

§ 3. Die Oktode als Kaskade-Umkehrrohre

Der Ausdruck „Kaskade“ ist hier benutzt, um den Unterschied zu einer anderen Oktodenschaltung, die noch in § 6 besprochen werden soll, anzudeuten. Die hier zu besprechende Kaskadenstufe kann man sich aus jener von Abb. 11 abgeleitet denken, wobei nicht nur die beiden Vorröhren in *einem* Kolben untergebracht sind, sondern sie selbst einen gemeinschaftlichen Elektronenstrom besitzen. Das Prinzip läßt sich mit Hilfe von Abb. 15 erklären. Wird dem ersten Gitter ein NF-Signal zugeführt, so steuert dieses den Strom aller positiven Elektroden, also auch jene der Gitter 3 und 5, welche bei der Oktode innen miteinander verbunden sind.

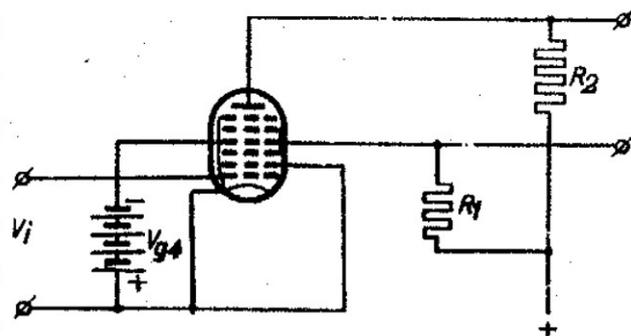


Abb. 15. Prinzipschaltbild der Oktode als Phasenumkehrrohre.

Das System Kathode, Gitter 1, Gitter 3 sowie 5, ist nun als Triode aufzufassen (Gitter 2 wird mit der Kathode verbunden, so daß es unbeachtet bleiben kann). Wie sich nun zeigt, ist es möglich, mit dieser Kombination eine 10- bis 12fache Verstärkung zu erzielen. Sie ist zwar nicht groß, aber doch hinreichend, um mit dem Signal einer Diode oder eines Tonabnehmers eine Endröhre, wie die EBL 21 oder EL 41, auszusteuern. Am Widerstand R_1 können, bei geringer Verzerrung, Spannungen von 10 bis 12 V_{eff} erhalten werden.

Für die eigentliche Umkehrrohre dient nun die Raumladung vor dem negativen vierten Gitter als Kathode, das fünfte Gitter als Steuerelektrode, und die Anode als Anode. Die Elektronen, die unter Einfluß des positiven dritten Gitters von der Kathode zur Anode wandern und dabei das dritte Gitter passiert haben, finden dahinter das vierte negative Gitter. Letzteres bremst einen Teil der Elektronen ab, und diese Elektronen bilden zwischen den Gittern g_3 und g_4 eine Raumladung, die man als „virtuelle“ Kathode für das dahinterliegende weitere System bezeichnet. Tatsächlich bezieht das fünfte Gitter aus diesem Vorrat einen Strom, der bei normalem Gebrauch der Oktode durch das vierte Gitter gesteuert würde.

In diesem Fall wird jedoch das vierte Gitter auf konstanter Spannung gehalten, und das fünfte Gitter, das mit dem dritten verbunden ist, führt eine Wechselspannung. Diese Spannung steuert also den Anodenstrom, und am Kopplungswiderstand R_2 entsteht nun eine Wechselspannung, in Gegenphase zur Steuerspannung an Gitter 3 + 5. Beim richtigen Wert für R_2 können die Spannungen über R_1 und R_2 einander gleichgemacht werden.

Nach dieser Betrachtung kann die Frage aufkommen, ob die direkte Steuerung von Gitter 1 den gewünschten Einfluß auf den Anodenstrom

nicht völlig oder teilweise aufheben kann. Daß dies glücklicherweise nicht den Fall ist, sieht man folgendermaßen ein. Außer dem Gitter 1 steuert auch Gitter 3 den von der Kathode emittierten Strom, und zwar μ_1 -mal so wenig wie Gitter 1 (μ_1 ist der Verstärkungsfaktor des Systems k , g_1 , g_3). Die Spannung an Gitter 3 ist entgegengesetzt derjenigen von Gitter 1, und bei dem großen Wert von R_1 beinahe μ_1 -mal so groß. Auf diese Weise wird die Steuerwirkung auf den Anodenstrom durch Gitter 1 nahezu aufgehoben durch die von Gitter 3. Eine vollständig entwickelte Schaltung dieser Vorstufe ist in Abb. 16 für die Röhren AK 2 und EK 2 gegeben.

Folgende Bemerkungen seien hier noch hinzugefügt :

1. Da das vierte Gitter in bezug auf die Anode große Steilheit besitzt, darf sich an ihm keine Wechselspannung befinden. Es wird deshalb kapazitiv mit der Kathode verbunden. (C_{o4} in Abb. 16).
2. Bei Anwendung von Gegenkopplung (Kapitel IX) muß diese nicht in der Kathodenleitung, sondern an dem ersten Gitter angebracht werden. Durch Gegenkopplung in der Kathodenleitung würde das Gleichgewicht in der Gegentaktschaltung gestört werden, wodurch der Gewinn an Verzerrungsfreiheit wieder zunichte gemacht würde.
3. Das maximal zulässige Signal zwischen Gitter 1 und Kathode beträgt 0,8 bis 1 V_{eff} .
4. Das zweite Gitter ist eventuell als Detektordiode verwendbar.

Die in einem praktischen Fall auftretende Verzerrung ist in Abb. 17 für eine Umkehrstufe mit der Röhre EK 2, welche zwei Röhren EL 6 steuert, gezeigt. Die Anodenspannung der Endröhren ist 350 V, die Schirmgitterspannung 275 V, und es ist eine 5fache Gegenkopplung angebracht. Dadurch ist zur vollständigen Aussteuerung eine Wechselspannung von 3 V_{eff}

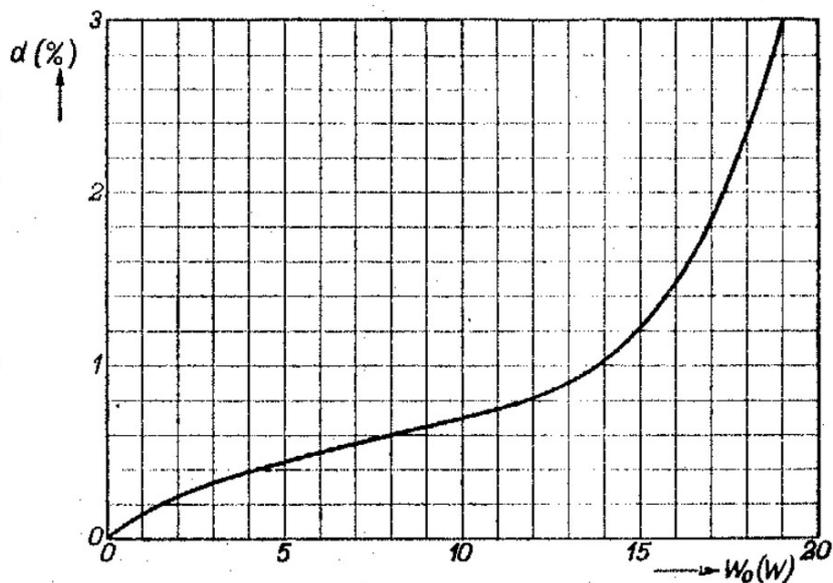


Abb. 17. Gesamtverzerrung als Funktion der Ausgangsleistung eines Verstärkers mit zwei Endröhren EL 6 in Gegentaktschaltung und mit der Röhre EK 2 in der Schaltung von Abb. 16.

an den Eingangsklemmen der Umkehrstufe erforderlich (zwischen Gitter 1 und Kathode bleibt also 0,6 V übrig).

Dank der Gegenkopplung erhält man also eine niedrige Verzerrung, jedoch auf Kosten einer ziemlich hohen Eingangsspannung. Ein Tonabnehmer wäre nur unter Zwischenschaltung einer zusätzlichen Verstärkerstufe verwendbar. Vom Gesichtspunkt der Empfindlichkeit ist diese Umkehrstufe also nicht als ideal zu bezeichnen.

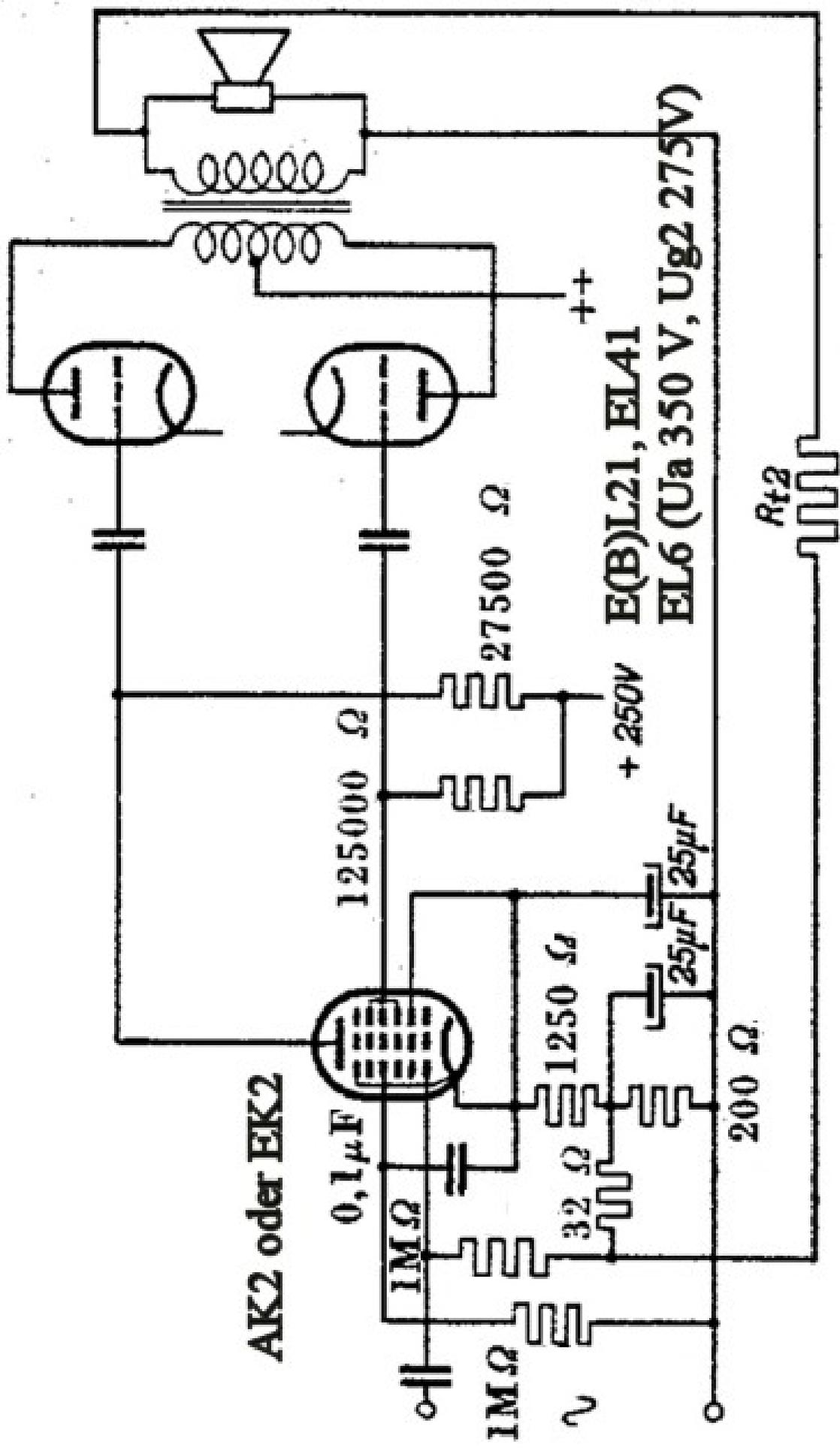


Abb. 16. Schaltbild der Oktode als NF-Vorverstärker- und Phasenumkehröhre zur Steuerung einer Gegentaktestufe. Verstärkung etwa 12fach. Der Wert des Widerstandes R_{t2} ist abhängig von der erforderlichen Verstärkung und von der Gegenkopplung.

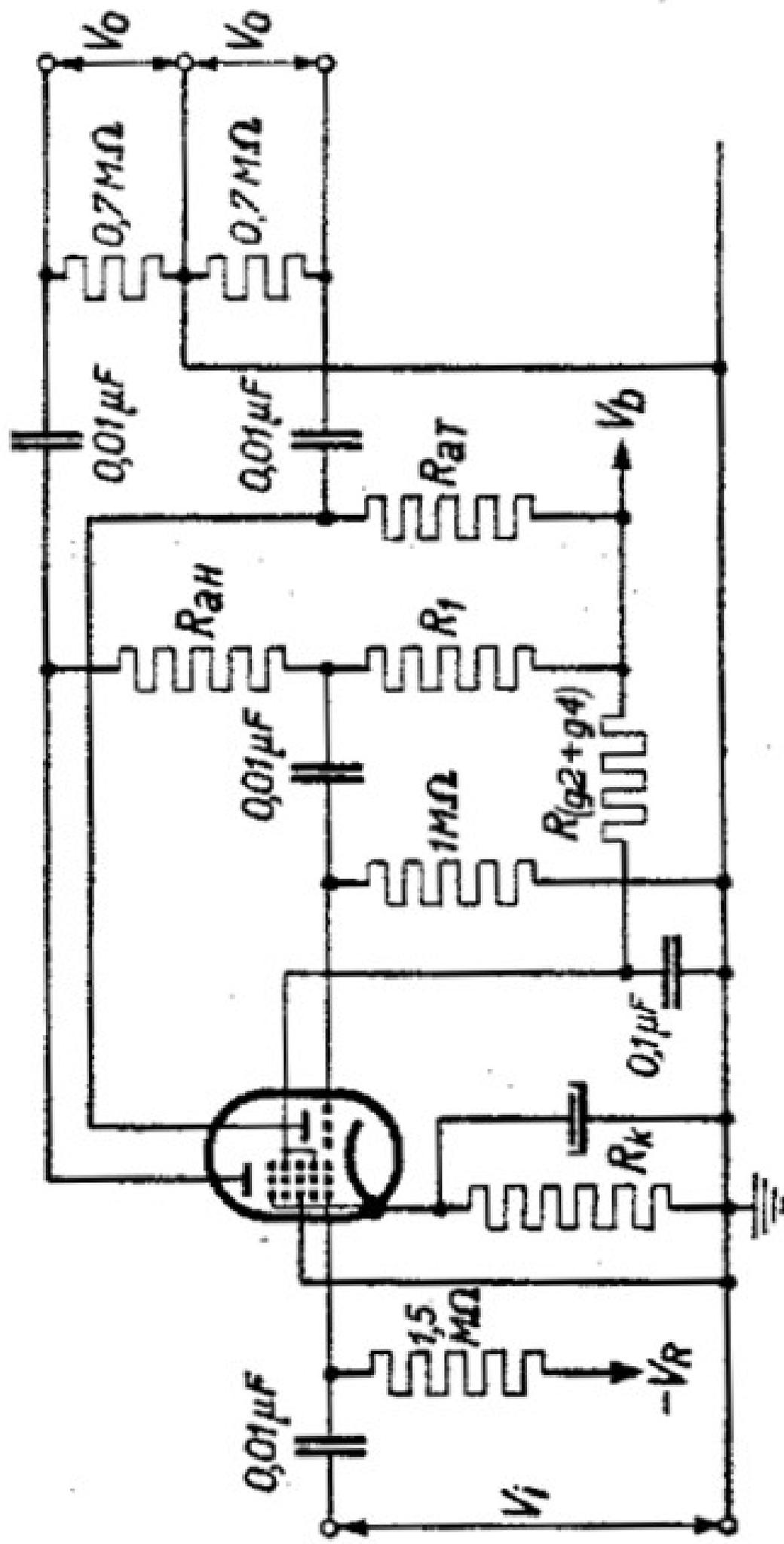


Abb. 12. Schaltbild einer NF-Vorverstärker- und Phasenumkehrstufe mit der Kombinationsröhre ECH 21. $V_b = 250 \text{ V}$; $R_k = 450 \Omega$; $R_{aH} = 0,1 \text{ M}\Omega$; $R_1 = 7000 \Omega$; $R_{aT} = 0,1 \text{ M}\Omega$; $R (g_2 + g_4) = 0,12 \text{ M}\Omega$.