

PC und Software - Hilfsmittel zum Verständnis alter Radio-Schaltungen

Teil 3: PHILIPS Aachen-Super D 57 von 1938

Hermann Freudenberg, Netphen, GFGF

Erschienen in FUNKGESCHICHTE Nr. 121 (1998)

Von Hermann Freudenberg im Januar 2002 bearbeitet für <http://www.radiomuseum.org/>

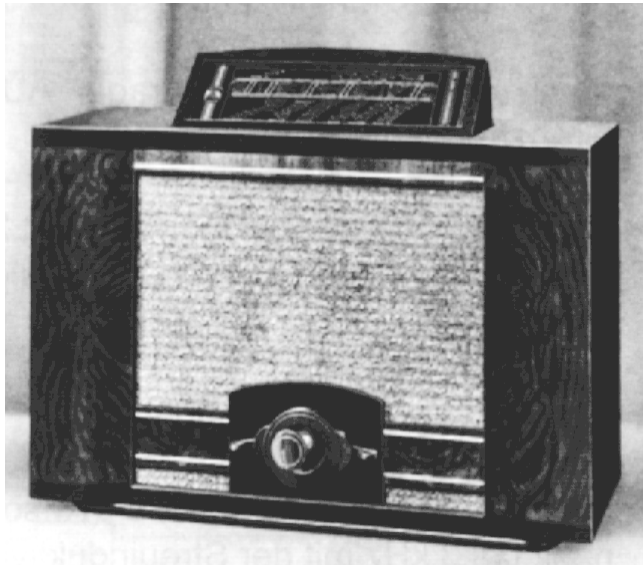


Bild 1: Aachen-Super D 57 (aus [1])

Philips verwendete schon in den Vorkriegsgeräten häufig Induktivitäten in den Gegenkopplungsnetzwerken der NF-Teile. Da der Verfasser bezüglich der Wirkungsweise dieser Schaltungen schon häufig falsche Theorien hörte, soll am Beispiel des Aachen-Supers D 57 ein NF-Verstärker mit zwei Induktivitäten im Gegenkopplungsnetzwerk mit PSpice untersucht werden. Eine kurze Beschreibung des Gerätes gab *F.P. Proff* in FG Nr. 97 [2].

Das Schaltbild des Gerätes findet sich u.a. in [3] bzw. [4]. Davon abgeleitet zeigt Bild 3 die Wechselstromersatzschaltung des Simulationsmodells für den NF-Teil vom Demodulator bis zum Lautsprecher (max. Höhen- und Tiefenanhebung), eingegeben und gezeichnet mit dem Schematics Editor von PSpice. Der Demodulator (Dreiodenschaltung mit ABC 1) des Schaltbildes ist ersetzt durch die Spannungsquelle V mit

dem Innenwiderstand R_{iDem} . Über den Höhensteller $R2/C2/R3/C3$, der das Potentiometer $2 \times 300k\Omega$ ersetzt, gelangt die Niederfrequenz an die als Triode geschaltete AF 7, simuliert durch die spannungsgesteuerte Stromquelle G1 mit $S = 2 \text{ mA/V}$, $C_{agF} = 2 \text{ pF}$ und $R_{iF} = 14 \text{ k}\Omega$.

Von dem Anodenwiderstand R6 der AF 7 gelangt die verstärkte Niederfrequenz über den Kopplungskondensator C5 an die Endröhre AL 4, hier ersetzt durch die spannungsgesteuerte Stromquelle G2 mit $S = 9 \text{ mA/V}$ und $R_{iL} = 50 \text{ k}\Omega$; die Gitteranodenkapazität wird hier vernachlässigt. Die Schaltkapazitäten sind bei beiden Röhren zu $C_{schF} = C_{schL} = 50 \text{ pF}$ angenommen worden.

Der Frequenzgang wird im wesentlichen bestimmt

- bezüglich der tiefen Frequenzen

- durch die Gitterkombinationen C1/R1 und C5/R7; Grenzfrequenz ca. 30 Hz
- durch den Ausgangsübertrager AÜ; Grenzfrequenz ca. 60 Hz
- durch die Gegenkopplung $R9||C8||L2$ (Längsweig) und $R5||L1$ (Querweig im Katodenkreis der AF 7)

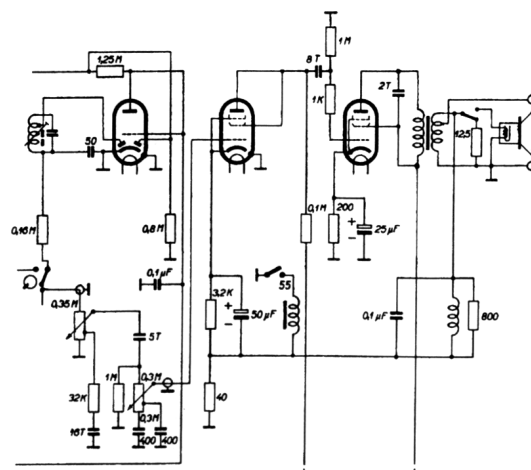


Bild 2: Schaltungsauszug der Demodulator-, NF- und Endstufe (aus [3])

- bezüglich der hohen Frequenzen

- durch den Kondensator C6 (Resonanz bei 3 kHz mit der Streuinduktivität des Ausgangsübertragers AÜ); Grenzfrequenz ca. 4 kHz
- durch die Gegenkopplung R9||C8||L2 (Längszweig) und R5/L1 (Querzweig im Katodenkreis der AF 7)

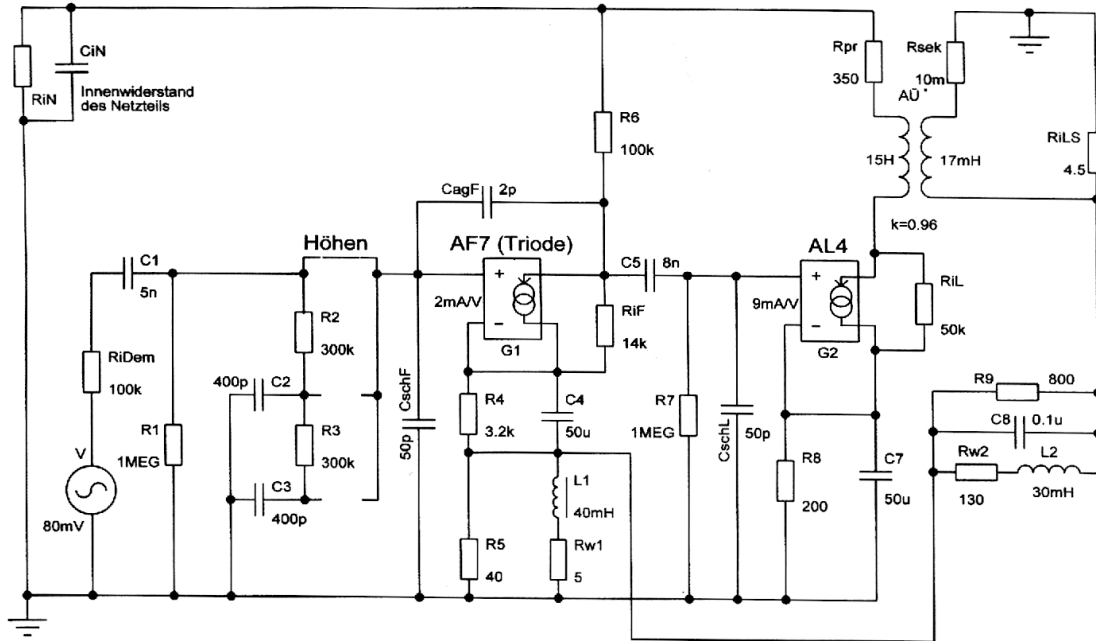


Bild 3: Philips Aachen-Super D 57. Wechselstromersatzschaltung und Simulationsmodell, editiert mit Schematics von Pspice (Reglerstellung: max. Höhen- und Tiefenanhebung)

Gegenkopplung

Die Gegenkopplung wirkt von der Lautsprecherwicklung des Ausgangsübertragers AÜ über den Längszweig des Gegenkopplungsnetzwerkes mit dem Parallelresonanzkreis C8||L2 und dem parallel geschalteten Widerstand R9 auf die Parallelschaltung von R5 und L1 im Katodenkreis der AF 7.

Die Resonanzfrequenz von C8||L2 beträgt 2,91 kHz; bei der Resonanzfrequenz ist der Widerstand von C8||L2 groß gegen den Widerstand R9. In der Nähe der Resonanzfrequenz wird deshalb die Gegenkopplung bestimmt durch R9. Es erfolgt eine Höhenanhebung bei 2,9 kHz, die Höhenanhebung durch die Streuresonanz von AÜ bei 3 kHz wird also durch die geringere Gegenkopplung verstärkt. Bei 3 kHz beträgt der induktive Widerstand der Katodeninduktivität L1 etwa 380 Ω; er ist damit groß gegen den Widerstand R5; bei Frequenzen um 3 kHz ist also die Gegenkopplung bestimmt durch einen Spannungsteiler, gebildet aus R9 und R5.

Bei Frequenzen oberhalb 3 kHz wird die Gegenkopplung bestimmt durch den abnehmenden Scheinwiderstand von C8 (160 Ω bei 10 kHz) und R5 = 40 Ω.

Bei niedrigen Frequenzen (< 100 Hz) wird der induktive Widerstand von L1 bzw. L2 klein gegen die Parallelwiderstände R5 bzw. R9; damit wird die Gegenkopplung jetzt bestimmt durch die Wicklungswiderstände Rw1 = 5 Ω und Rw2 = 130 Ω; es erfolgt eine Anhebung der tiefen Frequenzen durch die gegenüber dem mittleren Frequenzbereich kleineren Gegenkopplung. Aus dieser Betrachtung erkennt man die Bedeutung der Wicklungswiderstände der beiden Induktivitäten L1 und L2; es wird deutlich, warum L1 als niederohmige Drossel mit Eisenkern (Wicklungswiderstand Rw1) und L2 als Luftspule mit großem Wicklungswiderstand Rw2 ausgeführt sind.

Bild 4 zeigt die mit PSpice berechnete Wechselspannung an der Katode der AF 7 (Knoten L1/R5), wenn an der Sekundärwicklung des Ausgangsübertragers AÜ eine Wechselspannung von 1 V anliegt; das Bild veranschaulicht die Wirkungsweise des Gegenkopplungsnetzwerkes. R4||C4 dient nur der Erzeugung der Gittervorspannung und ist für die Gegenkopplung ohne Bedeutung.

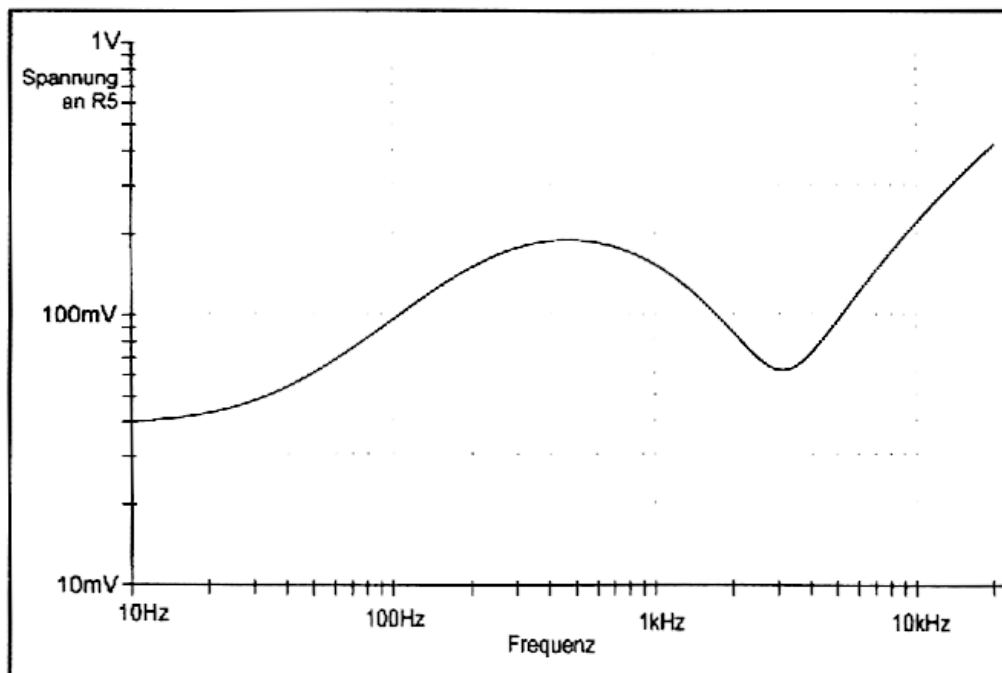


Bild 4: Philips Aachen-Super D 57: Gegenkopplungsspannung an der Katode der AF 7 (Knoten L1/R5) bei 1 V Wechselspannung an der Lautsprecherschwingpule bei maximaler Bassanhebung

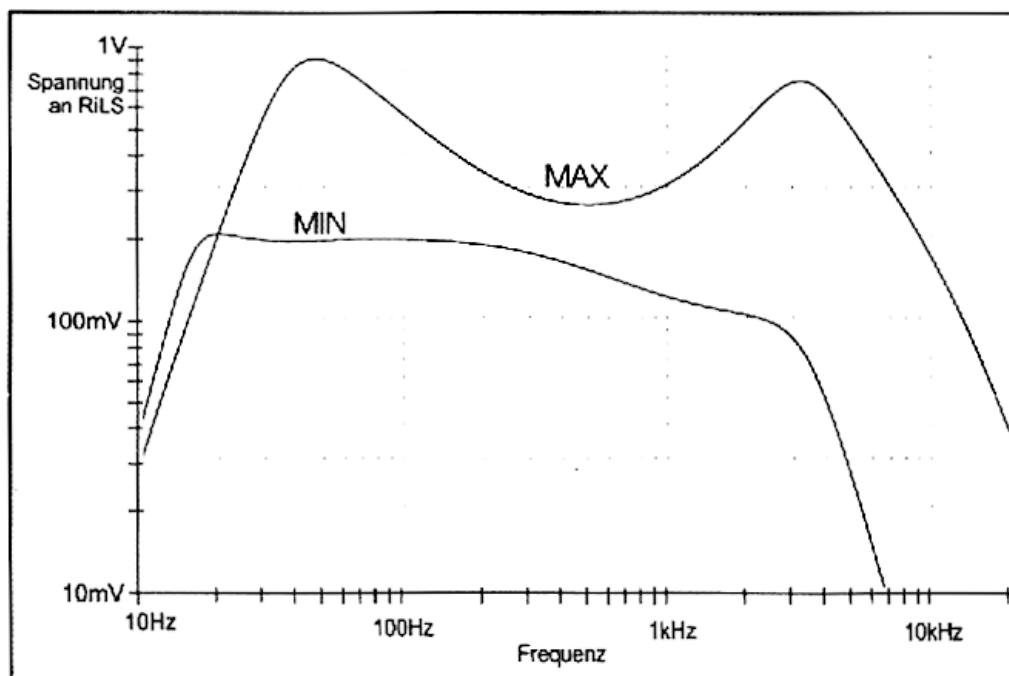


Bild 5: Philips Aachen-Super D 57: NF-Frequenzgang für maximale Anhebung (MAX) und maximale Absenkung (MIN) der Höhen und Tiefen

Frequenzgang

In Bild 5 ist der Frequenzgang des NF-Verstärkers dargestellt, mit PSpice entsprechend Bild 3 berechnet und gezeichnet. Kurve MAX zeigt den Frequenzgang mit maximaler Höhen- und Tiefenanhebung (Verbindung C1/R1 nach CschF/G1+; Rw1 an Masse), Kurve MIN den Frequenzgang bei maximaler Höhen- und Tiefenabsenkung (Verbindung C3/R3 nach CschF/G1+, Rw1 von Masse getrennt). Man erkennt die wirkungsvolle Bassanhebung, und man erkennt weiter, dass die obere Grenzfrequenz der eingeschränkten Bandbreite der AM-Sender und der Schellack-Schallplatten der Vorkriegszeit entspricht.

Literatur

- [1] Philips: Prospekt „Weltempfänger der Tonwunder-Reihe“, Empfängerprogramm 1938-39
- [2] *Profit, F.P.*: Philips „Aachen-Super D 57“. FUNKGESCHICHTE Nr. 97 (1994) S. 183-185
- [3] *Schenk, W.A.*: Empfänger-Vademecum. Bd. 14 PHILIPS, S. 1370-1371
- [4] *Lange, H., Nowisch, H.K.*: Empfänger-Schaltungen der Radio-Industrie. Band VI. Fachbuchverlag, Leipzig 1956