindlichkeit hat, müssen die Transistoren T 1 und T 2 hohe Stromverstärkung (wenigstens 50 bis 60, besser um 80 bis 90) aufweisen, T 3 soll ebenfalls eine Stromverstärkung von wenigstens 30 bis 35 haben. Sind nur Transistoren mit geringer Stromverstärkung vorhanden, so muß eine Verstärkerstufe mehr vorgesehen werden. Sie wird ebenso wie T 1 oder T 2 geschaltet und zwischen diese beiden Stufen eingefügt. Diese Lösung ist aber ungünstiger, da dann Transistor T 1 unter Umständen schon ein relativ starkes, im Betrieb störendes Rauschen verursacht. Für T 1 soll von den vorhandenen Transistoren derjenige mit der höchsten Stromverstärkung und dem geringsten Rauschen eingesetzt werden (versuchsweise untereinander austauschen). Wenn Auswahlmöglichkeiten bestehen, empfiehlt sich für T 1 in jedem Fall ein rauscharmes Exemplar.

Erwähnt sei, daß bei Vorhandensein dieses Verstärkers auf die Anfertigung eines Rauschfaktor-

Testers (Abschnitt A.5.) verzichtet werden kann. Den auf Rauschen zu prüfenden Transistor schließen wir mit seinem Kollektor am Minuspol des 50- $\mu$ F-Elkos, mit dem Emitter am oberen Ende von P 1 an, wobei wir entsprechende Buchsen (in Bild 23 punktiert angedeutet) von vornherein vorsehen können. Die Betriebsspannung soll dann jedoch nicht mehr als 6 V betragen. P 1 ist der Lautstärkereger (Eingangsempfindlichkeit). NF- Spannungen werden an dem mit „NF“ bezeichneten Eingang angeschlossen. Der Koppelkondensator 0,1  $\mu$ F am NF-Eingang soll ein Becher- oder Rollenkondensator (MP-Kondensator) für 500 V sein, um auch Punkte höherer Spannung in Empfängern antasten zu können. Punkte mit hoher NF- Spannung (Anoden von Verstärkerröhren) können ebenfalls abgehört werden, wenn man dem NF-Eingang einen Widerstand von 100 kOhm oder 1 MOhm vorschaltet. HF-Spannungen (z. B. von Anoden der ZF-Röhren im Empfänger) hören wir über den HF-Eingang ab. Eine Diode OA 625 (günstiger OA 685, OA 705) demoduliert die HF-Spannung, die NF-Modulation wird dem Lautstärkereger P 1 zugeführt. Die HF-Ausgangsspannung des im vorigen Abschnitt beschriebenen Signalinjektors kann also der Antennenbuchse oder dem Mischröhrengitter eines Empfängers zugeführt werden. An der Anode der Mischröhre oder einer ZF-Röhre greift man die „injizierte“ Multivibratorspannung ab und führt sie dem HF-Eingang des Signalverfolgers zu, wo sie demoduliert und hörbar gemacht wird. Sinngemäß lassen sich Transistorgeräte (Empfänger, Verstärker usw.) stufenweise untersuchen.

Wenn wir die Hinweise bezüglich der Transistoren beachten, ist der Signalverfolger-Verstärker so empfindlich, daß wir an den NF-Eingang bereits ein Mikrofon unmittelbar anschließen können. Der HF-Eingang gestattet dann oftmals, daß man bereits beim Anstecken einiger Meter losen Drahtes ohne jede Abstimmung den nächstgelegenen Mittelwellensender empfängt. Bei Anschluß von Hochantenne und Erde an den HF-Eingang wird bereits ein Durcheinander zahlloser Stationen hörbar. Dies kann als Kriterium dienen, ob die Verstärkung des Gerätes mit insgesamt 3 Transistoren ausreicht oder ob eine zusätzliche Stufe notwendig ist. Als Batterien sind angesichts des nicht unbeträchtlichen Stromverbrauchs und der relativ stark schwankenden Belastung bei großen Lautstärken 4 bis 5 Monozellen, für größere Lautstärke auch 6 Monozellen je 1,5 V geeignet. Ihr geringer Innenwiderstand vermeidet gleichzeitig Verkopplungserscheinungen (Blubbern oder Selbsterregung) bei großer Lautstärke. Als Lautsprecher verwenden wir am besten einen „Sternchen“-Kleinlautsprecher, mit dem das Gerät ausreichend klein und kompakt aufgebaut werden kann.