

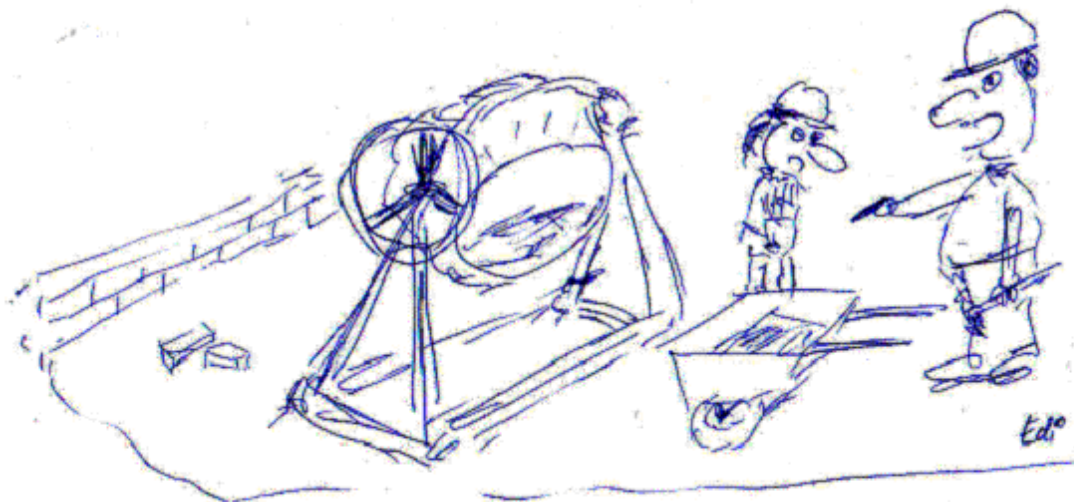
Vergessene Schaltungen: Additive Mischung in AM- Bereichen



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Liebe Radiofreunde !	4
Historische additive Mischung, "Tropadyne", 1926	5
Zuvor einige Infos zu den Mischschaltungen:	5
Vor- und Nachteile der additiven Mischung	6
Die Wiederentdeckung der additiven Mischung für AM- Teile im Super	7
Funktionsweise der additiven Mischung	8
Schaltungsbeispiele der additiven Mischung	9
Weitere Schaltungsbeispiele	10
Weitere Schaltungsbeispiele	11
Brückenschaltungen	12
Weitere Brückenschaltungen	13
Realisierte Lösungen der additiven AM- Mischung	14
Weitere realisierte Lösungen	15
Weitere realisierte Lösungen	16
Die Königsklasse- additive AM- Mischung vom Feinsten: Aufwendige Lösung in einem Spitzensuper	17
Quellen und Dokumentationen:	18

Additive Mischung ?!
Jetzt addierste mit'm Mischer erst mal eine richtige
Ladung Mörtel auf die paar Gramm in der Karre !



Liebe Radiofreunde !

Heute ist das Thema meines Specials: **Vergessene Schaltungen- die additive Mischung bei AM.**

Ich habe dazu eine Menge Material sammeln können, und schreibe hierzu etwas ausführlicher, verzichte aber auf den Tiefst- Einstieg mit Formeln.

Grund meines Themas: Die additive Mischung könnte interessant für Eigenbau- Projekte sein !

Heute ist der AM- Rundfunk auf Mittel- und Langwelle in Deutschland am Aussterben, irgendwann soll der digitale Funk diese Frequenzen nutzen. Jedoch werden andere Länder noch sehr lange AM nutzen, die bewährte Technik ist Sender- und Empfänger- seitig noch vorhanden, und eine Umstellung eine wirtschaftlich- finanzielle Frage. Auf Kurzwelle ist Digitalfunk aufgrund der unkonstanten Empfangsverhältnisse wahrscheinlich nicht zu erwarten.

So lohnen sich Eigenbau- Projekte wieder, um wie unsere Großväter auf die Jagd nach entfernten Sendern zu gehen. Starke Ortssender stören nur noch an wenigen Orten.

Wer da rauscharme Eingangsstufen bieten kann, hat da ein großes Plus.

Aber- sowas war alles schon mal da ! Und das in der Pionierzeit des Rundfunks, vor 85 Jahren, und nochmal, in Vollendung, vor 60 Jahren !

Bekannt ist die additive Mischung aus UKW- und Fernsehtunern, da ist sie sehr häufig anzutreffen. Ebenfalls in der Dezimeterwellentechnik.

(Natürlich gibt es hier Maßnahmen bezüglich hoher Cga- Kapazität zu treffen. Edi)

Trioden sind wegen ihrer guten Eigenschaften in sehr hohen Frequenzbereichen die UKW- Röhren der Wahl, die additive Mischung ist DIE Mischmethode für Trioden -klar, ist ja nur 1 Gitter drin-, und wird in den hohen Frequenzbereichen wegen des besonders geringen Rauschens angewandt.

Der bekannte Radiohersteller Grundig hat Anfang der 50 er Jahre viel Entwicklungsaufwand getrieben, und konnte nachweisen, daß es möglich ist, mit der additiven Mischung auch eine bessere Kreuzmodulationsfestigkeit zu erzielen (dazu ein Diagramm weiter unten).

Wikipedia: Kreuzmodulation kann bei der Verstärkung amplitudenmodulierter Signale (Amplitudenmodulation) auftreten. Am besten lässt sich dies an einem theoretischen Beispiel verdeutlichen: Angenommen, einem Hochfrequenzverstärker werden gleichzeitig ein - mit einem Informationssignal - modulierte Trägersignal $s_1(t)$ und ein unmoduliertes Trägersignal $s_2(t)$ zugeführt. Besitzt der Verstärker nun ein nichtlineares Übertragungsverhalten, was für gewöhnlich vor allem an seiner Leistungsgrenze der Fall ist, wird das zuvor unmodulierte Trägersignal $s_2(t)$ mit dem in $s_1(t)$ enthaltenem Informationssignal „Kreuz“-moduliert. Der Verstärker verhält sich mit steigender Eingangsspannung immer mehr wie ein Mischer.

Im AM- Bereich ist die additive Mischung selten zu finden. Laut mehrerer Fachbücher Anfang 60er Jahre war sie auf den AM- Bereichen nur hochwertigen Geräten vorbehalten.

Die additive Mischung ist jedoch eigentlich... die Mischschaltung der allerersten Superhets, also aus den 20er Jahren !

Warum ist sie die Mischschaltung der Trioden ?

Kennzeichen: Eingangs- und Oszillatorfrequenz werden (meist) auf 1 Elektrode geführt, innerhalb der Röhre findet der Mischvorgang statt.

Das geht auch mit einer Mehrgitterröhre- eine gewisse Bedeutung hat additive Mischung noch mit Pentoden erlangt.

Die ersten Radios funktionierten mit Trioden, für Mehrgitterröhren hatte man noch nicht die Notwendigkeit gefunden, hatte ja auch noch nicht die Technologie. So wurden Schaltungslösungen erdacht, die mit diesen einfachen Röhren funktionieren mußten.

So wurde eine Schaltungslösung, die sich später als eine hervorragende Lösung erwies, zu einer "Schaltung der ersten Stunde".

Kommen wir zu konkreten Schaltungsbeispielen.

Historische additive Mischung, "Tropadyne", 1926

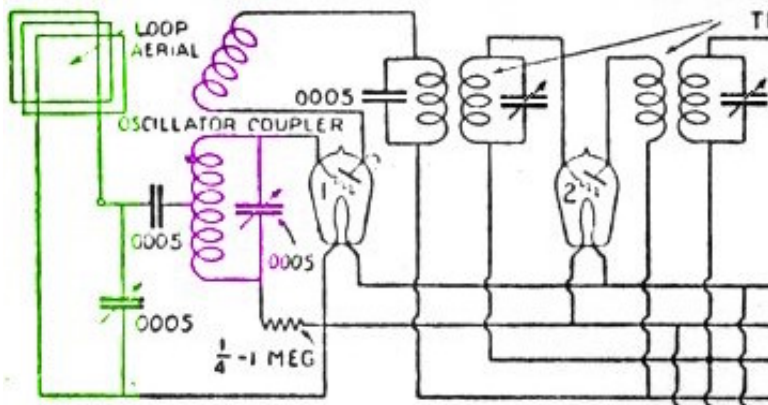


Bild: "Tropadyne- Schaltung", Ausschnitt Mischstufe, grün: Eingangskreis, violett: Oszillatorkreis

In den 50ern wurde die additive Mischung dann wieder aufgegriffen, in einigen wenigen, besseren Geräten.

Zuvor einige Infos zu den Mischschaltungen:

Die multiplikative Trioden- Hexoden- Mischung kann als Standardschaltung der Rundfunktechnik angesehen werden. Im Wesentlichen beherrschten in der Funkgeschichte 3 Röhren aufeinanderfolgend die Szene: ACH1, ECH11, ECH81, man könnte sie als unmittelbare Vorgänger bzw. Nachfolger bezeichnen, andere Trioden/ Hexoden wurden auch gebaut, erreichten aber nicht diese Verbreitung.

Die Schaltung war mit der ACH1 bereits ausgereift, wir finden sie nahezu unverändert bis in die Tage der letzten Super, zuletzt unsere altbekannte, vielgeliebte ECH81.

Die Trioden- Hexoden- Mischung ist unkompliziert im Aufbau, und unkritisch in den Einstellungen.

Die Hexoden sind regelbar, können in den Regelspannungskreis einbezogen werden.

Rückwirkungen/ gegenseitige Beeinflussungen von Eingangs- und Oszillator- Kreis, und daraus resultierende Frequenzverwerfungen - z. B. das berühmte "Mitziehen"- speziell bei Regelung sehr hoher Eingangsspannungen von Ortssendern sind infolge Steuerung an getrennten Gittern sehr gering.

Der Nachteil der Trioden- Hexoden- Mischung besteht im starken Rauschen, durch das die Grundempfindlichkeit eines Empfängers herabgesetzt wird. Hexoden als Mischröhren schneiden dabei am schlechtesten ab. Ursache ist neben dem Rauschen durch Elektronenaustritt aus der Kathode ("Schrotrauschen") u. a. das Mehrgitterröhren besonders eigene Stromverteilungsrauschen, eine Hexode bietet ja schon mal 2 Gitter zusätzlich zu den 2 Steuergittern.

Bei Transistoren gibt es sowas auch; Wikipedia bietet dafür die tollen Begriffe „Generations-Rekombinationsrauschen“ und vor allem „Popkornrauschen“ an... 😊

Im Gegensatz dazu: die additive Mischung: Wie beschrieben, Empfangs- und Überlagerungsfrequenz werden (meist) derselben Elektrode zugeführt.

Die Additive Mischung erlaubt höhere Verstärkung infolge höherer Mischsteilheit, die Ankopplung an den Eingangsschwingkreis darf loser sein, dessen Bedämpfung dadurch geringer.

Der Oszillatorkreis darf jedoch auch nur lose angekoppelt sein, damit sich die Schwingungen nicht gegenseitig stören, ggf. könnte sonst der Empfangskreis dem Oszillatorkreis soviel Energie entziehen, daß die Schwingungen abreißen.

Die lose Kopplung erfordert eine hohe Oszillatorspannung, um eine genügende Mischverstärkung gewährleisten zu können, diese Bedingung ist vor allem in den KW- Bereichen wichtig, und dafür muß ggf. Aufwand erbracht werden.

Dieses Diagramm verdeutlicht die Abhängigkeit der Mischsteilheit von der Oszillatorspannung

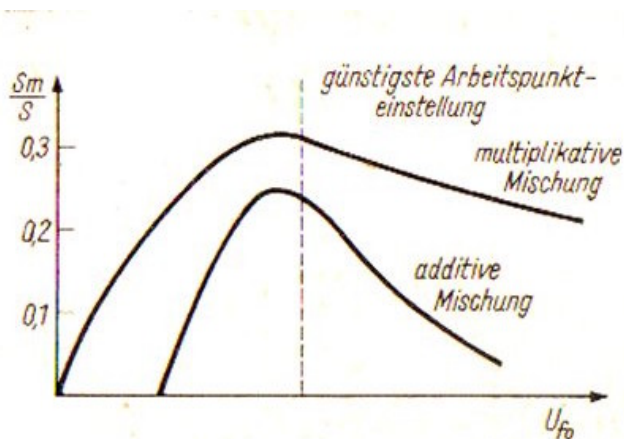


Bild: Abhängigkeit der Mischsteilheit von der Oszillatorspannung

Für die additive Mischung ist die Aussteuerung eines scharfen Kennlinienknicks (Gleichrichtung) oder ein gekrümmter Kennlinienteil -wie z. B. die Exponentialkurve von Regelröhren, welche erst langsam, dann stärker ansteigt- erforderlich. Für die beiden Fälle werden verschiedene Erklärungen für die Mischungsfunktion gegeben.

Vor- und Nachteile der additiven Mischung

Die additive Mischschaltung mit Triode hat auf jeden Fall Vorteile bezüglich Rauschen, denn die Triode hat kein Stromverteilungsrauschen, und kann mit geringem Aufwand auch selbst die Oszillatorfrequenz erzeugen (selbstschwingende Mischstufe).

(Hierzu gibt es eine falsche Angabe bei Wikipedia, daß selbstschwingende additive Mischung bei Transis nicht geht- aber genau diese gibt's, und die ist eigentlich Alltag.)

Mit Eingitter- Röhren und engstem Abstand Kathode- Gitter lassen sich gute Mischsteilheiten erreichen,

Sie erfordert jedoch eine große Amplitudenkonstanz des Oszillators über den ganzen Abstimmbereich. Durch die Überlagerung der Empfangsfrequenz mit einer starken Oszillatorfrequenz können -gerade infolge der speziellen Arbeitspunkte- Interferenzen (Pfeifstörungen) entstehen.

Das Spektrum der unerwünschten Mischprodukte ist aufgrund der Arbeitsweise am Kennlinienknick oder an einem gekrümmten Kennlinienteil größer.

Ohne Vorstufe kann die additive Mischstufe die Oszillatorfrequenz(en) über den Eingangskreis abstrahlen, da ja beide Frequenzkomponenten an einer Elektrode zusammenkommen. Eine brauchbare Entkopplung kann über eine Brückenschaltung realisiert werden.

Die additive Mischstufe kann nicht in die Regelung einbezogen werden, da diese den für diese Art der Mischung optimalen Arbeitspunkt verschieben würde. Hierzu ist eine rauscharme HF- Vorstufe mit ausreichendem Regelumfang bereitzustellen.

**(Im UKW- Bereich ist letzterer Punkt übrigens kein Nachteil.
Wer hat aufgepaßt, und weiß, warum ?)**

Die Wiederentdeckung der additiven Mischung für AM- Teile im Super

Mitte der 50er Jahre versuchten sich einige, wenige Hersteller an anderen Mischschaltungen, und konnten ein wesentlich besseres Rauschverhalten von additiven Mischstufen feststellen. Im UKW- Bereich etablierten sich die additiven Mischschaltungen, meist mit Doppeltrioden, und wurden dort Standard.

Grundig untersuchte zusätzlich im AM- Bereich die Kreuzmodulationsfestigkeit mehrerer Varianten der additiven Mischung im Vergleich zu einer herkömmlichen Trioden/ Hexoden- Mischung, und konnte auch hier eine Verbesserung feststellen, und zwar besonders in einer Schaltung mit Trioden- Mischer und Trioden- Oszillator, der bekannten "Allerweltsröhre" ECC82.

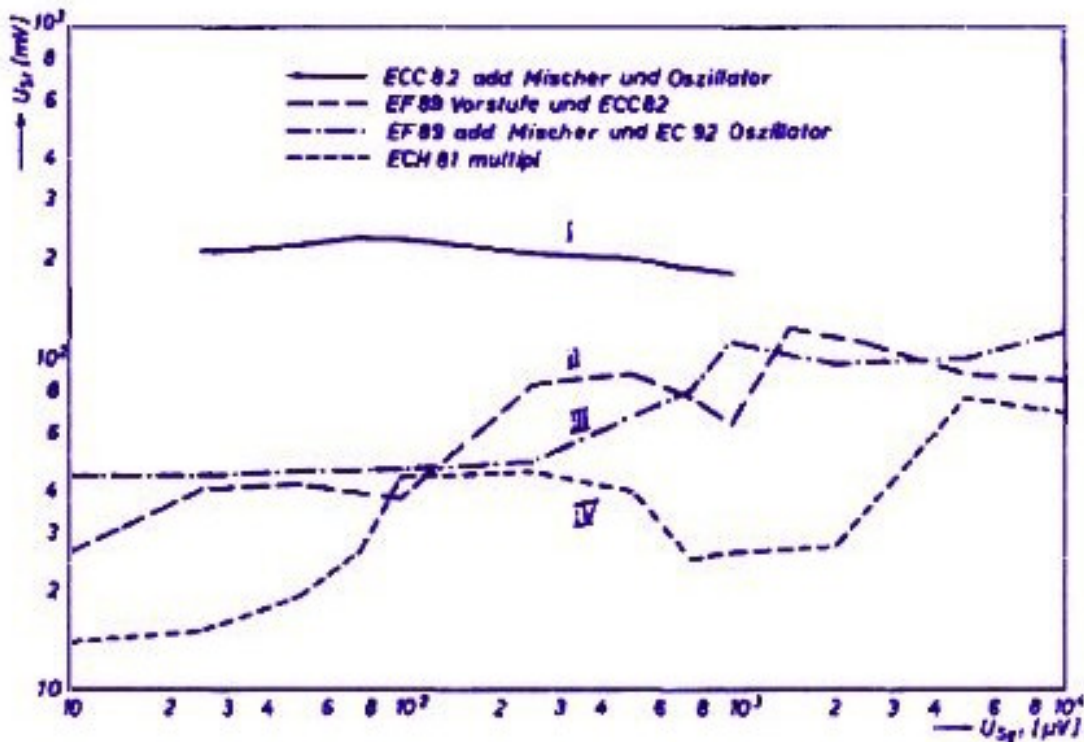


Abb. 2. Die Kreuzmodulationsfestigkeit verschiedener Mischstufen

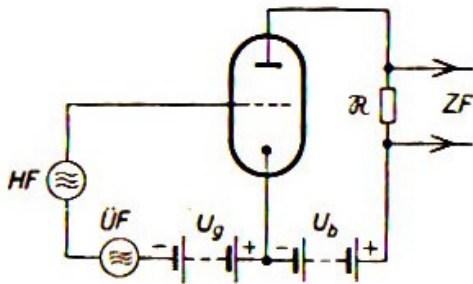
Bild: Untersuchung von Grundig: Kreuzmodulationsfestigkeit im Vergleich
Deutlich zu sehen: Die Mischstufe mit Triode/ Triode ECC82 ist Größenordnungen besser.

Dies mag den Ausschlag für die Wiederverwendung der additiven Mischung in AM- Teilen einiger Grundig- Geräte gegeben haben, denn im Mittel- und Langwellenbereich bestimmen das Kreisrauschen, sowie die atmosphärischen Störungen die Grenzempfindlichkeit, hier kommt das geringere Rauschen der Trioden (wahrscheinlich) weniger zum Tragen, im Kurzwellenbereich schon eher, aber die Geräte, die wir hier besprechen, sind normale Rundfunkempfänger, und als die gebaut wurden, wurden die Kurzwellenbereiche von den Besitzern eher selten genutzt. Eine hervorragende Kreuzmodulationsfestigkeit war bei hoher Senderdichte und starken Ortssendern aber sicher ein Ziel der Entwickler, die gerade bei Großsupern oft alle verfügbaren Techniken ihres Baujahres nutzten.

Nach einem kurzen Exkurs in die Grundlagen und in eionige Beispielschaltungen der additiven Mischung sehen wir uns realisierte Lösungen in Spitzensupern an.

Funktionsweise der additiven Mischung

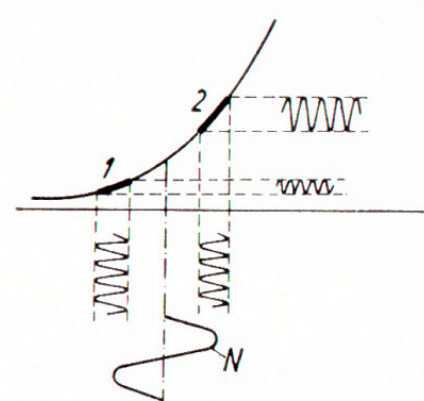
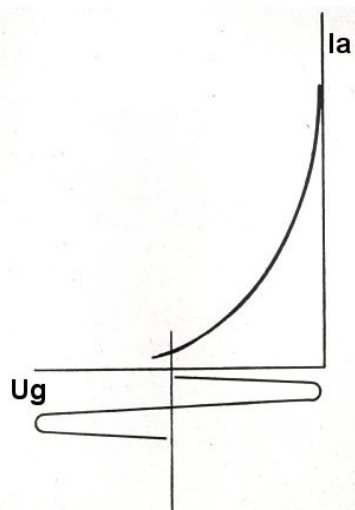
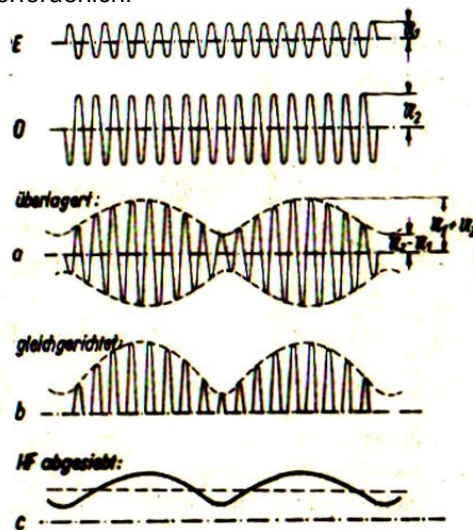
Eingangs- und Oszillator werden einem Bauteil mit nichtlinearer Kennlinie (Diode, Röhre, Transistor) zugeführt und an einem gemeinsamen Bezugspunkt gemischt.



Obwohl Empfangsfrequenz und Oszillatorfrequenz meist gemeinsam an eine Elektrode geführt werden, ist es im Ersatzschaltbild eine Reihenschaltung der beiden Spannungsquellen. Eine Einkopplung ist jedoch auch an der Kathode möglich- eine Spannungsänderung bewirkt dabei ebenfalls eine Spannungsänderung am Gitter- wie bei der Gittervorspannungsgewinnung mittels Kathodenwiderstand.

Für die Funktion ist ein Röhren- Arbeitspunkt

1. im unteren Knick der Kennlinie
 - ODER
 2. ein gekrümmter Kennlinienteil
- erforderlich.



Die linke Skizze kommt uns bekannt vor ? Sieht aus wie Modulation/ Demodulation ?

Ja, genau !

Die ersten beiden Schwingungen sind die HF und die Oszillatorfrequenz. Überlagert ergeben diese die bekannte Modulations- Hüllkurve mit der innenliegenden, höheren Frequenz.

Nach der Gleichrichtung haben wir den einen Teil der Hüllkurve, der der modulierenden Frequenz entspricht, sowie deren "Inhalt".

Bei der NF- Gewinnung wird dieser Inhalt z. B. per Kondensator kurzgeschlossen, bleibt nur die Hüllkurve mit wechselnder Frequenz- die NF. Bei der Mischung wird in einem Filter die (feste) Frequenz der Hüllkurve -und das ist die ZF- ausgesiebt, und weiterverstärkt.

Die mittlere Skizze zeigt den dazugehörigen (unteren) Kennlinienteil im Gitterspannungs/ Anodenstrom- Diagramm.

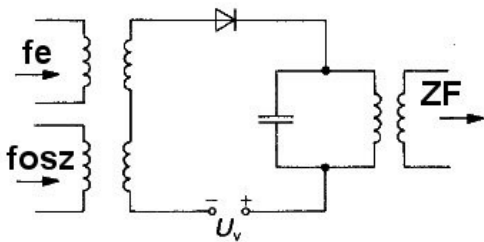
Die rechte Skizze verdeutlicht die Mischung am gekrümmten Teil der Kennlinie. Eingangs- und Oszillatorfrequenz treffen am Steuergitter der Mischröhre zusammen, eine Frequenz wird mit der Frequenz der anderen auf der Kennlinie hin- und hergeschoben, das Mischprodukt wird mit fettesten Schwingkreisen ausgesiebt.

Schaltungsbeispiele der additiven Mischung

Realisiert werden additive Mischungen mit:

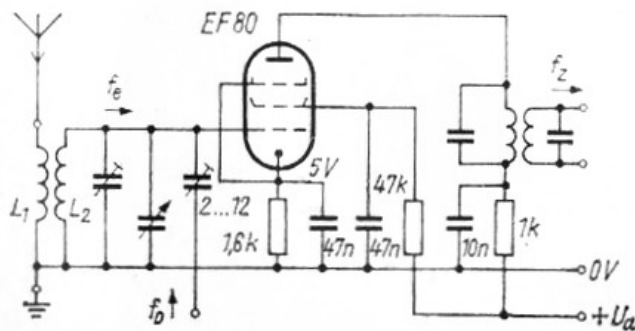
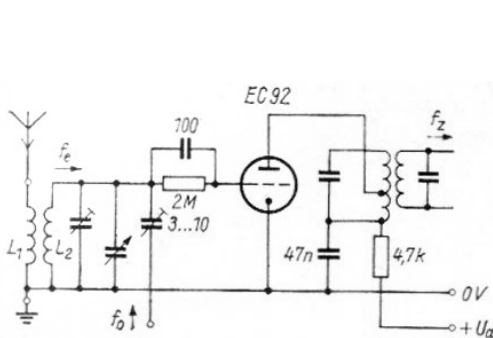
- Dioden(-gleichrichtung) in KW-, UKW-, Dezimeter- Bereichen und darüber
- Trioden und Penthoden in
- Gittergleichrichtung (Kathode an Masse, R-C = Gitterkombination)
- Anodengleichrichtung (ohne Gitterkombination)

Gehen wir zu Schaltungsmöglichkeiten, die für die additive Mischung verwendet wurden.



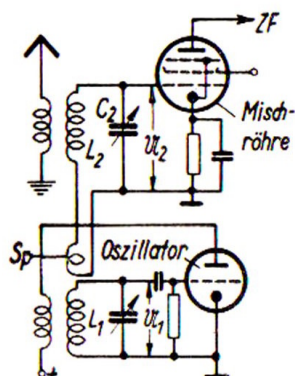
Diodenmischung, für uns weniger interessant (oder auch nicht...?), weil Anwendung in höheren Frequenzbereichen.

Hier 2 Grundsaltungen, die oft verwendet wurden.



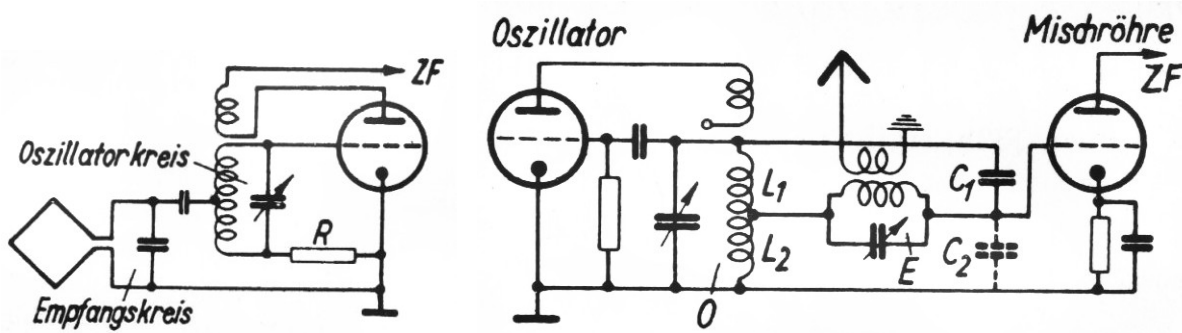
Triodenmischung, Penthodenmischung, Sofort zu sehen: Empfangsfrequenz UND Oszillatorfrequenz werden auf dasselbe Gitter geleitet. Die Oszillatorfrequenz wird mit einer zweiten Röhre erzeugt, und an das Steuergitter eingespeist.

Amateurfunk- Schaltungen, sehr einfach gehalten: Gefahr der Oszillatorabstrahlung über den Eingangskreis !



Induktive Einkopplung der Oszillatorfrequenz an einem Teilstück der Eingangsspule. Ebenfalls Gefahr der Abstrahlung von Oszillatorfrequenz

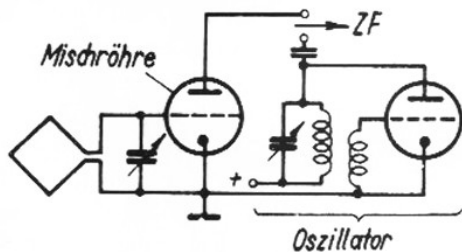
Weitere Schaltungsbeispiele



Historische Schaltungen: Die Tropadyn- Schaltung, Triode als Mischer und Oszillator, sowie Triodenmischer und Extra- Oszillatorröhre, beides Brückenschaltungen, um die Abstrahlung von Oszillatorfrequenz gering zu halten.

Ich habe mit Absicht die historischen Schaltungen an zweiter Stelle plaziert.

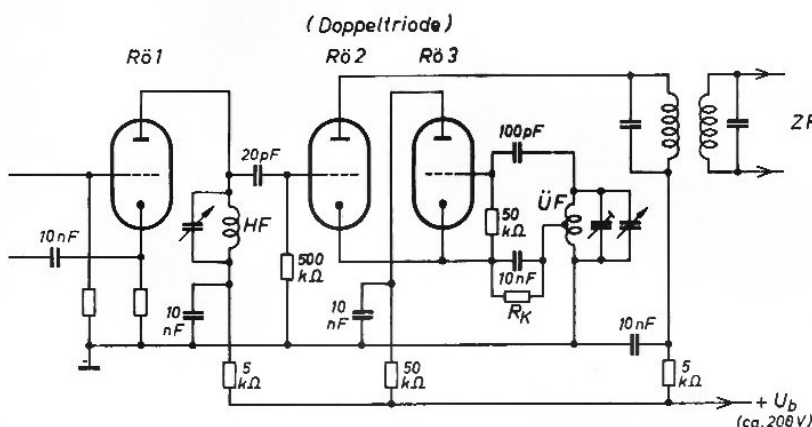
Der Grund: Es ist beachtlich: Die ältesten Schaltungen enthielten schon Maßnahmen, um die Abstrahlung der Oszillatorfrequenz so gering wie möglich zu halten !



Auch eine historische Lösung für additive Mischung: Variante der Ultradyn- Schaltung. Kein Druckfehler: Die Mischröhre bekommt KEINE Anodengleichspannung ! Sie wird durch die positive Halbwelle der Oszillatorspannung gepulst.

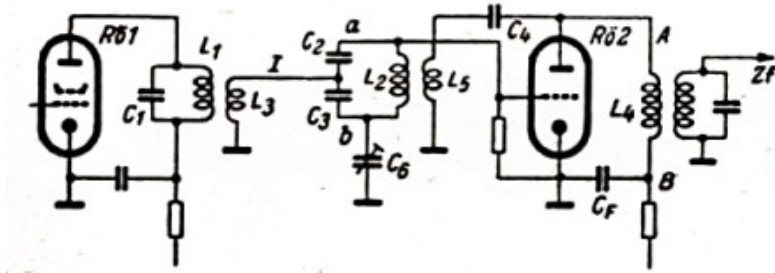
Diese Schaltungslösung bewirkt einen Arbeitspunkt ganz unten, am Fuß der Kennlinie.

Auch ist eine bessere Entkopplung der beiden Frequenzen zu erwarten.

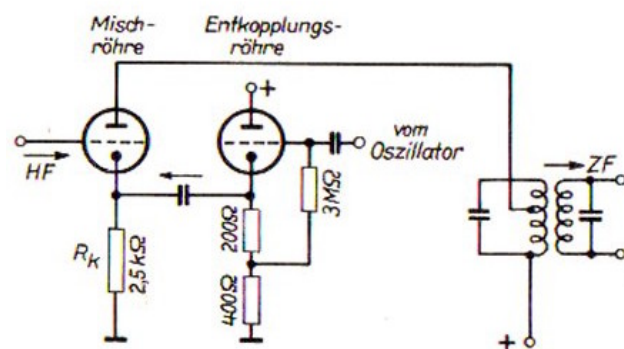


Oft im KW- und UKW- Bereich verwendete Schaltung: Triode als Vorstufe, Doppeltriode als Mischer/ Oszillator

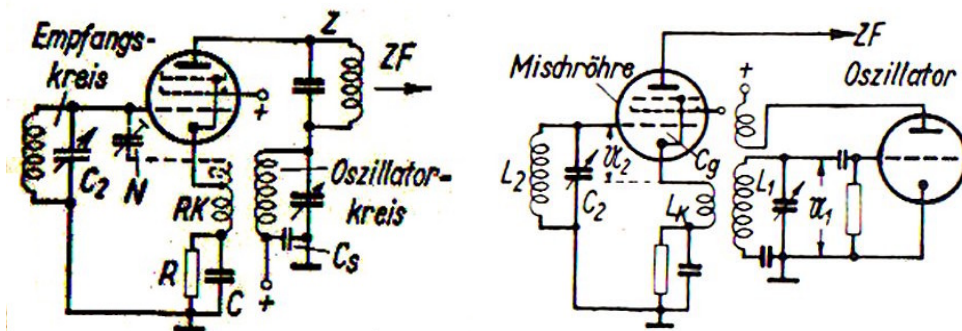
Weitere Schaltungsbeispiele



Selbstschwingende additive Mischstufe, Pentoden- Vorstufe, kapazitive Einkopplung



Kathodenmischung mit Entkopplungsröhre.



Pentoden- Kathodenmischung, selbstschwingend, und mit zusätzlicher Oszillatorröhre

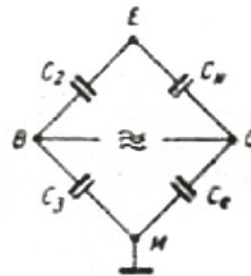
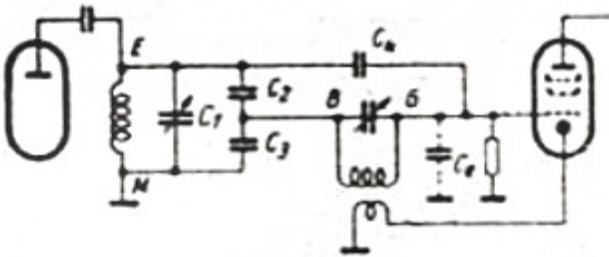
Achtung: Es gibt Schaltungen -insbesondere ältere Schaltungen mit Röhren, die 2 Steuergitter haben-, die in der Literatur sowohl als additive als auch als multiplikative Mischschaltungen beschrieben werden ! Auch bei der rechnerischen Darstellung werden Anteile an additiver und multiplikativer Mischung genannt. Es ist also auch in diesen Schaltungen der eigentliche Arbeitspunkt der Mischröhre zu beachten.

Das sollte uns nicht überraschen- sowas kennen wir von NF- Endstufen, deren Arbeitspunkt die Betriebsart bestimmt- u. U. ist dies ohne nähere Angaben aus dem Schaltbild nicht auf den ersten Blick zu erkennen.

Brückenschaltungen

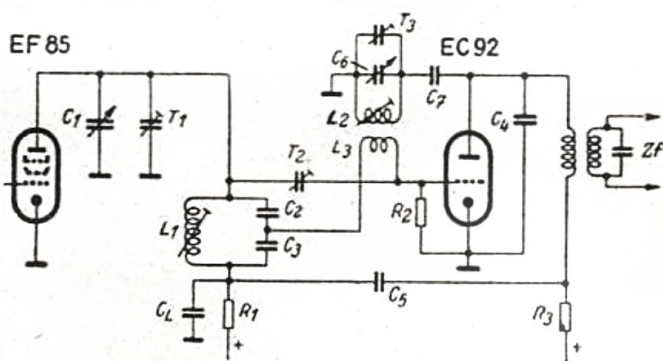
Zu den Brückenschaltungen habe ich einige Beispiele gefunden, die ich für erwähnenswert halte- weil sie nicht so einfach zu erkennen sind. Die historischen Brückenschaltungen wurden wahrscheinlich experimentell entwickelt (meine persönliche Vermutung).

Die Brückenschaltung dient der Minimierung der Oszillatorfrequenz- Abstrahlung „in Richtung nach vorn“, also Vorstufe oder Antenne.

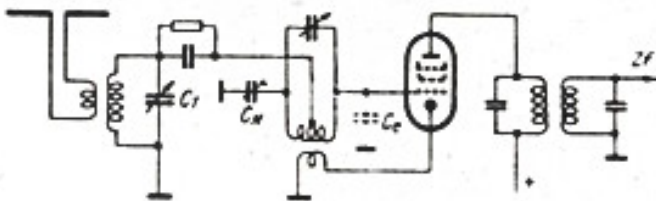


Brückenschaltungsbeispiel: Brückenschaltung im Zwischenkreis.

Hier ist ein Kondensator mit gestrichelten Anschlüssen gezeigt; Dieser Kondensator ist die Steuergitter-Kathoden- Kapazität, die in die Brücke eingeht ! Dazu die Ersatzschaltung der eigentlich an der Brücke beteiligten Bauelemente.

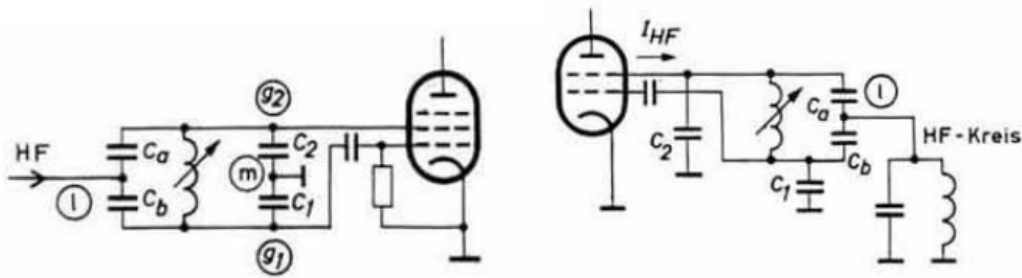


Brückenschaltung mit geerdeten Drehkos- besser (Abschirmwirkung für den Drehko- Rotor !)

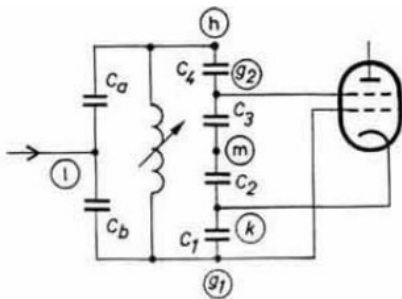


Brückenschaltung im Oszillatorkreis

Weitere Brückenschaltungen



Kapazitiver Dreipunkt- Spannungsteiler. Rechts dieselbe Schaltung, umgezeichnet.



Nun ganz kompliziert, und, da keine Dimensionierungsbeispiele vorhanden sind, nur zur Info: Doppelbrücke (!)

Realisierte Lösungen der additiven AM- Mischung

Jetzt geht's an's Eingemachte. Nach soooo vielen Infos über additives Zeug und Brücken...

Etwa was mit Auto ? Da kennt doch jeder Brücken, und an der Tankstelle gibt's auch noch „Additive“ im Sprit... 😊

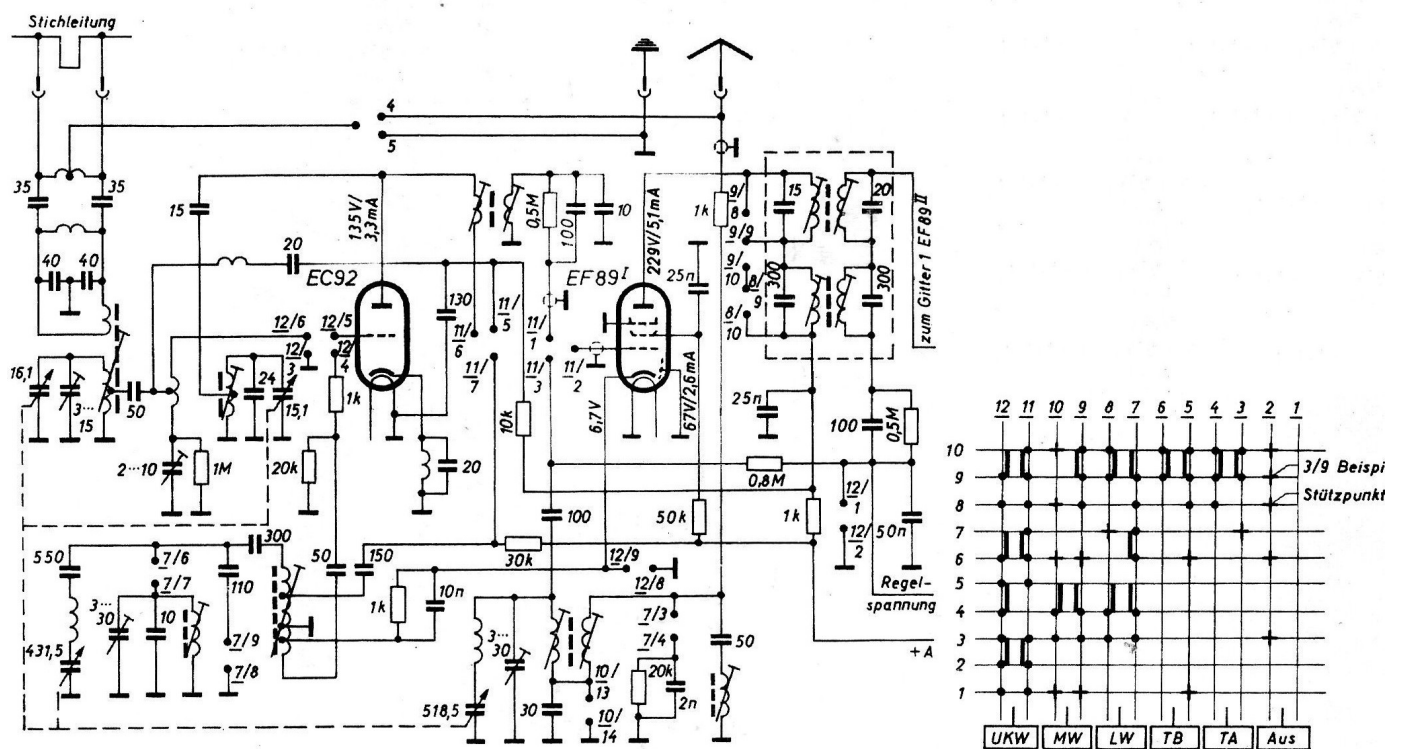
Historische Schaltungen gab es also schon mal. Aber ich schrieb ja was über hervorragende Eigenschaften, usw.- wurde das denn tatsächlich in AM- Bereichen genutzt ?

Ja.

1953 hat sich die bekannte Radiofirma Grundig richtig ins Zeug gelegt, und die additive Mischung in mehreren Geräten realisiert.

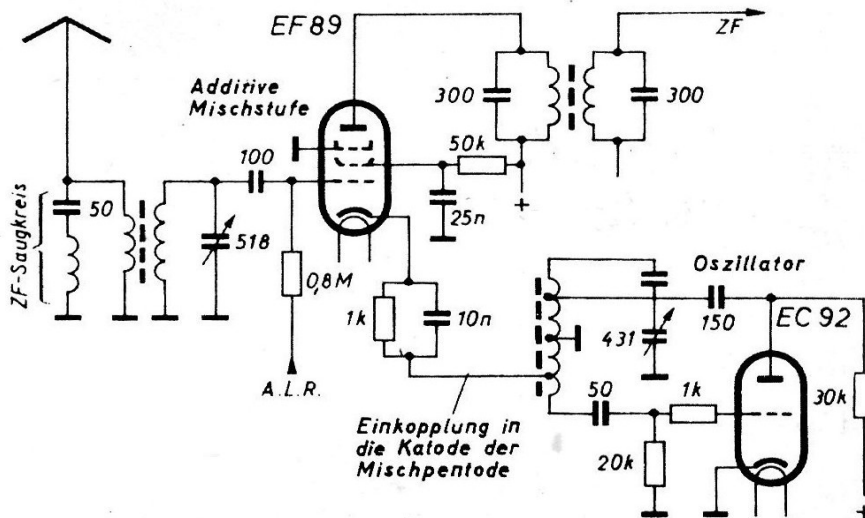
In einem Artikel "Grundig- Mitteilung" in der "Funk- Technik", Heft 2/ 1955 sind dazu Details veröffentlicht worden, Grundig hat in genanntem Artikel sogar zur Verdeutlichung die Schaltplanauszüge umgezeichnet, um die wesentlichen Details der Schaltung anschaulich zu machen... absolut vorbildlich !!!

Besser kann man es nicht darstellen, so daß ich diese Auszüge hier darstelle, ich habe lediglich noch einige Schaltungsteile farbig hervorgehoben.



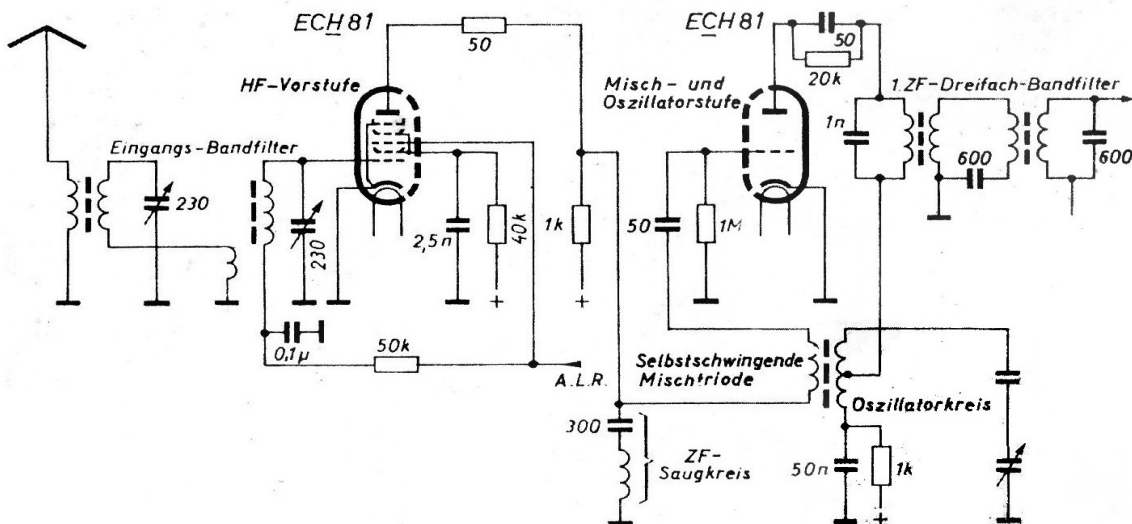
Grundig 2030 W - 3D Schaltplan- Ausschnitt

Weitere realisierte Lösungen



Grundig 2030 W - 3D W Schaltplan- Ausschnitt. Die Schaltung wurde von Grundig umgezeichnet, so daß die Funktion hervorragend erkennbar ist.

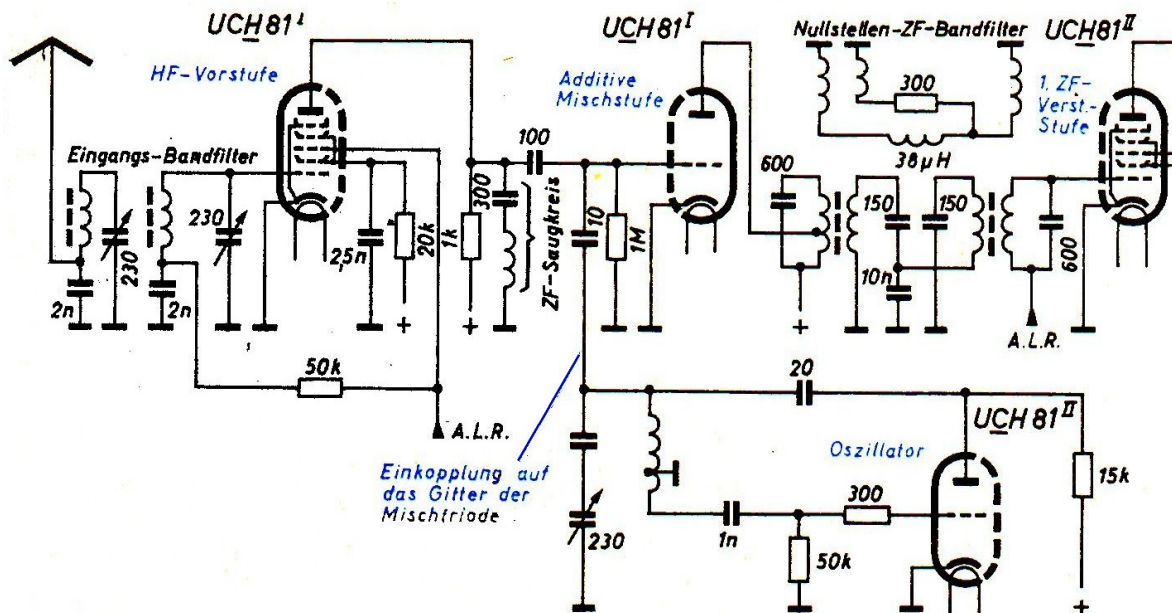
Bestens zu erkennen: Additive Penthodenmischstufe mit Extra- Oszillatorröhre, Einkopplung der Oszillatorfrequenz an der Kathode. Keine HF- Vorstufe



Grundig 4035 W - 3D Die Schaltung wurde ebenfalls von Grundig umgezeichnet, so daß die Funktion hervorragend erkennbar ist.

"ECH 81 mal anders": Die Hexode ist regelbare Vorstufe (Regelspannungszuführung: "A.L.R."), der Triodenteil ist selbstschwingende Mischstufe, Einkopplung induktiv an Steuergitter.

Weitere realisierte Lösungen



Allstrom- Großsuper 5040 GW - 3D Die Schaltung wurde ebenfalls von Grundig umgezeichnet, so daß die Funktion hervorragend erkennbar ist.

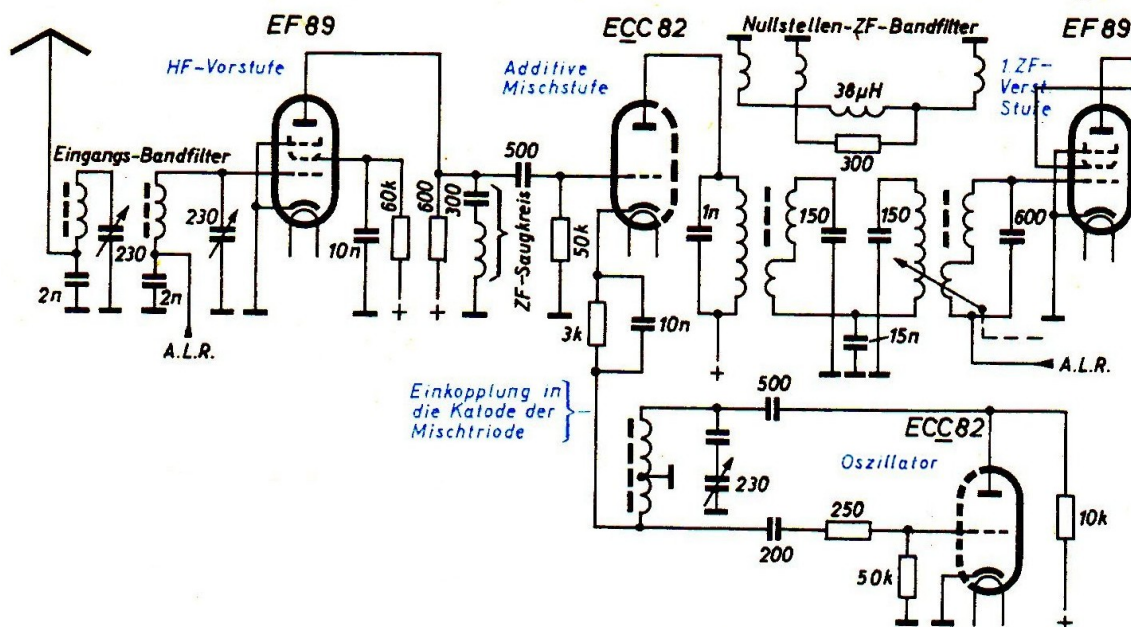
Wie bei "ECH 81 mal anders", Jetzt eine UCH , aber diesmal wird der Triodenteil einer zweiten UCH 81 als Oszillator benutzt.

Diesmal Einkopplung kapazitiv ans Steuergitter.

Die Königsklasse- additive AM- Mischung vom Feinsten: Aufwendige Lösung in einem Spitzensuper

Als letztes die Schaltungslösung im Grundig 4040 W - 3D, die Schaltung ist lt. Grundig so im Wesentlichen auch im 5040 W - 3D und 5050 W - 3D enthalten.

Laut Grundig hat man hier alle Register gezogen, um alle Vorteile der additiven Mischung zu nutzen; Das Ergebnis sind wahrscheinlich die besten Werte, die eine AM- Eingangsstufe eines "Normalradios" bringen kann, siehe das Diagramm am Beginn dieses Textes.



Grundig 4040 W - 3D, die Schaltung ist so im Wesentlichen auch im 5040 W - 3D und 5050 W - 3D enthalten, und wurde ebenfalls von Grundig umgezeichnet, so daß die Funktion hervorragend erkennbar ist.

Penthoden- HF- Vorstufe, die geregelt wird. Additive Mischung mit einer Triode der ECC 82, an der Kathode eingekoppelt wird die Oszillatorfrequenz, die vom zweiten Triodensystem der ECC bereitgestellt wird. Zweikreisig abgestimmtes Eingangsbandfilter- dies sollte schon eine hervorragende Selektivität bringen. Die Einkopplung an der Kathode sorgt für konstante Oszillatorspannung und geringste Rückwirkung dieser zum Steuergitter. Damit ist eine weitgehend gleichbleibende Mischsteilheit gewährleistet.

Ein weiteres Kennzeichen dieser hochwertigen Eingangsschaltung ist das aufwendige vierkreisige ZF- Bandfilter.

Obwohl sich die Köche sicher gegenseitig in die Töpfe guckten- die additive Mischung auf den AM- Bereichen hat sich nach diesen Versuchen und realisierten Geräten nicht durchsetzen können. Grund mag der hohe Preis der Geräte gewesen sein, 2450 DM für den 5050 W -3D ist eine Menge Geld- auch wenn noch andere Features, wie Motorsenderspeicher, Breitband- Lautsprecher + statischer Hochtöner, u. v. a. so ein Gerät zum Spitzensuper aufwerteten.

Für UKW und UKW- Stereo gab es jede Menge Gründe- AM begann aber nun, an Bedeutung zu verlieren- da reichte auch die bewährte, sichere und billigere multiplikative ECH81- Mischung.

Ich denke, aus den vorliegenden Schaltungen lassen sich viele Anregungen gewinnen, hilfreich ist die "Entkomplizierung" der sehr gedrängt gezeichneten Geräte- Schaltpläne, so daß die Schaltung auf die grundsätzlich beteiligten Bauelemente reduziert ist. Beste Voraussetzungen, um solche Schaltungen in eigenen Projekten zu verwenden.

Quellen und Dokumentationen:

Buchquellen:

Pitsch: Lehrbuch der Funkempfangstechnik
Springstein: Einführung in die Kurzwellen- und Ultrakurzwellen- Empfangstechnik
Amateurfunk

Internet- Quellen:

Wikipedia: Suchkriterien „additive Mischung“, „Mischer“, „Kreuzmodulation“
Tropadyne: <http://www.duanesradios.info/>
DL- QTC Heft 11/ 1953
Bilder von Geräten aus dem Dampfradioforum
Valvo- Bericht Band V, Heft 2, 1959

Empfehlenswerte, weiterführende Infos:

Zwar auf Transistoren bezogen, aber sehr gute Darstellung der Abhängigkeit von nichtlinearen Kennlinien (-teilen),, sehr gute Abhandlung über das bei der Mischung entstehende Frequenzspektrum:
<http://www.fh-friedberg.de/fachbereiche/e2/telekom-labor/geissler/Labor/Mischer.pdf>
Artikel „DC90 in additiver Mischschaltung“ aus Radio- Mentor 1953 (Titel als Google- Suchkriterium)

Dokumentationen, Artikel

Zum Vergleich und zum Nachschauen stelle ich einige Dokumentationen -wie immer, von mir druckfreundlich in Postergröße 4 x A4, überlappend, zum perfekten Zusammenkleben (jeweils eine Seitenbegrenzung wegschneiden) aufgearbeitet-, zur Verfügung.
Eigener Scan des Artikel von H. Brauns "Grundig- Mitteilung" in der "Funk- Technik", Heft 2/ 1955
Schaltung eines Tropadyne- Empfängers 1926

Vielen Dank an Franz- Josef, @Saarfranzose, für die Zur- Verfügung- Stellung dieser Grundig- Geräte- Schaltpläne !

Schaltplan Grundig 2030 W - 3D als Poster
Schaltplan Grundig 4035 W - 3D als Poster
Schaltplan Grundig 4040 W - 3D als Poster
Schaltplan Grundig 5040 GW - 3D als Poster

Anmerkung:

Die Quellen geben teils nichtübereinstimmende Erklärungen und Erläuterungen zum Thema oder Schaltbeispielen !

Ich habe versucht, dies nach meinem Kenntnisstand zu beschreiben und zu ordnen.

Ich hoffe, daß meine Ausführungen größtenteils zutreffen. Die grundsätzlichen Ausführungen über die Bauelemente sind anerkanntes Fachwissen.

Dennoch kann eine Schaltung/ ein Gerät auch mal aus anderen Gründen so und nicht anders gebaut worden sein, etwa aus praktischen/ wirtschaftlichen/ politischen Gründen- Z. B. Geräte mit Flankendemodulation, wie die in den Specials dieses Forums beschrieben: "Olympia" und "Carmen" von Sachsenwerk und RFT Staßfurt (DDR)- , oder einfach, weil sich ein Entwickler oder Designer verewigen wollte,(siehe "Affenschaukel" und "Hasenstall" bei HELI (DDR).

Der Text ist –ausgenommen gekennzeichnete Zitate- ausschließlich mein eigenes Werk. Quellen gebe ich nach besten Wissen und Gewissen an.

Ganz zum Schluß: Ich verwende grundsätzlich alte Rechtschreibung.

Ich schreibe über dieses Thema, weil ich das gelernt habe, sogar dabei aufgepaßt, ein bißchen was weiß, und das weitergeben möchte, vielleicht den einen oder anderen für dieses Thema interessieren möchte, und einfach,, weil's mir Spaß macht.

Vielleicht stimmt mal was nicht, oder ist überholt, und mir hat's keiner mitgeteilt... (Frechheit !)

Nicht mal ich bin perfekt... ☺

Ich wünsche viel Spaß beim Lesen, und würde mich auf weitere Infos, Diskussionsbeiträge und Fragen freuen !

Edi