

Ultralinear-Schaltung

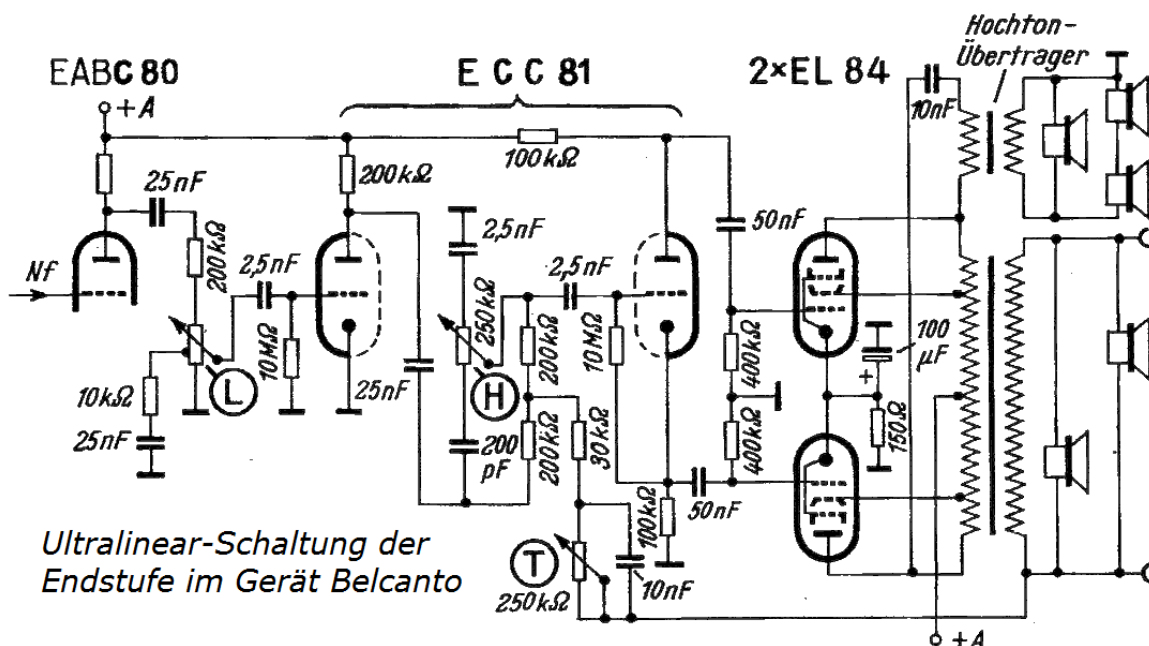
VON DIPL.-ING. ZIMMERMANN / GRAETZ KG

Seit Jahren wird in Rundfunkempfängern die Gegenkopplung zur Beeinflussung des Klangbildes und zur Verminderung des Klirrfaktors verwendet. Mit der Ausweitung des abgestrahlten Frequenzbandes durch UKW zeigt sich aber, daß die frequenzabhängige Gegenkopplung infolge der notwendigen Phasendrehung bei sehr tiefen und hohen Frequenzen in keiner Weise das Ideal darstellt, da die Gegenkopplung an den Enden des Frequenzbandes infolge der Anhebungen vermindert wird und somit der Klirrfaktor steigt.

Bei Truhen und sehr teuren Tischgeräten, bei denen ein erhöhter Aufwand preislich tragbar ist wäre es – um einen geringen Klirrfaktor zu erzielen – besser, insbesondere bei tiefen und hohen Frequenzen eine lineare und damit phasenreine Gegenkopplung zu verwenden und den gewünschten Frequenzgang durch ein RC-Netzwerk am Eingang des Nf-Verstärkers zu erreichen.

Eine Gegentaktendstufe ist mit einfachsten Mitteln durch eine Schirmgittergegenkopplung¹⁾, der sogenannten Ultralinear-schaltung, zu linearisieren. In bekannter Weise wird der Gegentakt-ausgangsübertrager auf der Primärseite an bestimmten Stellen angezapft und diese Anzapfungen werden mit den Schirmgittern der Endröhren verbunden. Unter geringfügiger Einbuße an Verstärkung ist auf diese Weise ein außerordentlich niedriger Klirrfaktor bei fast unverminderter Ausgangsleistung zu erzielen. Außerdem wird der Innenwiderstand des Verstärkers sehr klein, was sich wiederum günstig auf die Dämpfung der Eigenresonanz der angeschlossenen Lautsprecher auswirkt. Die Vorstufen des Nf-Verstärkers werden in sich selbst linear gegengekoppelt, um auch deren Klirrfaktor möglichst klein zu halten.

Eine derartige Anordnung haben die Graetz-Werke bei ihrer großen Truhe Belcanto gewählt, deren Nf-Teil im Bild wiedergegeben ist. Die Endstufe mit zwei Röhren EL 84 in Gegentakt ist wie vorherangegeben geschaltet, nur liegt noch parallel zum Ausgangsübertrager über 10 nF ein Hochtonübertrager, zur Speisung der Hochtonlautsprecher-Gruppe. Die Phasenumkehr für das Gegentaktsystem erfolgt durch die zweite Triode einer ECC 81 in der üblichen Art, indem jeweils die Hälfte der Spannung von der Katode und Anode abgenommen wird. Davor liegt das RC-Netzwerk zur Erzielung des gewünschten Frequenzganges, das durch zwei Potentiometer von je



Ultralinear-Schaltung der Endstufe im Gerät Belcanto

250 k Ω noch zusätzlich in den Bässen und Höhen geregelt werden kann. Um den Spannungsverlust dieses RC-Netzwerkes auszugleichen, ist ihm das erste System der ECC 81 als Nf-Verstärker vorgeschaltet. Nunmehr ist die Nf-Verstärkung insgesamt größer als es dem Verlust des Netzwerkes entspricht, so daß der Lautstärkereger, der zwischen der Triode der EABC 80 und dem ersten System der ECC 81 liegt, mit 300 k Ω relativ niederohmig gewählt werden durfte. Das hat den großen Vorteil, daß hohe Frequenzen infolge der Eigenkapazität der nachfolgenden Schaltung nicht geschwächt werden. Durch diesen Schaltungsaufbau verläuft der wiedergegebene Frequenzbereich von 40...15 000 Hz ungewöhnlich linear, wobei der Klirrfaktor bis zu einer Leistung von 12 W kleiner als 4% ist.

Durch die Kombination mit dem bewährten 4-R-System hat die Truhe Belcanto neben einer hervorragenden Raumtonwirkung eine nahezu lineare Schalldruckkurve über dem Hörbereich. Der akustische Eindruck bestätigt die Meßwerte.

1) vgl. "[Schirmgitter-Gegenkopplung](#)", FUNKSCHAU 1955, Heft 3, Seite 44 und „Ultralinearer Verstärker, FUNKSCHAU 1959, Heft 10, Seite 202.
