

Auszug aus dem Fachbuch «Radios von gestern»
(Ernst Erb)

Wir haben die Seitennummerierung so eingesetzt, dass sie dem Buch entspricht. Damit können sich Leerstellen (zu Beginn oder am Ende) ergeben.

Sie sind eingeladen, Fehler in diesem Buch zu melden oder den fachartikeln Zusätze in Ihrem Namen anzufügen. Dazu können wir Ihnen die Schreibrechte einstellen. Fehlerkorrekturen möchten wir in einem günstigen Arbeitsbuch mit einfließen lassen, sobald die jetzige Form (3.Auflage) ausverkauft ist. Zusatzartikel verbleiben aber hier, da wir die Seiteneinteilung grundsätzlich auch im neuen Buch einhalten wollen.

Kritiken über das Buch finden Sie über www.amazon.de. Bestellen können Sie es direkt bei der Verlagsauslieferung, die täglich per Post gegen Rechnung Bücher ausliefert: HEROLD-Oberhaching@t-online.de oder HEROLD@herold-va.de. Da ist auch der Radiokatalog Band 1 zu haben.

Copyright Ernst Erb

www.radiomuseum.org

Superheterodyne-Empfänger

Die deutsche Sprache nennt diese Schaltung **Überlagerungsempfänger** (Super) oder seltener **Transponierungsempfänger** [113]. Sie wurde 1913 von **Round**, 1917 von **Lévy** und 1918 von verschiedenen Entwicklern patentiert und 1918 von **Armstrong** eingeführt. Die Entwicklung des Supers, ange-

fangen mit der **additiven Mischung** bei Trioden bis zur Triode-Heptode als moderne Mischröhre kommt im Kapitel «Dekaden» zur Sprache. Die Super bilden neben den Geradeausempfängern die andere grosse Gruppe von Empfängern. Statt «geradeaus» zu verstärken, schlagen die Super-Schaltungen einen «Umweg» ein, der sich als sehr erfolgreich erwiesen hat. Geradeausempfänger selektieren und verstärken die HF, detektieren das NF-Signal und verstärken dieses weiter. Der Superhet dagegen überlagert der ausgewählten HF mittels eines internen Senders (**Oszillator**) und einer Mischstufe weitere Frequenzen. Diese weichen immer um einen fixen Betrag von der ausgewählten HF ab. Bei der Mischung entstehen eine Summen- und Differenzfrequenz. Die ausgewählte Differenz zwischen empfangenem und internem Sender heisst **Zwischenfrequenz (ZF)**, engl. **IF, intermediate-frequency**. Durch das Verarbeiten der Eingangsfrequenz am Kennlinienknick und additiver Mischung mit der Oszillatorspannung oder später durch multiplikative Mischung erreicht man die ZF als neuen Träger für die Tonfrequenz und gibt die erhaltenen Frequenzen den ZF-Stufen weiter. Die immer gleichbleibende ZF ist nun selektiv und ohne Nachstellprobleme verstärkbar. Danach erfolgt die Demodulation und das Verstärken des NF-Signals für Lautsprecherempfang.

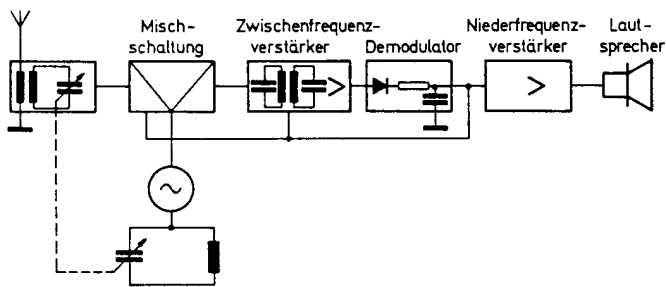


Bild «Z1» T43 [142-74]
Blockschema des Überlagerungsempfängers

Für dieses inzwischen klassische Prinzip dienen später spezielle Röhren, die jeweils mehrere Funktionen übernehmen. Für einen Super reichen danach drei oder vier Röhren (plus Gleichrichterröhre für das Netzteil). Zudem sind Reserven für verschiedene Verbesserungsmassnahmen vorhanden. Durch den **Schwundausgleich (AVC, automatic volume control)** z.B. bemerkt man weder die atmosphärischen Schwankungen des Empfangs noch einen grossen Unterschied der Lautstärke zwischen schwachen und starken Sendern. Schwundausgleich führen auch bessere Geradeausempfänger. Die **Regelspannung** dazu gewinnt man normalerweise bei der Demodulation. Die Beeinflussung der Verstärkung (Regelung) erfolgt in der Regel an den ZF-Stufen und an der Mischstufe. Sie ist zusätzlich als **Vorwärtsregelung** im NF-Teil möglich. Vor dem Verlassen der «Bastelschaltungen» möchte ich ein letztes Prinzip aus alten Zeiten vorstellen. Es ist ein Super-Prinzip, das nur kurz zur Verwendung kam, trägt aber zum Verständnis des Supers - und bei dieser speziellen Schaltung zusätzlich zum Verständnis des Reflex-Prinzips - bei.

Supersonic-Heterodyne

Lange Zeit beträgt die ZF 100-130 kHz, bis sich die Vorteile einer ZF von etwa 450-470 kHz durchsetzen. Die Theorien dazu füllen lange Seiten. Die hier vorgestellte Lösung nennt sich ebenfalls Super, jedoch liegt die ZF extrem tief, nämlich wie beim Pendler zwischen 30-60 kHz auf knappem Ultraschallbereich. Aus einem interessanten Büchlein [130] von 1925, das 55 Reflexschaltungen beschreibt, sei zitiert:

«Diese Schaltung ist eine sehr gute Supersonic-Heterodyne-Reflexschaltung, die nicht ohne Grund in England «Rolls-Royce of the Radio» genannt wird.» Man bezeichnet diesen Empfänger Mitte der 20er Jahre als das ideale Radio. Mit einer Rahmenantenne sind amerikanische Sendestationen zu empfangen - und dies bei Lautsprecherbetrieb. **«Mit diesem Empfänger kann man bei guter Handhabung 5000 km vom Sender nach der letzten Röhre 5-8 mA Stromstärke messen»** - heisst es. Ein weiteres Zitat: **«Die erste Röhre ist als Detektor geschaltet. Die von dem Röhrengenerator überlagerten Wellen werden durch die 3 folgenden Röhren verstärkt. Die fünfte Röhre wirkt als zweiter Detektor und nach dieser werden die NF-Ströme zur wiederholten Verstärkung zur vierten Röhre zurückgeführt. Die sechsfach verstärkten Ströme werden mit der sechsten Röhre weiter verstärkt und dem Telefon oder Lautsprecher zugeführt. Die eigentliche Abstimmung dieses 6-Röhren-Empfängers geschieht durch C₁ und den Generatorkreis-Kondensator.»** Der Generator ist so einzuregulieren, dass die Frequenzdifferenz des Schwingkreises R L₁ C₁ und des Generatorkreises gleich der Frequenz der HF-Trafos L₃ L₄ L₅ L₆ L₇ L₈ und L₉ L₁₀ lautet. **«Am besten wählt man bei der Reflex-Supersonic-Heterodyne-Schaltung keine grössere Frequenzdifferenz als 50:000, da andernfalls zu nahe der NF gearbeitet wird und der Empfänger bei Musikempfang nicht klar arbeitet»** - sagt die Schrift - «grössere» wäre wohl durch «kleinere» zu ersetzen. **«Es wurde bei dieser Schaltung besonders die richtige Gittervorspannung beobachtet und die Gittervorspannung der zweiten und dritten Röhre mit Potentiometer reguliert, während die letzte Röhre mit einer separaten Gitterbatterie versehen ist (GB). Will man grössere Verstärkung erreichen, sind vor der ersten Röhre HF-Verstärkerstufen und nach der letzten Röhre NF-Verstärkerstufen zu schalten. Letzteres wird sich als vorteilhaft erweisen, da man beim Zuschalten von NF-Stufen keine weiteren abzustimmenden Kreise bekommt und dadurch eine leichte Kontrolle des Empfängers ermöglicht wird»** [130].

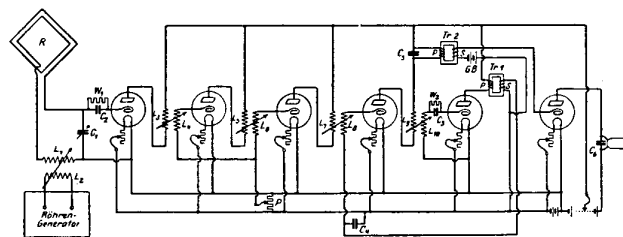


Bild «Z1» T105 [130-40]
Supersonic-Heterodyne-Reflexschaltung

Dimensionierung: L₁ 3-25 Windungen je nach Rahmenantenne, L₂ 50 W, L₃ - L₁₀ sind HF-Transformatoren für lange Wellen bei 500-750 Windungen. C₁ 500-750 pF, C₂ 250 pF, C₃ 250 pF, C₄ 300-1000 pF, C₅ 300-1000 pF, C₆ 2000 pF oder mehr, Poti 300 Ohm, Trafo 1 1:5, Trafo 2 1:5 oder 1:4, GB 4,5 Volt.

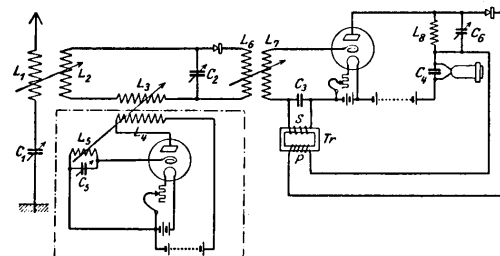


Bild «Z1» T106 [130-38]
Supersonic-Versuchsempfänger

Dimensionierung: Die Antennenspulen erhalten 25, 35 oder 50 Windungen, Spule drei wieder 3-25 Windungen, Spule vier 50 oder 75, Spule fünf 35 oder 50; die Spulen 6-8 bilden die beschriebenen HF-Transformatoren für längere Wellen (500-750). C_3 erhält 300 pF, C_4 2000 pF und die restlichen Kondensatoren 500 pF. Dieser Versuchsempfänger neigt zum Strahlen und soll möglichst nur mit Rahmenantenne arbeiten.

Die bisher beschriebenen Schaltungen sollen dem Anfänger einen leichten Einstieg in die Materie erlauben - sozusagen in der Form einer Schnupperlehre. Weiterführende Experimente verlangen mehr Fachkenntnisse, deren Vermittlung in dieser Arbeit nicht vorgesehen ist. Es gibt entsprechende Fachliteratur. Triodenschaltungen sind an billigen Transistorgeräten gut zu studieren. Besonders in den 40er- und 50er Jahren entstehen kompakte Kleinsuper mit modernen Röhren, die sich in punkto Schaltung immer wieder sehr ähneln. Die transparente Schaltung ist leicht zu verfolgen, sofern man sich über zum Teil komplizierte Spulensätze im HF-Teil hinwegsetzt.

Für spezielle Ansprüche entstehen immer komplexere Schaltungen und eine Unzahl von Varianten führt zu tausenden von Lösungen. Die Variantenvielfalt beginnt in den 20er Jahren - die **Ultradyn-Schaltung** von **Lacault** mit Mischung im Anodenkreis kommt z.B. ohne Anodenspannung aus, d.h. sie arbeitet mit der hochfrequenten Wechselspannung aus dem Oszillator. Dies bedingt eine Röhre im Eingang, die mit kleiner Anodenspannung (20 Volt) auskommt. Nichtkenner dieser Schaltung suchen immer wieder Fehler, denn sie sind der Meinung, dass der Apparat verbastelt ist.

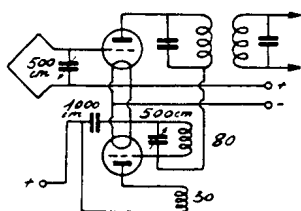


Bild «Z1» T66 [453307]
Ultradyn-Schaltung von Lacault;
keine direkte Anodenspannung an der Eingangsröhre

Auch eine einzige Triode kann durch Rückkopplung auf die in der Kathodenableitung liegenden Spule - diese bildet mit dem ihr parallel geschalteten Kondensator den abstimmbaren Oszillatorschwingkreis - die Aufgabe des Eingangs- und Oszillatorkreises übernehmen. Das Schema ist mit der von Armstrong patentierten Schaltung ähnlich, wenn man sich die beiden Röhren ineinander verlegt denkt.

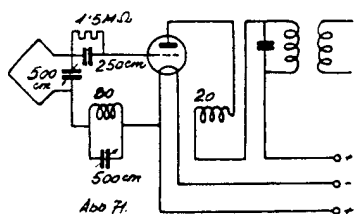


Bild «Z1» T67 [453307]
Triode als Misch- und Oszillatortröhre

Um **Schwinglöcher** zu vermeiden verwendet man bei dieser Schaltung besser die zweite Harmonische. Die verbesserte Schaltung und mit symmetrischem Aufbau nennt sich **Tropadyn-Empfänger**. Um das Jahr 1928 propagiert man in den USA den ZF-freien Super mit starker Rückkopplung beim Audion-Demodulator.

Bald arbeitet man mit der Tetrode und Pentode; danach folgen spezialisierte Mischröhren. Diese Entwicklung und eine kurze Vorstellung des **Einbereichs-Supers** findet sich im Kapitel «Dekaden».

Für kommerzielle und Amateurgeräte kommt meist der **Doppelsuper** zum Einsatz. Nach der Verstärkung der Zwischenfrequenz stellt man eine zweite ZF her, mischt und verstärkt sie, um u.a. grössere Verstärkungen und weniger Störungen zu erreichen. Auch der Dreifachsuper existiert. Jede Mischung verursacht wegen den Mischprodukten Spiegelfrequenzempfang. **Mehrfachsuper** sind darum besonders aufwendig konstruiert.

Auszug aus dem Fachbuch «Radios von gestern»
(Ernst Erb)

Copyright Ernst Erb