

Anwendung

Stereo-Verstärker müssen für eine höhere Gesamtverstärkung ausgelegt werden, da die vom Stereo-Tonabnehmer abgegebene Signalspannung kleiner ist als beim normalen Tonabnehmer und da der notwendige Pegelausgleich in beiden Kanälen eine gewisse Verstärkungsreserve verlangt. Man ist daher gezwungen, zwei NF-Vorstufen vorzusehen.

Für größere Sprechleistung lassen sich Stereo-Verstärker mit bereits vorhandenen Vorverstärker- und Leistungsröhren realisieren. Bei mittleren Sprechleistungen ist es wirtschaftlicher, Endstufe und zweite NF-Vorstufe in einem Kolben zu einer Verbundröhre zusammenzufassen, da dann nur zwei Röhren je Kanal benötigt werden. Man verwendete daher für mittlere Sprechleistung bisher die Verbundröhre ECL 82 (bzw. PCL 82), die ursprünglich für Vertikal-Ablenkschaltungen im Fernsehempfänger entwickelt wurde. Leider ergibt sich damit für die NF-Vor- und -Endverstärkung im Stereo-Verstärker eine zu kleine Spannungsverstärkung der Triode und eine relativ niedrige Ausgangsleistung. Außerdem ist für diesen Verwendungszweck die Heizleistung relativ groß, da die Röhre ja für den bei Impulsbetrieb notwendigen hohen Katoden-Spitzenstrom bemessen wurde.

Es wurde daher eine neue Verbundröhre für NF-Vor- und -Endverstärkung in Noval-Technik erforderlich, die bei einer für den Noval-Kolben maximal zulässigen Verlustleistung die Forderungen der Stereo-Technik optimal erfüllt und zudem (in P-Ausführung) den seit längerer Zeit bestehenden Wunsch nach einer leistungsfähigeren Verbundröhre für den Fernseh-Tonkanal befriedigt.

Mit der Triode-Pentode ECL 86 steht eine speziell für Stereo-Verstärker mittlerer Leistung entwickelte Verbundröhre zur Verfügung, deren Triode in ihren wesentlichen Daten ($\mu = 100$) einem System der ECC 83 entspricht und deren Pentode leistungsmäßig ($N_{a,max} = 9 \text{ W}$) zwischen den Typen EL 95 und EL 84 liegt. Sie läßt sich in Eintakt- und Gegentakt-Schaltungen für Stereo- und einkanalige Wiedergabe gleich gut einsetzen und wird so allen Qualitätsanforderungen gerecht.

Die Type PCL 86 mit 300 mA Serienheizung ($U_f = \text{ca. } 14,5 \text{ V}$) wurde für den Einsatz im Fernseh-Tonkanal geschaffen.

Aufbau

Das Entwicklungskonzept der ECL 86/PCL 86 sah für die Pentode eine maximale Anodenverlustleistung von 9 W und für die Gesamtschaltung Triode und Pentode, bei einer 2,5fachen Verstärkungsreserve für Gegenkopplung, eine Eingangs-Empfindlichkeit von 10 mV ($N \sim = 50 \text{ mW}$) vor.

Für die konstruktive Ausbildung der Röhre (Bilder 1 und 2) waren die Forderungen nach einer möglichst kleinen Heizleistung, einer guten Mikrofonie-Sicherheit, einem großen Brumm-Störabstand (60 dB) und einer der hohen Verstärkung angepaßten guten Entkopplung der beiden Systeme ausschlaggebend.

Das Triodensystem wurde gegenüber dem Pentodensystem wesentlich verkürzt. Damit ergab sich eine erhöhte Mikrofonie-Sicherheit und eine kleine Streukapazität zwischen den oberen Elektrodenenden der beiden Systeme.

Zur guten Einhaltung des geforderten Brumm-Störabstandes und zur guten Entkopplung der beiden Systeme wurden die kritischen Kapazitäten zwischen Gitter und Faden der Triode einerseits und zwischen Gitter der Triode und Anode der Pentode andererseits durch Abschirmbleche, die an der Zuführung des Trioden-Gitters zwischen Unterglimmer und Preßsteller angebracht sind, klein gehalten (Bild 1). Außerdem wurde die Sockelschaltung so gewählt, daß diese kritischen Kapazitäten durch die Röhrenfassung nicht wesentlich vergrößert werden können. Der Gitteranschluß der Triode ist daher so gelegt, daß er bei größtmöglichem Abstand von den beiden Fadenanschlüssen dem Anodenanschluß genau gegenüberliegt und durch das geerdete Mittelröhrchen der Fassung gegen ihn abgeschirmt wird.

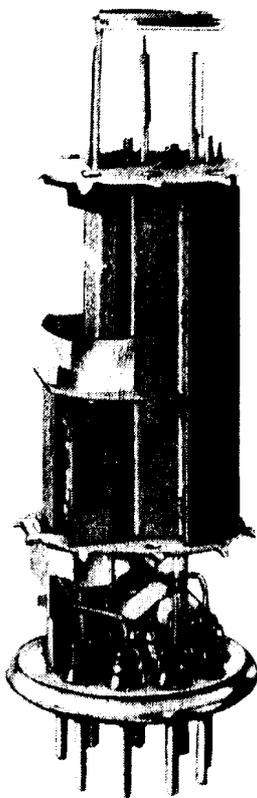


Bild 1. Systemaufbau der ECL 86 (PCL 86)

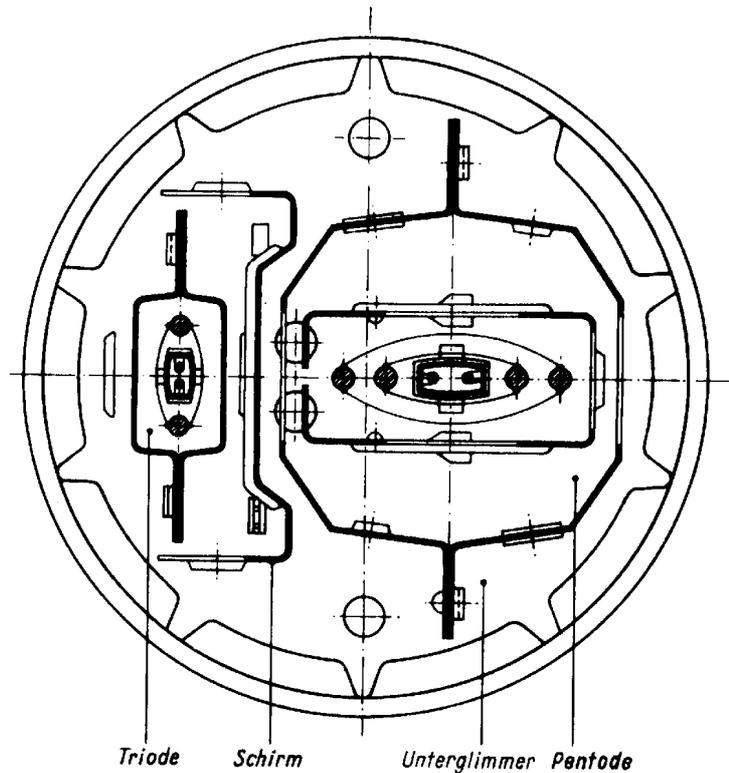


Bild 2. Querschnitt durch Trioden- und Pentodensystem der ECL 86

Ein Schaltungsbeispiel

Als Anwendungsbeispiel für die ECL 86 zeigt **Bild 3** die Schaltung eines aus Vor- und Endstufe bestehenden NF-Verstärkers, der bei einer Eingangsspannung von nur 87 mV (voll aufgedrehter Lautstärkereger) eine Ausgangsleistung von etwa 3,6 W, bezogen auf 10% Klirrfaktor, abgibt.

Die Gittervorspannung der Vorstufe wird zur Erzielung eines größtmöglichen Brumm-Störabstandes mit Hilfe eines hochohmigen Gitterableitwiderstandes ($R_g = 10 \text{ M}\Omega$) erzeugt und die Katode des Triodensystems an Masse gelegt.

Zur Verringerung des Klirrfaktors sind zwei getrennte Spannungs-Gegenkopplungswege vorgesehen, und zwar von der Anode der Pentode (über $4,7 \text{ M}\Omega$) zum Gitter der Pentode sowie von der Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers (über ein R/C-Netzwerk) zu dem am Verstärker-Eingang zwischen Fußpunkt des Lautstärkereglers und Masse liegenden Einkoppelwiderstand (110Ω). Der zweite Gegenkopplungsweg bewirkt durch die Frequenzabhängigkeit des R/C-Netzwerkes bei zurückgedrehtem Lautstärkereger eine Absenkung der mittleren Frequenzen, also eine gehörriichtige Lautstärkeregelung. Im gleichen Sinn wirkt auch das zwischen dem Abgriff des Lautstärkereglers und Masse liegende R/C-Glied ($10 \text{ nF}/51 \text{ k}\Omega$).

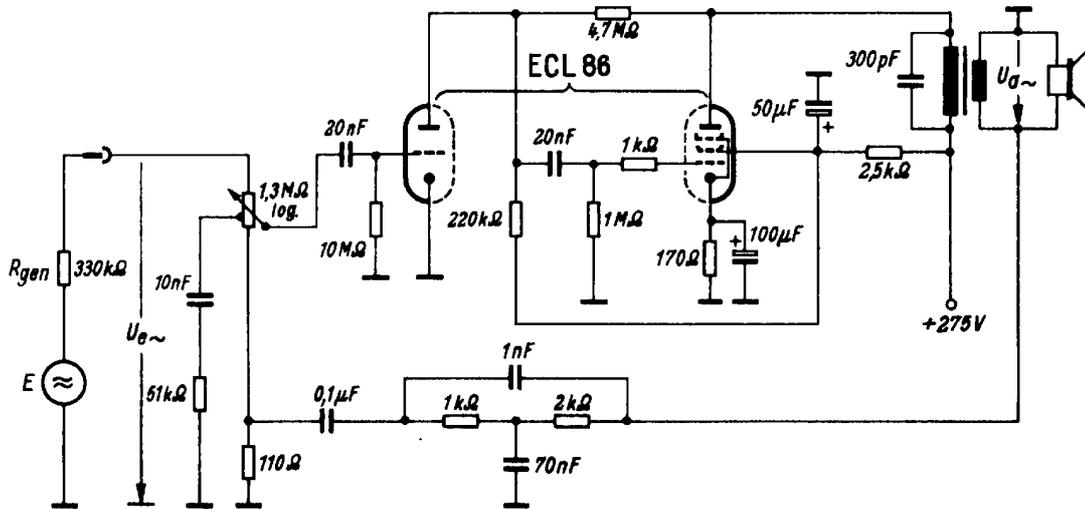


Bild 3. Die ECL 86 als NF-Vor- und -Endverstärker

Die Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung ist für verschiedene Stellungen des Lautstärkereglers

($\frac{R}{R_{max}} = 1, \frac{1}{5}, \frac{1}{10}, \frac{1}{50}$) in Bild 4 dargestellt. Dazu wurde bei den Eingangsspannungen 2, 10, 20,

100 mV die Ausgangsspannung an der mit dem Schwingspulen-Ersatzwiderstand (4 Ω) belasteten Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers in Abhängigkeit von der Frequenz gemessen. Der Lautstärkereglers wurde bei 2 mV Eingangsspannung voll aufgedreht und bei den übrigen Eingangsspannungen jeweils so weit zurückgedreht, daß sich bei 1 kHz die gleiche Ausgangsspannung ergab. Die Bilder 5 und 6 zeigen die erforderliche Eingangsspannung und den Klirrfaktor bei 1 kHz in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung (an der Primärseite des Übertragers gemessen) und von der Stellung des Lautstärkereglers.

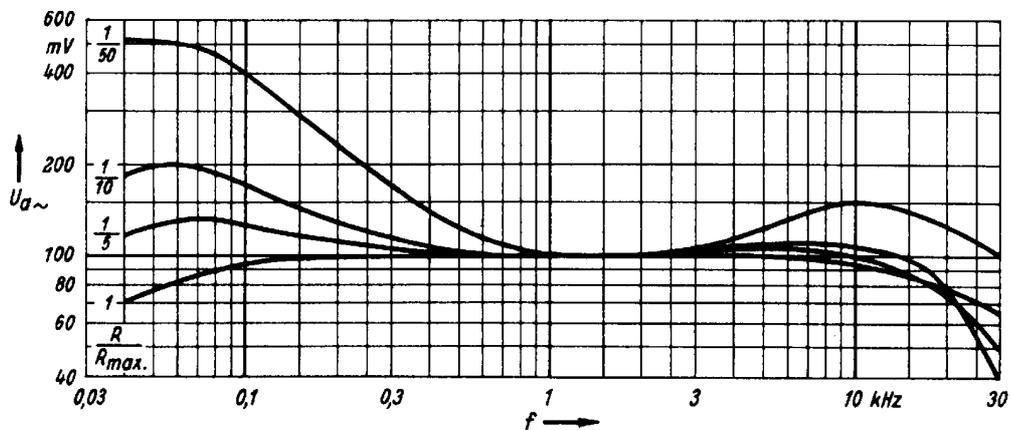


Bild 4. Frequenzabhängigkeit der Ausgangsspannung bei verschiedenen Stellungen des Lautstärkereglers

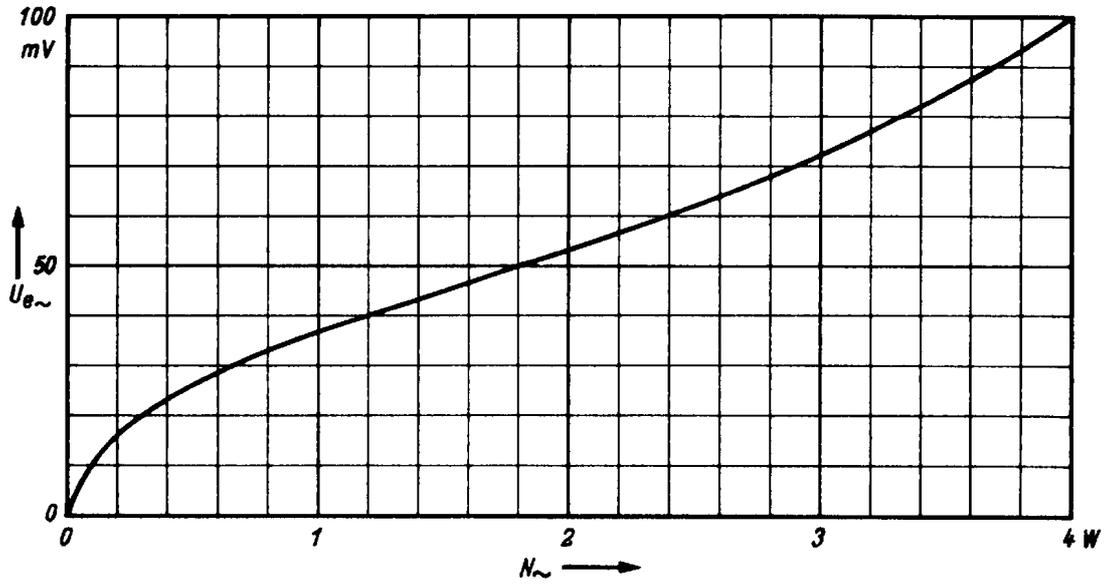


Bild 5. Eingangsspannung bei $f = 1$ kHz in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung (Lautstärkeregl. voll aufgedreht)

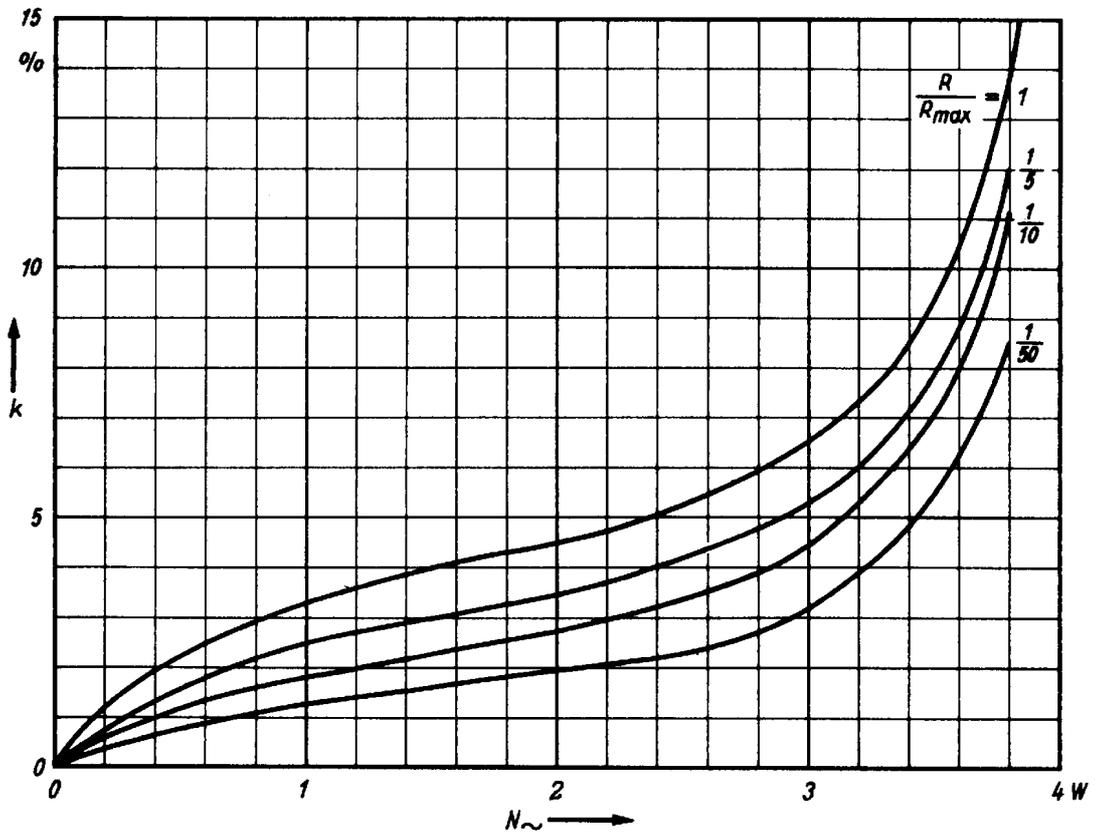


Bild 6. Klirrfaktor bei $f = 1$ kHz in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung, für verschiedene Stellungen des Lautstärkereglers