

Ratiodetektor (Verhältnissgleichrichter) mit Röhrendioden

Grundsaltung

Sie umfaßt Umwandelfilter und Gleichrichterteil. Ihr geht (**Bild 1**) die Treiberröhre voraus. (z.B. EF 41, EAF 42, EF 89; bei steileren Röhren kann die Anode auf das Gitter zurückwirken).

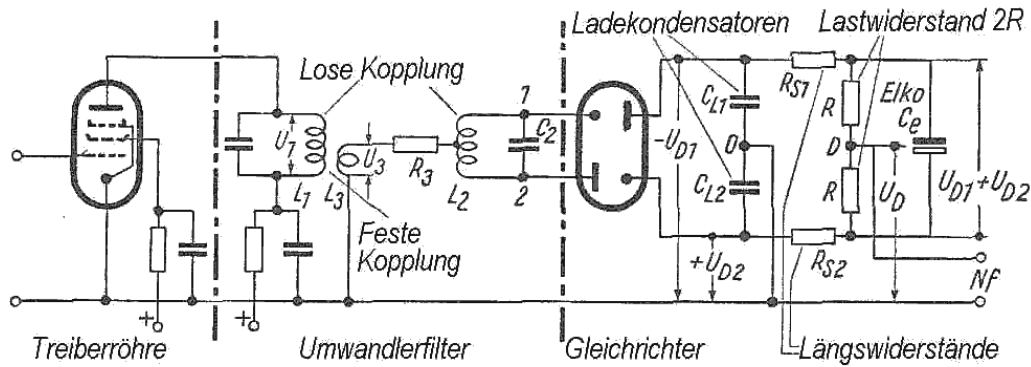


Bild 1

Beide Umwandelfilter-Kreise sind miteinander lose gekoppelt und auf die Frequenz (meist 10,7 MHz) der zu demodulierenden Spannung abgeglichen. L_2 hat einen Mittelabgriff. Über ihn wird eine der Primärspannung U_1 proportionale Spannung U_3 eingekoppelt. Die beiden Spulenhälften wickelt man – zwecks fester Kopplung – „bifilar“ (**Bild 2**). Eine einfache Spule (L_2) ergibt sich, wenn man den Mittelabgriff (statt an der Spule) an der Kapazität vornimmt.

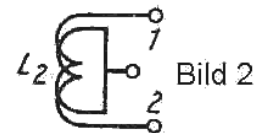


Bild 2

Wirkungsweise

An 1 und 2 (**Bild 1**) liegen gegen Masse zwei Hf-Wechselspannungen. Damit treten an den Ladekondensatoren die Gleichspannungen $-U_{D1}+U_{D2}$ auf. Diese sind etwa gleich den Scheitelwerten der beiden Hf-Wechselspannungen. Punkt D hat gegen Masse die „Nullspannung“ $U_D = (U_{D2} - U_{D1}) / 2$.

Abhängig von der Frequenz ändern sich U_{D1} , U_{D2} und U_D gemäß **Bild 3**. Die dort für U_D geltende „Umwandlerkennlinie“ verläuft nahe der Resonanzfrequenz ($\Delta f = 0$) fast geradlinig. Hierfür folgt – aus der frequenzmodulierten Hf-Spannung – U_D als Nf-Spannung.

Wirkung des Elkos C_e

Ohne C_e (2 bis 10 μF) sind die Einzel-Richtspannungen U_{D1} und U_{D2} , sowie damit auch die Summen-Richtspannung $U_{D1}+U_{D2}$ und die Nullspannung U_D proportional dem Wert der Hf-Spannung (**Bild 4**) – z. B. dem der Steuergitterwechselspannung der Treiberröhre (**Bild 1**).

Der Elko C_e lädt sich auf $U_{D1} + U_{D2}$ auf. Damit bedämpft er das Umwandelfilter für Zunahme der Hf-Spannung stärker und für Abnahme

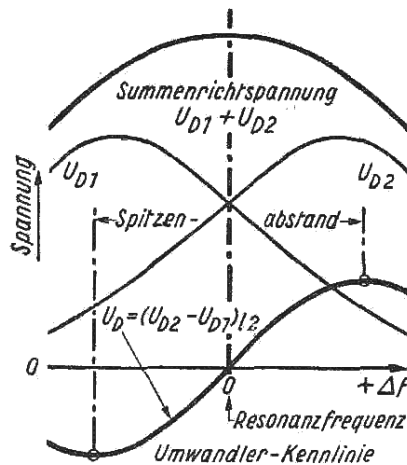


Bild 3

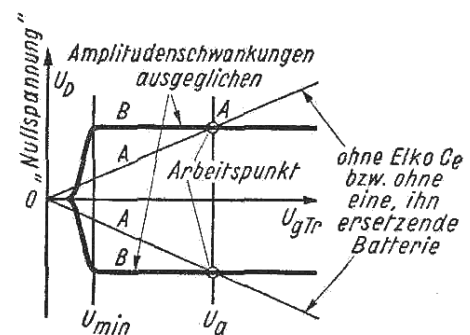


Bild 4

schwächer als für Gleichbleiben dieser Spannung. C_e gleicht so – im Zusammenwirken mit einem bestimmten Gesamtwidestand (Gleichrichter-Innenwidestände, wozu auch R_3 beiträgt, mit R_{S1} und R_{S2}) – kurzzeitige Amplitudenschwankungen aus. Die Gleichrichter-Innenwidestände sind spannungsabhängig. Daher läßt sich ein Ausgleich der Amplitudenschwankungen der Hf-Spannung nur für einen Wert dieser Spannung erreichen. Die Treiberröhre wirkt mit steigender Hf-Spannung mehr und mehr als Begrenzer. Demgemäß bemißt man R_{S1} , R_{S2} und R_3 für Amplitudenunabhängigkeit bei geringerem Wert der Hf-Spannung.

Durch C_e werden lediglich solche Schwankungen ausgeglichen, deren Dauer klein gegen die Zeitkonstante $2RC_e$ bleibt. Man macht diese etwa gleich 80 ms. C_e wirkt sich nur aus, falls die Hf-Spannung den Wert $U_{\min}$ nicht unterschreitet. Unter diesem Wert setzt schließlich die Gleichrichtung aus. Dafür wird U_D zu Null. $U_{\min}$ wird kleiner, wenn man den Resonanzwidestand des Sekundärkreises erhöht.

Der „Bereich“ der Unterdrückung der Amplitudenschwankungen wird in Bruchteilen $(U_a - U_{\min}) / U_a$ ausgedrückt. U_a gehört zum „Arbeitspunkt“ des Gleichrichters (Bild 4). Der Bereich wächst mit dem Verhältnis des Sekundärkreis-Resonanzwidestandes zum Lastwidestand $2R$.

Maß für die Unterdrückung der Amplitudenschwankungen

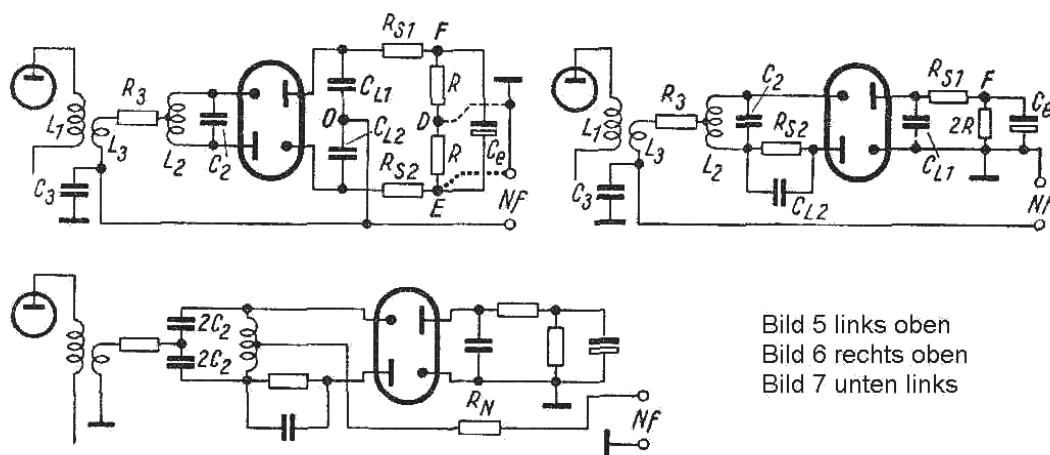
Dieses Maß – „AM-Unterdrückung“ genannt – ist das Verhältnis der NF-Ausgangsspannung des Gleichrichters bei einem bestimmten Prozentsatz des Frequenzhubes von 75 kHz zur NF-Ausgangsspannung bei dem gleichen Prozentsatz der Amplitudenmodulation. Übliche Werte sind: 22,5 kHz und 30% (Modulationsfrequenzen 50 Hz und 800 Hz).

Da die AM-Unterdrückung von der Verstimmung abhängt, mißt man sie einmal für die Resonanzfrequenz und einmal als Mittelwert. Zu letzterem wird mit 75 kHz-Hub gewobbelt und proportional umgerechnet.

Ausgeführte Schaltungen

In der Schaltung nach Bild 1 stört, daß beide Elko-Pole Spannung gegen Masse haben. Verlegt man die Masseverbindung von Punkt 0 nach Punkt D, so kann man an Punkt F (**Bild 5**) die halbe Elko-Spannung als Regel- oder Anzeigespannung abgreifen. Die Verbindung von L_3 nach Masse wird hier für Hf durch den Kondensator C_3 (300 pF) erzielt. Verbindet man (Bild 5) E statt D mit Masse, so ist an F die volle Elkospannung verfügbar. Bei HF-Gleichrichtern mit einer Kathode an Masse schaltet man nach **Bild 6**. Hier sind C_{L2} und R_{S2} verlegt!

Bild 7 ist gegen Bild 6 durch Kapazitäts-Mittelabgriff abgewandelt. R_N ($\geq 100k\Omega$) verhindert HF-Kurzschluß über den NF-Ausgang.



Dimensionierung

Folgende Forderungen sind nach Möglichkeit zu erfüllen:

1. Abweichungen der Umwandlerkennlinie von einer Geraden im Bereich von ± 75 kHz höchstens einige %.

2. Große Empfindlichkeit bezogen auf Elkospannung, hohe Nf-Spannung bezogen auf Frequenzhub und Elkospannung, gute „mittlere AM-Unterdrückung“.
3. Ausgleich großer Amplitudenschwankungen, wie sie durch Zündfunken verursacht werden.
4. Für Elko-Spannung – abhängig von der Frequenz – nur ein Maximum, damit magisches Auge als Abstimmhilfe dienen kann.
5. Stark verminderte Einflüsse der Streuungen der Röhren, der Schaltelemente und des Umwandelfilters.

Forderung 1 bedingt einen „Spitzenabstand“ der Umwandlerkennlinie von mindestens $\pm 120 = 240$ kHz. Dieser wird durch die Kopplung L_1/L_2 eingestellt. Festere Kopplung vergrößert den gradlinigen Bereich, verringert aber die Empfindlichkeit.

Forderung 2 erfüllt man mit geringer Leerlaufdämpfung des Sekundärkreises. Erreichbar sind – je nach Aufwand – 0,8 bis 1%.

Die Dämpfung durch $2R$ soll wenigstens gleich der Leerlaufdämpfung sein. Größere Lastdämpfung verbessert den Bereich der AM-Unterdrückung, verringert aber die Empfindlichkeit.

L_1 wird – zwecks hoher Empfindlichkeit – groß gewählt (Grenzfall: Resonanz mit Ausgangskapazität der Treiberröhre). Geringes Verstimmen dieses Kreises bei Röhrenwechsel ist unkritisch.

Wegen Forderung 3 soll die Streuinduktivität zu L_3 klein, also die Kopplung L_1 / L_3 fest sein. Hoher Empfindlichkeit zuliebe macht man das Windungszahl-Verhältnis $L_1 : L_3$ gleich 6 : 1 bis 9 : 1. L_1 und L_3 sind im gleichen Wickelsinn und mit ihren kalten Enden übereinanderzuwickeln, wodurch gegenseitiges kapazitives Beeinflussen vermindert wird. Wegen Forderung 4 ist weiter R_3 mit 50 bis 100 Ω nötig. (Bei zu starker Krümmung der in Bild 4 waagerechten Kennlinienteile muß R_3 größer gewählt werden. Das aber vermindert die Empfindlichkeit.)

Bei einer Steuerwechselspannung der Treiberröhre, etwa eine Größenordnung unter dem Einsatz der Pentodenbegrenzung, ändert man R_{S1} und R_{S2} , bis die „mittlere AM- Unterdrückung“ ihr Optimum hat.

Ist nun Forderung 4 nicht erfüllt, so vermindert man R . Notfalls ändert man L_3 . Letzteres beeinflusst die übrige Dimensionierung. Auf alle Fälle sinkt hierbei die Empfindlichkeit.

Nun handelt es sich noch um die Forderung 5:

C_2 wählt man wegen Streuung der Röhren- und Schaltkapazitäten ungern kleiner als 30 pF, lieber 50 pF. Leider ergibt höheres C_2 geringere Empfindlichkeit. Aus C_2 und Betriebsfrequenz folgt L_2 . Deren Mittelabgriff soll so genau gelegt sein, daß die Unterschiede zwischen beiden Teilen höchstens 2% erreichen.

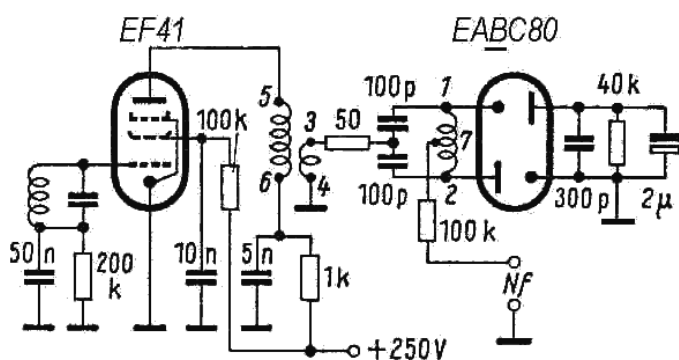


Bild 8

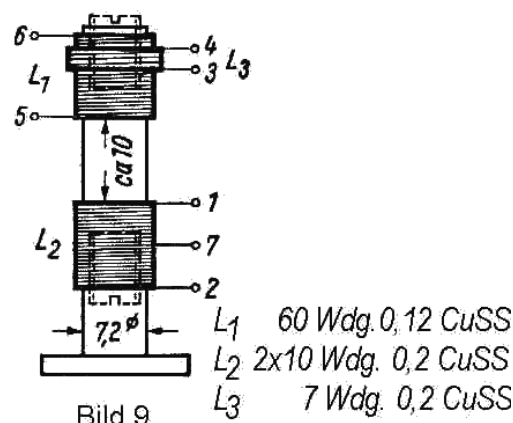


Bild 9

Bild 8 gibt ein Dimensionierungs-Beispiel. Hier sind die R_{S1} und R_{S2} gleich Null. **Bild 9** zeigt den Aufbau des Umwandelfilters. Alle Spulen haben gleichen Wicklungssinn und Ferrit-Abgleichkerne mit 6 mm Durchmesser. Material und Aufbau der Spule müssen so gewählt werden, daß im Laufe der Betriebszeit keine Abmessungsänderungen eintreten können.

TELEFUNKEN Laborbuch Band 1
5. Ausgabe 1962 – TELEFUNKEN GMBH, Ulm/Donau
