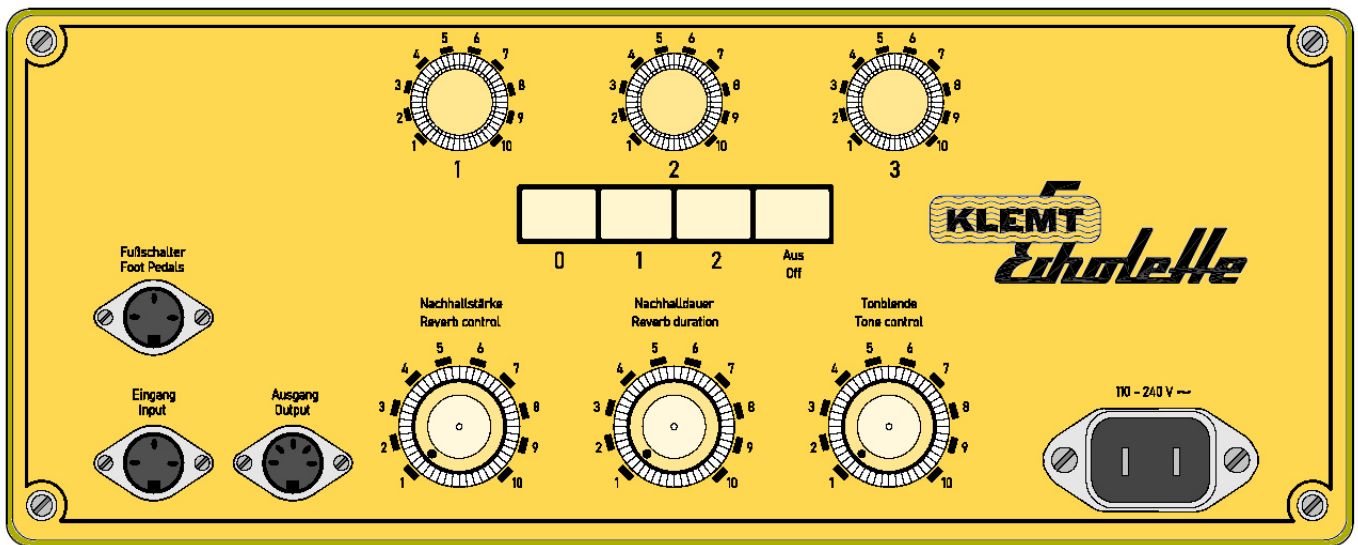


Klemt-Echolette NG-2



Frontplatte NG-2

Historie

Auf Anregung des Orchestermusikers **Hans Bauer** wurde von dem Radio- und Fernsehtechniker **Arthur Klemt** aus Olching bei München, nachdem er einige Prototypen gebaut hatte, unter dem Firmennamen **Echolette** im Jahr 1959 mit der **NG-2** das erste bühnentaugliche Bandechogerät produziert.

Klemt ist aber **nicht** der Erfinder des Bandechos.

Der Erste, der mit Tonbandgeräten zur Erzeugung von Echo-Effekten experimentierte, war **Les Paul** ab 1945.

In Tonstudios wurde zur Erzeugung von Echoeffekten zunächst eine Anordnung von zwei Tonbandgeräten eingesetzt, mit denen man zwei identische Kopien einer Aufnahme zeitversetzt abspielte. So entstand das berühmte **"Slapback"**-Echo. Für Live-Auftritte wurde bald nach einer Möglichkeit gesucht, mit ähnlichen Effekten das Gitarrensinal oder den Gesang "voller" wirken zu lassen.

Ein ganz frühes Gerät war der **Echosonic-Amp** von 1953. Sein Erfinder Ray Butts baute ein einfaches Bandlaufwerk mit Endlosschleife in einen Gitarrenverstärker ein. Für Aufnahme und Wiedergabe benutzte er die Elektronik des Verstärkers und fügte lediglich eine Röhre zur Erzeugung des Löschsinal hinzu. Ein berühmter Verwender des Echosonic war Elvis Presley's Gitarrist Scotty Moore.

In Italien brachte die Firma **Binson** 1955 nach einigen Prototypen die erste Version des **Echorec** auf den Markt, das auch auf magnetischer Tonaufzeichnung basierte, aber nicht auf Tonband aufzeichnete, sondern auf einer mit feinem Stahldraht bewickelten Metalltrommel.

In England brachte die Firma **WEM** 1958 die erste Versions des **Copicat** heraus. Es hatte bereits mehrere Wiedergabeköpfe.

Die Shadows sollen angeblich damit 1960 ihren Hit „Apache“ produziert haben, Hank Marvin benutze dazu aber höchstwahrscheinlich das bereits volltransistorierte **Echomatic** der italienischen Firma **Meazzi**.

1958 präsentierte **Dynacord** sein erstes Bandechogerät **Echocord Stereo**, das von 1959 bis 1960 in einer kleinen Stückzahl hergestellt wurde.

Ebenfalls 1958 erschien in den USA der erste Version des **Echoplex**-Bandechos.

(Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit!)

Der erste existierende Schaltplan der **Klemt-Echolette NG-2** vom 11.03.1959 weist in Bezug auf Funktionalität und Auswahl der Röhren auffällige Übereinstimmungen mit dem Echocord Stereo auf. Es ist zu vermuten, dass Arthur Klemt ein frühes Exemplar dieses Geräts in den Händen hatte, als er seine NG-2 konstruierte.

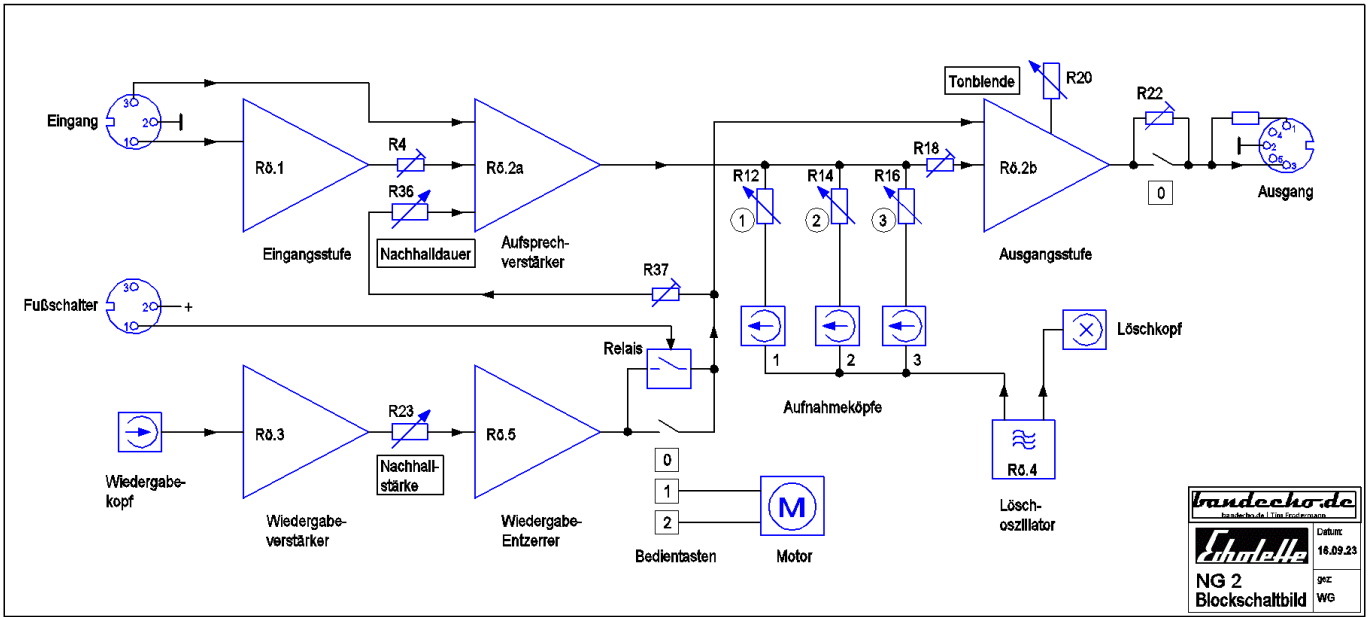
Zu dieser Zeit begann auch der Einsatz von Signalverzögerungsgeräten unter Benutzung elektromagnetischer Aufzeichnungsmedien bei Großflächen-Beschallungsanlagen. Ziel war es, die durch Laufzeitdifferenzen entstehenden Echos von unterschiedlich positionierten Lautsprechern auszugleichen. Diese Geräte sollen aber nicht Gegenstand dieses Artikels sein. Sicherlich fanden Entwicklungen auf diesem Gebiet, die mit großem finanziellen Aufwand durchgeführt wurden, Einzug in die Bandecho-Technik.

Da ein Bandecho ja auch nur eine Art Tonbandgerät für spezielle Anwendungen ist, nahmen sich die Entwickler die in den Tonbandgeräten verwendeten Schaltungen einschließlich der dort eingesetzten Röhrentypen als Vorlage.

Da man speziell in den Heim-Tonbandgeräten die Funktionen "Aufnahme" und "Wiedergabe" nicht gleichzeitig benötigte, konnte man Röhren und damit Kosten sparen, indem man für beide Betriebsarten dieselben Röhren verwendete und nur ihre Beschaltung umschaltete. Die zur Lautsprecherwiedergabe nötige Leistungspentode diente bei der Aufnahme als Löschoszillator. Lediglich die Anzeigeröhre hatte bei der Wiedergabe Pause und leuchtete nur stumm vor sich hin.

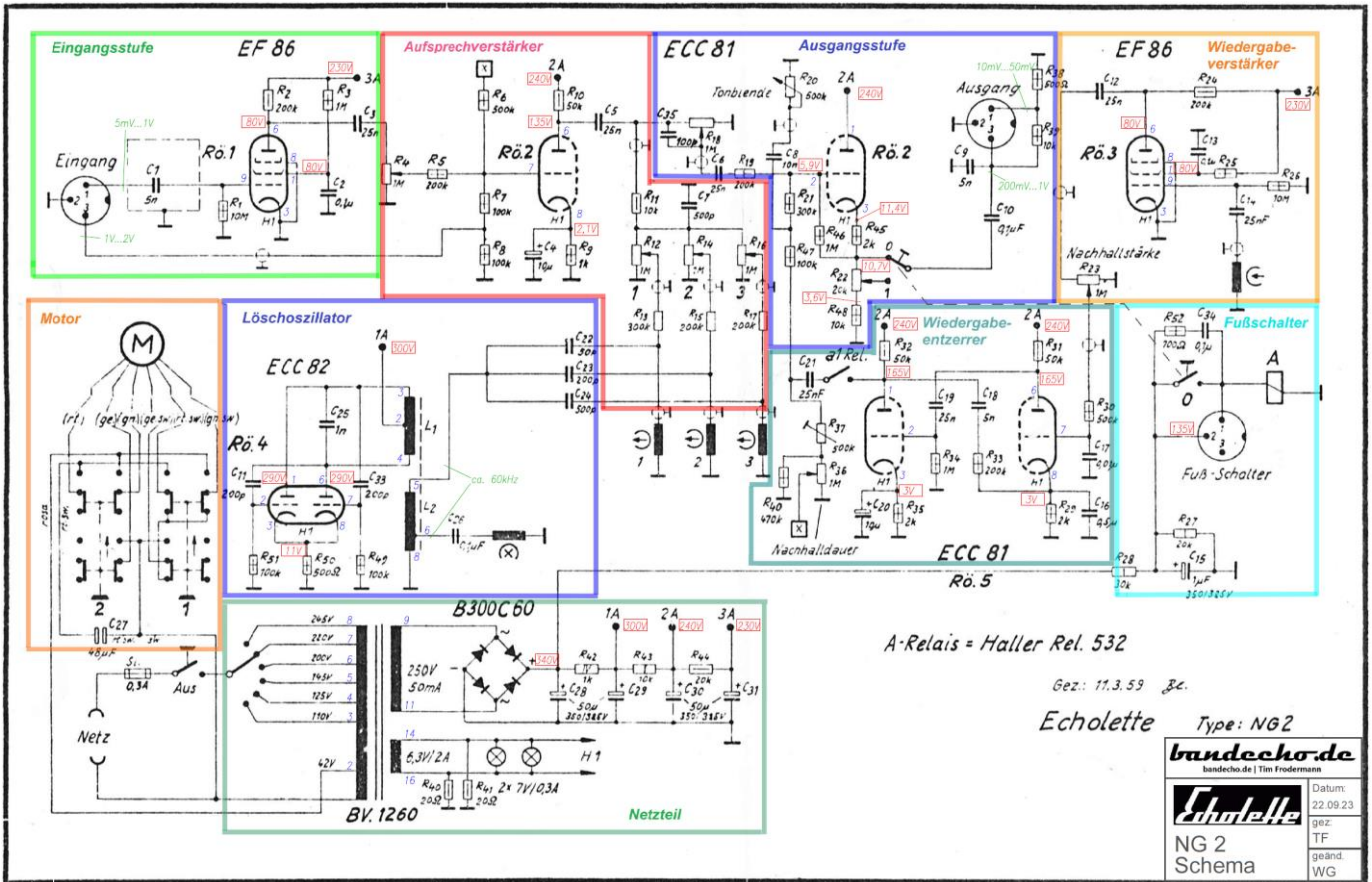
Weil beim Bandecho sowohl Aufnahme und Wiedergabe gleichzeitig stattfinden, mussten für beide Funktionen jedoch separate Verstärkerstufen eingesetzt werden.

SCHALTUNGSBESCHREIBUNG



brundecho.de
 Datum: 16.09.23
 Echolette
 NG 2
 Blockschaltbild
 gez: WG

Blockschaltbild



Schaltplan

Hinweis: Im folgenden Text werden alle Bedienelemente mit eckigen Klammern [] gekennzeichnet.

Zusätzliche Informationen, die nicht die NG-2 unmittelbar betreffen, sind kursiv dargestellt.

Die einzelnen Funktionsblöcke

Hierzu bitte das Blockschaltbild und den Schaltplan vornehmen.

Im Schaltplan sind die einzelnen Funktionsblöcke zur besseren Übersicht farblich abgegrenzt.

Der dargestellte Schaltplan wurde anhand des vorliegenden Geräts rekonstruiert. Es zeigte sich, dass er mehr Ähnlichkeiten mit dem Nachfolge-Typ NG-4 hat als mit der Ur-Version der NG-2.

Zu den Spannungsangaben ist zu vermerken, dass die besprochene NG-2 zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments nicht lauffähig war. Daher konnten keine Spannungen im Betrieb gemessen werden. Die Spannungen an Rö.1, Rö.3 und Rö.2 (rechtes System) wurden jedoch in nachgestellten Testaufbauten gemessen, die Beschaltung von Rö.4 entspricht späteren NG-Versionen, die restlichen Spannungen wurden anhand von Kennlinien bzw. durch Simulation mit der Software LTSpice ermittelt.

Schaltungsprinzip

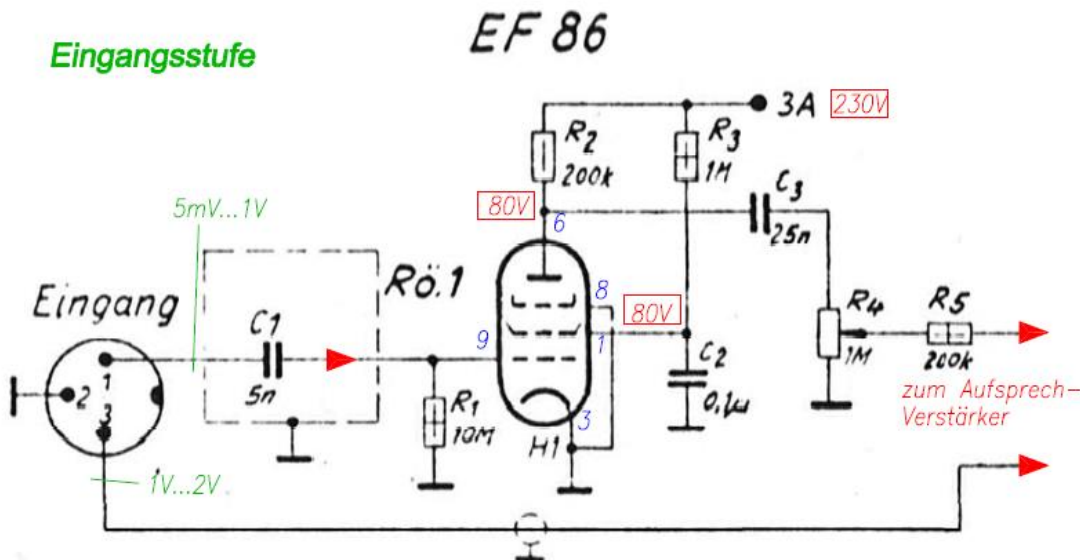
Die NG-2 ist so aufgebaut, dass sie dem eingespeisten Signal bis zu drei in der Intensität regelbare Echos hinzufügen kann. Zusätzlich kann das Echosignal nochmals auf den Eingang zurückgeführt werden, so dass weitere abschwellende Echos entstehen.

Anders als vielleicht zu erwarten, werden die Echos aber nicht durch eine Aufnahme und drei zeitversetzte Wiedergaben erzeugt, sondern durch drei gleichzeitig in einem bestimmten Abstand auf das Band aufgezeichnete Signale, die dann nacheinander zum einem einzigen Wiedergabekopf gelangen. Auf diese Weise wird erreicht, dass durch das Vorbeilaufen eines aufgezeichneten Signals am jeweils nächsten Aufnahmekopf durch das Magnetfeld der Vormagnetisierung die Höhen bedämpft werden und das Mehrfach-Echo dadurch natürlicher klingt. Durch Umschalten der Bandgeschwindigkeit kann der Abstand der Echos variiert werden.

Dieses Prinzip wurde hauptsächlich von Echolette und Dynacord verwendet.

Das NG-2 ist als Vorschaltgerät konzipiert. Eine Einschleifmöglichkeit mittels eines speziellen Kabels zur Kopplung von Echogerät und (Misch-) Verstärker ist nicht vorgesehen.

Rö.1 Eingangsstufe



In der NG-2 findet man zwei Pentoden des Typs EF86. Diese Noval-Röhre wurde 1954 speziell zum Einsatz in Tonbandgeräten entwickelt. Die rauscharme EF86 wurde als Mikrofon- bzw. Wiedergabeverstärker bevorzugt eingesetzt, weil sie gegenüber einer ECC83-Triodenstufe eine etwa dreimal so hohe Verstärkung hat. (In späteren Schaltungen von Tonbandgeräten wurde die EF86 wieder von der ECC83 bzw. ECC808 abgelöst, weil zwei hintereinander geschaltete Trioden zusammen eine noch höhere Verstärkung liefern und sich die einfache Möglichkeit bietet, zwischen den beiden Trioden Klang-einsteller oder eine Gegenkopplung einzufügen.)

In der vorliegenden Beschaltung liegt die Verstärkung der Pentode bei etwa 170 bzw. 45dB.

Beide Pentodenstufen sind in der sog. Gitteranlaufstromtechnik ausgeführt.

Dabei ist die Kathode direkt auf Masse gelegt und am hochohmigen Widerstand am Steuergitter (10MΩ) ergibt sich die negative Gittervorspannung durch einige von der Kathode freigesetzte Elektronen, die auf dem Gitter 1 landen. Daher ist unbedingt ein Koppelkondensator vor dem Steuergitter nötig, weil es nicht auf Massepotential liegt. Die Kathode wirkt in dieser Schaltungsvariante sehr effektiv als Abschirmung des Steuergitters gegenüber dem Wechselspannungs-gespeisten Heizfaden.

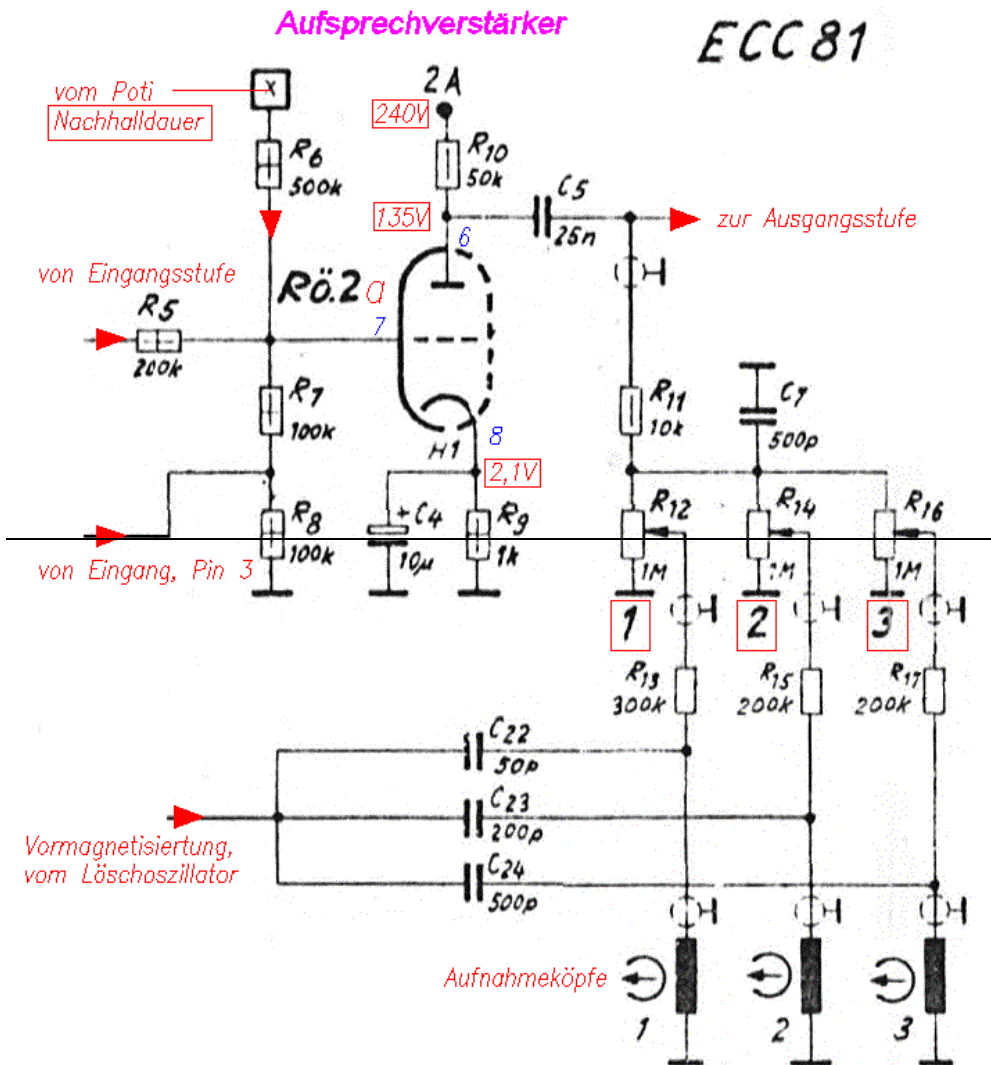
Die Eingangsbuchse bietet zwei Anschlussvarianten. Die Empfindlichkeit an Pin 1 liegt bei 5mV bis 1V. Ein sehr hochpegeliges Signal kann über Pin 3 zugeführt werden, es durchläuft die Eingangsstufe nicht.

(Als Empfindlichkeit wird der Pegel bezeichnet, der für Vollaussteuerung nötig ist.)

Eine Eigenschaft ist bei Eingangsstufen in Gitteranlaufstromtechnik zu beachten, speziell beim Anschluss von E-Gitarren: Sie sind für Eingangsspannungen von max. 1Vss dimensioniert. Als die NG-2 entwickelt wurde, lieferten die Tonabnehmer der E-Gitarren noch relativ niedrige Ausgangspegel und Effektgeräte waren noch unbekannt. Eine Übersteuerung war daher nicht zu befürchten. Wenn aber Vorschaltgeräte mit hohem Ausgangssignal eingeschleift werden, können natürlich leicht Übersteuerungen auftreten. Natürlich kann die entstehende Verzerrung auch ganz bewusst eingesetzt werden...

Das mit der Rö.1 verstärkte Signal kann mit dem Trimpoti R4 abgeglichen werden und wird zum Aufsprechverstärker weitergeleitet. Der Einstelltrimmer R4 ist bei geöffneter Abdeckklappe zugänglich.

Rö.2a Aufsprechtverstärker



Das vorverstärkte Signal gelangt zusammen mit der Echo-Rückführung, die mit dem Regler [Nachhalldauer] R36 und dem vorgeschalteten Trimpoti R37 eingestellt wird, zum Aufsprechtverstärker.

Diese zweite Stufe der Eingangsseite ist mit einer Triode, einer ECC81 (Rö.2a), in der bekannten Kathodenbasisschaltung realisiert. Sie verstärkt nochmals um den Faktor 29, also 29dB. Im Gegensatz zu Tonbandgeräten und späteren NG-Versionen findet auf der Aufnahmeseite bei der NG-2 keine Entzerrung statt *).

Eine Kontrollmöglichkeit der Aussteuerung über ein magisches Band ist in der NG-2 nicht gegeben.

Hinter dem Aufsprechtverstärker filtert der Tiefpass R11, C7 Frequenzen oberhalb 20kHz aus dem Signal heraus. Es hat nun die nötige Größe, um über die drei Potis [1] [2] und [3] auf die Aufnahmeköpfe aufgeteilt zu werden. Hier wird auch die Vormagnetisierungs-Spannung aus dem Löschoszillator zugeführt. Damit die Aufnahmeköpfe trotz ihres induktiven Verhaltens mit einem frequenzunabhängigen Strom angesteuert werden, wird mit den Widerständen R13, R15 und R17 eine **Stromeinprägung** realisiert **).

Da nur das Signal von Kopf 1 ohne Höhen-Bedämpfung aufgezeichnet wird, hat sein Vorwiderstand R13 einen abweichenden Wert.

*) Hinweis: Bei Frequenzen oberhalb von 1kHz lässt sich die Beschichtung des Bandes zunehmend schwächer magnetisieren, daher sollte eigentlich bei der Aufnahme eine Entzerrung vorgenommen werden. Die entsprechende Schaltung muss einen Frequenzgang haben, dessen Verlauf oberhalb 1kHz stetig ansteigt. Aufgrund von möglichen Verzerrungen der höchsten Frequenzen durch Sättigung des Bandmaterials sollte die maximale Anhebung jedoch begrenzt sein.

***) Die in der NG-2 eingesetzten Aufnahmeköpfe haben eine Induktivität von ca. 1,5H (Henry). Der Gleichstromwiderstand ihrer Wicklung liegt bei $R = 1,2k\Omega$.

Der Blindwiderstand (Reaktanz) errechnet sich nach der Formel $R_L = 2 \times \pi \times f \times L$.

Bei 100Hz beträgt ihre Reaktanz 942Ω.

Bei 10kHz beträgt ihre Reaktanz 94,2kΩ.

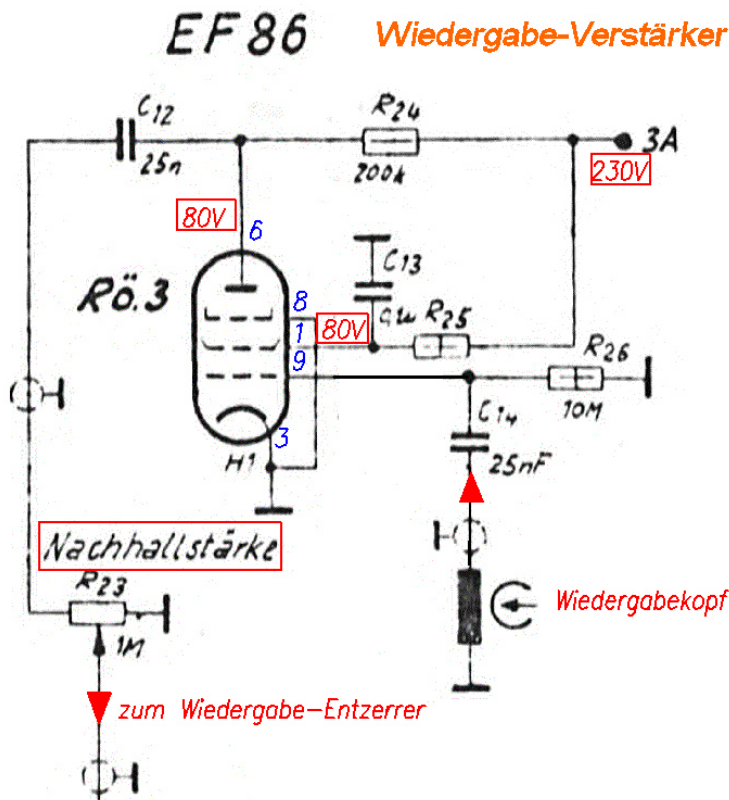
Zur Ermittlung der Impedanz Z darf man allerdings nicht einfach den Gleichstrom- und Blindwiderstand addieren, sondern muss eine geometrische Addition vornehmen: $Z^2 = R_L^2 + R^2$. Somit ergeben sich:

$Z(100\text{Hz}) = 1,53k\Omega$

$Z(10\text{kHz}) = 94,21k\Omega$

Damit die Serienschaltung aus Vorwiderstand und induktivem Widerstand und damit auch der Aufnahme-strom über den gesamten Frequenzbereich annähernd konstant ist, muss der Vorwiderstand groß gegenüber dem größten auftretenden induktiven Widerstand sein. In der NG-2 wurden Werte von 200kΩ bzw. 300kΩ gewählt. Zu diesen Werten addiert sich allerdings noch der (variable) Ausgangswiderstand der vorgeschalteten Potentiometer R12, R14 und R16. Dieser liegt im Bereich 0 bis etwa 350kΩ.

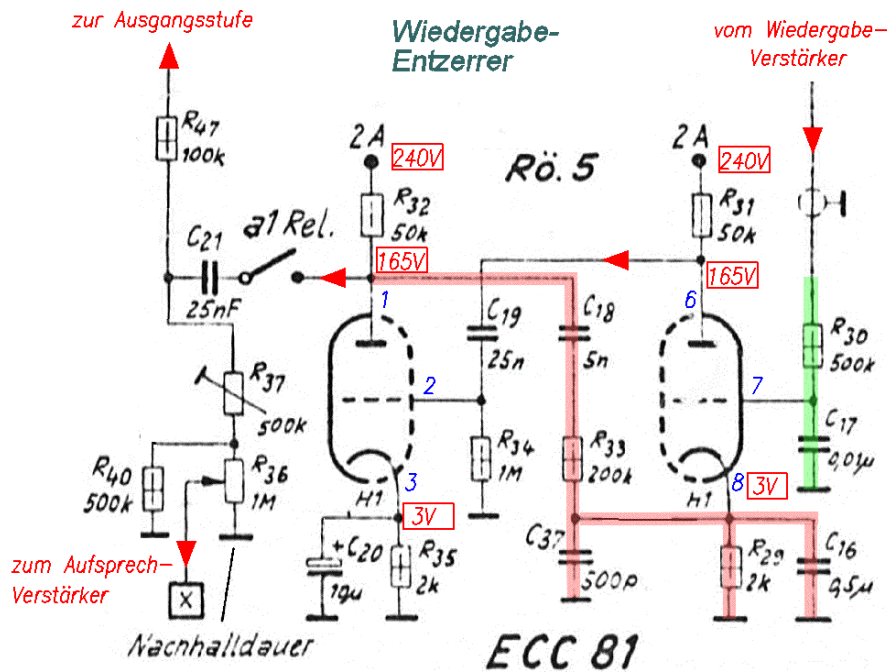
Rö.3 Wiedergabeverstärker



Wie in der Eingangsstufe ist auch hier eine Pentode EF86 mit der gleichen Beschaltung eingesetzt.

Durch seinen induktiven Charakter ist die Impedanz des Wiedergabekopfs sehr frequenzabhängig. Der sehr hohe Eingangswiderstand des Wiedergabeverstärkers ist optimal an den Wiedergabekopf angepasst. Ansonsten wird das Signal linear verstärkt. Das Poti R23, über das das Signal zur Entzerrerstufe geleitet wird, trägt die Bezeichnung [Nachhallstärke].

Rö.5 Wiedergabe-Entzerrer



Aus physikalischen Gründen ist die vom Wiedergabekopf gelieferte Spannung nicht über den gesamten Tonfrequenzbereich konstant. Tatsächlich steigt sie mit 6dB pro Oktave an. Bei einem Wert oberhalb 2 bis 4kHz, der vom Bandmaterial, der Bandgeschwindigkeit und der Spaltbreite des Wiedergabekopfs abhängt, fällt die Spannung wieder ab. Um dieses Verhalten zu kompensieren, muss der Wiedergabe-Entzerrer dies mit einem möglichst genau umgekehrten Frequenzgang wieder kompensieren.

Bei Tonbandgeräten sind die Frequenzkurven der Entzerrung genormt, damit die Bänder zwischen unterschiedlichen Geräten austauschbar sind. Bei Bandechogeräten gibt es für die Entzerrung keine Vorgaben oder Normen.

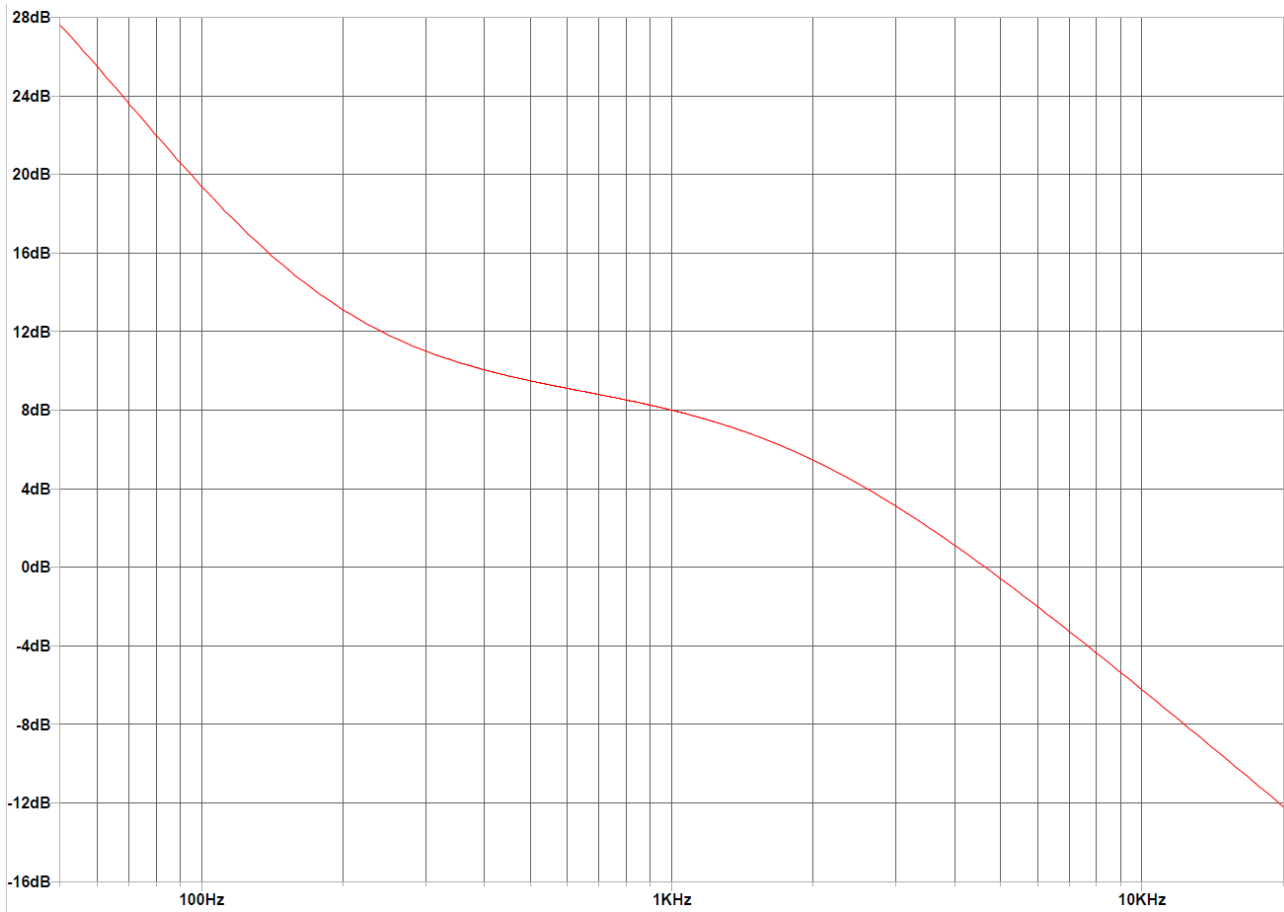
In der NG-2 geschieht die Wiedergabe-Entzerrung in zwei Stufen:

Der passive Tiefpass aus R30 und C17 (grün markiert) sorgt zunächst für einen ab 30Hz mit 6dB pro Oktave abfallenden Frequenzgang.

Die weitere Bearbeitung geschieht mit einem zweistufigen Verstärker (Rö.5). Beim Schaltbild ist zu beachten, dass das Signal diese Stufe von rechts nach links durchläuft. Von der Anode des zweiten Röhrensystems erfolgt eine frequenzabhängige Gegenkopplung (rot markiert) auf die Kathode des ersten. Die frequenzbestimmenden Bauteile sind C18, R33, R25 und C16. Die Gegenkopplung bewirkt, dass bei tiefen Frequenzen die Übertragungskurve nochmals etwas steiler abfällt und im Bereich zwischen 200Hz und 2kHz flacher verläuft. Die Verstärkung des Wiedergabe-Entzerrers liegt für 1kHz bei 22dB.

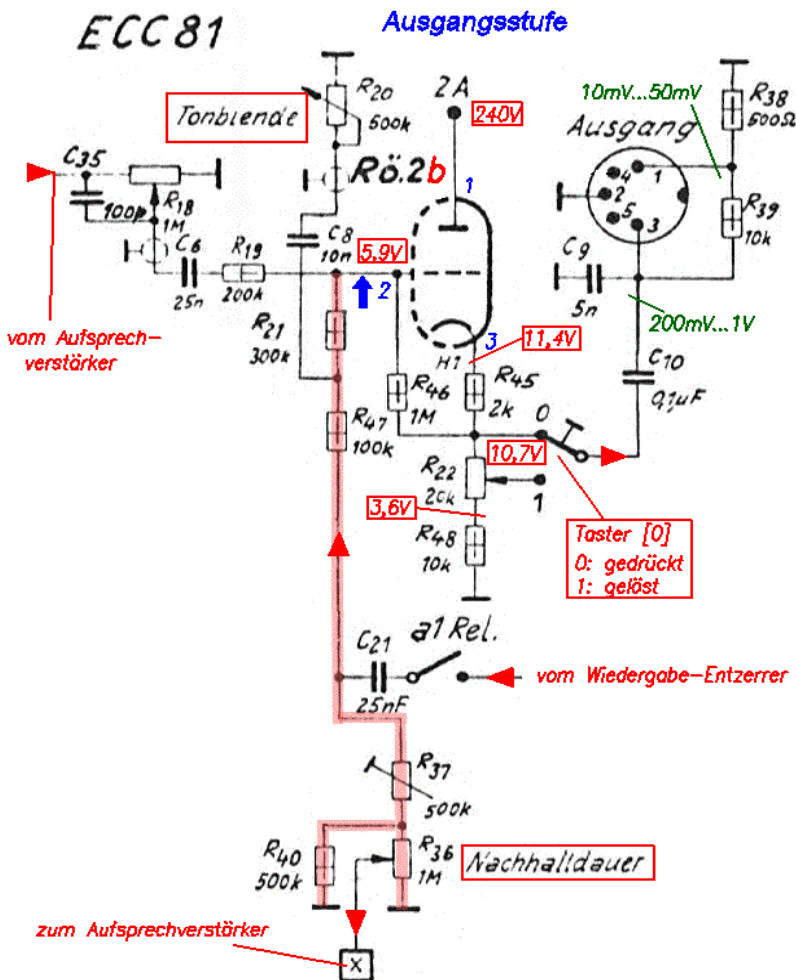
Dieses Verfahren ist sicherlich nicht optimal, denn im aktiven Teil müssen Frequenzen wieder angehoben werden, die davor bedämpft wurden. Damit wird auch der Rauschpegel angehoben. Theoretisch könnte die gesamte Gestaltung des Frequenzgangs mit einem etwas aufwendigeren R/C-Netzwerk im Gegenkopplungsweig stattfinden.

Aufgrund der nicht vorhandenen Entzerrung auf der Aufnahmeseite ist zu erwarten, dass der Hall-Frequenzgang zu den hohen Tönen hin deutlich bedämpft ist.



In dieser **LTSpice** Simulation ist der Frequenzgang des Wiedergabe-Entzerrers im Bereich von 50Hz bis 20kHz dargestellt.

Rö.2b Ausgangsstufe



Am Eingang der Ausgangsstufe wird das mit dem Trimpoti R18 einstellbare verstärkte Eingangssignal mit dem Signal aus dem Wiedergabe-Entzerrer, dessen Höhenanteil mit der [Tonblende] R20 eingestellt werden kann, gemischt. Beim Schaltungsprinzip handelt es sich um einen Kathodenfolger. Damit ist keine Signalverstärkung möglich, die niedrige Ausgangsimpedanz macht aber die Ausgangsspannung weitgehend unabhängig von der nachfolgenden Schaltung.

Zur Schaltung: Bei einem Kathodenfolger ist die Anode der Triode direkt mit der Betriebsspannung verbunden. Daher nennt man diese Schaltung auch Anodenbasissschaltung.

Beim Kathodenfolger existieren verschiedene Schaltungsvarianten. In einer frühen Version der NG-2 wurde laut dem vorliegenden Schaltplan ein Kathodenfolger mit variabler Vorspannungserzeugung eingesetzt. Die Vorspannung holte man sich über einen Spannungsteiler, der aber auch eine variable Komponente hatte, aus der Anodenspannung der Rö.5. Der daraus resultierende Ruhepegel an der Kathode lag damit zwischen 68 und 130V.

Dies war auch der maximal mögliche Spannungshub am Ausgang beim Umschalten zwischen den zwei Ausgangspegeln. Das führte nicht nur zu einem extremen Schaltknacken, sondern stellte auch eine potentielle Gefahr für nachgeschaltete Geräte dar.

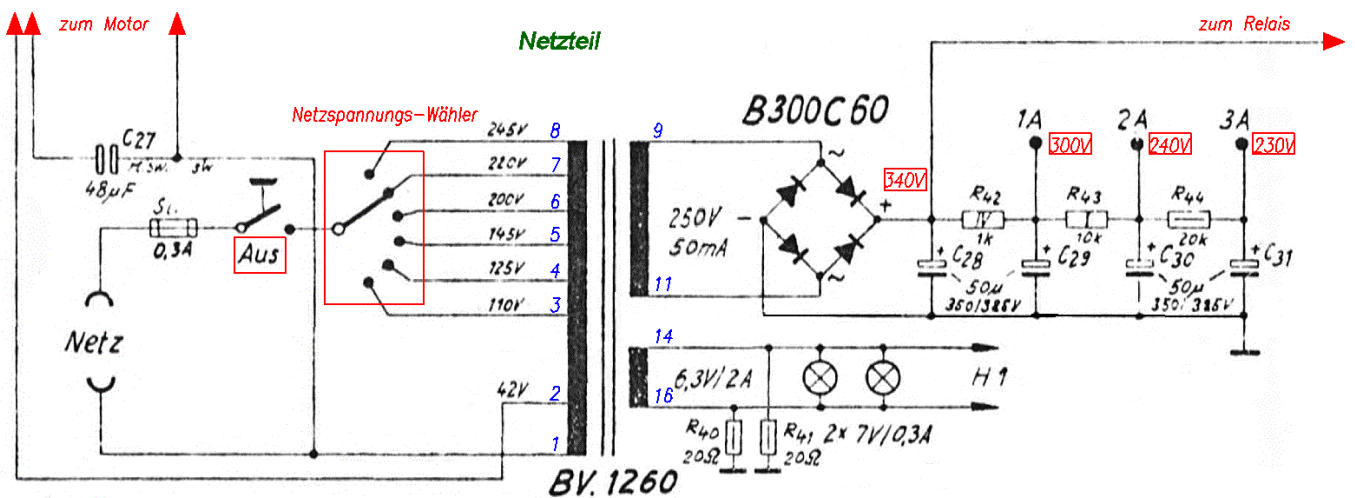
Daher entschied man sich in einer späteren Schaltungs-Revision für einen Kathodenfolger mit automatischer Gittervorspannungserzeugung. Das Gitter erhält dabei seine Vorspannung aus einem Widerstandsnetzwerk von der Kathode. Der Eingangswiderstand dieser Schaltung ist durch die starke Gegenkopplung außerordentlich hoch. Der Lastwiderstand, der zuvor nur aus einem Trimpoti bestand, wurde jetzt durch eine Reihenschaltung aus dem Trimpoti R22 und R48 ersetzt. Der Spannungshub bei dieser Lösung hätte aber immer noch bei etwa 30V gelegen.

Also versuchte der Konstrukteur, den Ruhe-Gleichspannungspegel durch eine Modifikation zu reduzieren, indem er die Stufe nicht wie üblich über einen Kondensator (mit blauem Pfeil markierte Stelle) ankoppelte, sondern nach einem Weg suchte, das Potential am Gitter weiter nach Masse zu verschieben. Das geschah über die Widerstände R21, R47, R37, R36 und R40 (rot markierter Pfad). Da R36 und R37 variabel sind, ist auch der Arbeitspunkt der Ausgangsstufe variabel.

Letztlich wurde dadurch erreicht, dass der Gleichspannungsunterschied zwischen dem direkten und dem abgeschwächten Ausgangspunkt nur noch maximal 7V betragen kann. Sicherlich eine aus der Not heraus geschaffene Lösung, aber sie erfüllt dennoch ihren Zweck.

An der Ausgangsbuchse kann je nach Beschaltung ein direktes (Pin 3) oder abgeschwächtes Signal (Pin 1) abgegriffen werden.

Netzteil



Die NG-2 kann mit dem Spannungswahlschalter auf folgende Netzspannungen eingestellt werden: 110V, 125V, 145V, 200V, 220V und 245V. Dieser Schalter und die Netzsicherung sind nach Öffnen des Gehäusedeckels zugänglich.

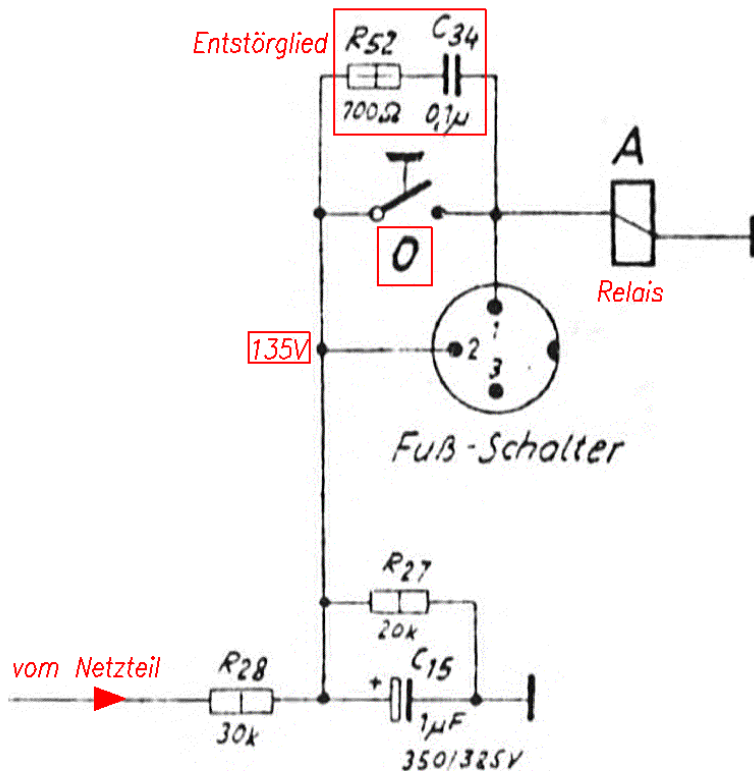
Auf der Primärseite des Netztransformators ist auch der 42V-Abgriff für den Antriebsmotor.

Die Heizspannung der Röhren erfolgt über die 6,3V / 2A Sekundärwicklung. Mit den Widerständen R40 und R41 wird die Heizspannung symmetriert, um Brummeinstreuungen zu minimieren.

Von der Heizspannungswicklung werden auch die beiden Glühlämpchen gespeist, welche die Drucktasten beleuchten. Wenn man den Strombedarf aller an der Heizspannung angeschlossenen Verbraucher addiert, ergibt sich ein Wert von 2,05A. Die Heizspannungswicklung ist damit bereits knapp überlastet.

Die Nominalspannung der Anodenspannungswicklung beträgt 250V AC bei 50mA. Die Gleichrichtung erfolgt mit einem Selen-Brückengleichrichter B300C60. Die Siebkette ist vierstufig mit je 50µF / 350V Elkos. Aufgrund des Spannungsabfalls am Gleichrichter beträgt die Spannung am ersten Ladeelko ca. 340V.

Fußschalter



Über einen an der Fußschalter-Buchse angeschlossenen Kontakt können die Echos dem Eingangssignal zugeschaltet werden. Da man kein Tonsignal über ein eventuell nicht abgeschirmtes Kabel aus dem Gerät herausführen wollte, wurde eine Umschaltung mittels Relais gewählt. Anzustreben wäre natürlich eine Lösung mit geringer Schaltspannung, so hätte sich die Heizspannung mit nachgeschalteter Gleichrichtung angeboten. Arthur Klemt hat sich aber dazu entschieden, die Relaisspannung aus der Anodenspannung zu gewinnen. Um diese Spannung nicht zu sehr zu belasten, wurde ein Relais mit hoher Spulenspannung und entsprechend niedrigem Arbeitsstrom gewählt. Dazu wird die Spannung aus dem ersten Sieb-Elko mit dem Spannungsteiler R28, R27 auf etwa 135V heruntergeteilt. Bei Ansteuerung des Relais sinkt diese Spannung durch den Arbeitsstrom noch auf unter 100V ab.

Ein Entstörglied (R52, C34) verhindert eine Induktionsspannung beim Abschalten des Relais.

*Das ändert aber nichts an der Tatsache, dass an der Fußschalter-Buchse, die sich in ihrer Konstruktion nicht von den Eingangs- und Ausgangsbuchsen unterscheidet, 135 Volt Gleichspannung anliegen. Und dies an Pin 2, an dem bei den anderen Buchse der Masseanschluss ist, also das Gehäuse. Bei Verwechslung der Buchsen besteht eine ernste **Stromschlag-Gefahr!***

*Hinzu kommt, dass DIN-Buchsen nur für Spannungen bis **34V** zugelassen sind.*

Schalterblock

Der Schalterblock besteht aus den vier Tastenschaltern [0], [1], [2] und [Aus]. Die Tastenkappen des Schalterblocks werden mit zwei Glühlämpchen beleuchtet.

[Aus] ist der Netzschalter, der bei Betätigung die Betriebsspannung einpolig abschaltet. Zusätzlich wird bei gedrücktem Schalter [Aus] im Laufwerk der Feder-vorgespannte Andruckhebel in eine Position gebracht, in der die Andruckrolle vom Band abhebt. Bei Nichtbenutzung des Bandechos muss der Schalter unbedingt in dieser Position stehen, andernfalls können sich in der Gummi-Andruckrolle Dellen bilden, die nicht mehr reversibel sind und zu einem unruhigen Bandlauf führen. Die übrigen Schalter sind gegenseitig auslösend.

Mit [1] und [2] werden die beiden Bandgeschwindigkeiten und damit die zeitlichen Abstände der Echos gewählt.

Solange der Schalter [0] gedrückt ist, läuft der Motor nicht. Bei gelöstem Schalter [0] wird das Fußschalter-Relais aktiviert, welches das Hallsignal zuschaltet. Mit einem weiteren Umschaltkontakt wird der Ausgang auf die mit R22 einstellbare, reduzierte Ausgangsspannung umgeschaltet. Hintergrund ist die Überlegung, dass bei zugeschaltetem Echo eine störende Lautstärkeerhöhung auftreten kann. Der Einstelltrimmer R22 ist bei geöffneter Abdeckklappe zugänglich.

Rö.4 Lösoszillator und Vormagnetisierung

Der Lösoszillator wurde im Video „Der Echolette Oszillator“ bereits ausführlich abgehandelt.

Antrieb

Eine genaue Betrachtung über den Aufbau des Antriebsmotors ist dem Beitrag/Video „Der Echolette Motor“ auf der Homepage zu entnehmen.

Die Bauweise des Antriebsmotors hat man ebenfalls vom Tonbandgerät übernommen. Von einem Bandgerät wird gefordert, dass es mit einer konstanten und Last-unabhängigen Drehzahl der Capstan-Welle läuft. Lange Zeit gab keine wirtschaftliche Alternative zum Asynchronmotor als Antrieb für Bandgeräte. Durch Aufteilung der Wicklungen kann man ihn zwar in der Drehzahl umschaltbar machen, er hat aber den Nachteil, dass er der konstanten Netzfrequenz immer etwas hinterherläuft. Zur Erzielung eines minimalen Schlupfs (die Abhängigkeit der Drehzahl von der Belastung) blieb nichts übrig, als in den Geräten einen eigentlich überdimensionierten Motor einzubauen (ca. 20 Watt Leistungsaufnahme), dessen Drehzahl von den geringfügigen Laständerungen während des Betriebs nicht merklich beeinflusst wird.

Im Gegensatz zum Tonbandgerät wird beim Bandecho aber nur die Capstan-Welle angetrieben. Der Außenläufer des Motors bildet die Schwungmasse zur Unterstützung der Drehzahlkonstanz. Es gibt keine Aufwickelspule, die den Antrieb je nach Dicke des Bandwickels unterschiedlich belasten könnte. Außer dem Band selbst müssen nur die Andruck- und die Umlenkrollen bewegt werden. Hier gilt die Aussage über die Dimensionierung des Motors noch eindeutiger. Der Einbau von kleineren, geregelten Gleichstrommotoren war erst mit Einführung der Halbleitertechnik möglich.

Ermittlung der Bandgeschwindigkeit

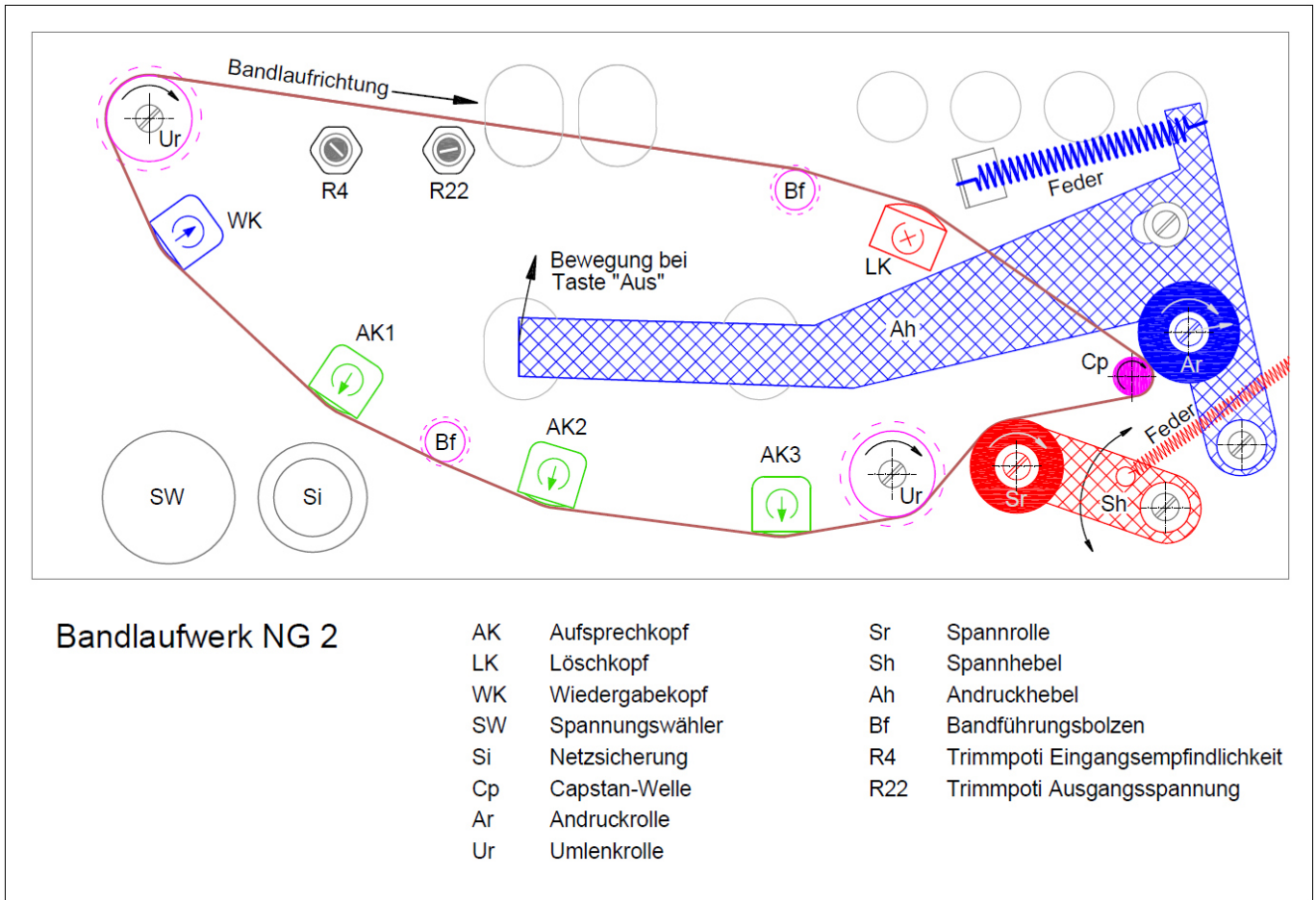
Der Durchmesser der Capstan-Welle beträgt bei der NG-2 8mm. Die Drehzahl des Motors bei der Geschwindigkeit [2] wurde mit etwa 1400 U/min ermittelt. Daraus errechnet sich eine Bandgeschwindigkeit von $[(D \times \pi)/60]$ cm/Sek = ca. 59 cm/Sek; bei der Geschwindigkeit [1] entsprechend 29,5 cm/Sek.

In der Stufe [2] werden somit in einer Stunde Betriebszeit 2124 Meter Band an den Köpfen vorbeigeführt. Das entspricht fast 6 15cm-Spulen Langspielband bzw. über 4000 Durchläufen der 51cm Bandschleife.

Bandmaterial und Tonköpfe sind also recht hohem Verschleiß ausgesetzt.

In später erschienenen Echolette-Bandechos betrug der Durchmesser der Capstan-Welle nur noch 6mm. Dadurch reduzierten sich die Bandgeschwindigkeiten auf 22 bzw. 44 cm/Sek.

Laufwerk



Das Laufwerk ist nach Abnehmen der Abdeckklappe zugänglich. Der Bandantrieb erfolgt über die Capstan-Welle, das ist im Prinzip die verlängerte Motor-Achse. Die Feder des Andruckhebels drückt bei gelöster Taste [Aus] die Andruckrolle auf die Capstan-Welle, so dass das Band transportiert wird. Die Rolle des Spannhebels sorgt für die nötige Straffung des Bandes. Die Bandführung erfolgt über mehrere Umlenkrollen und Bandführungsbolzen.

Nachdem eine Bandstelle über den Löschkopf geführt wurde, gelangt sie zu den Aufnahmeköpfen AK3, AK2 und AK1. Das erste Echo, welches den Wiedergabekopf als erstes erreicht, kommt von AK1. Das erklärt die zunächst irritierende Nummerierung.

Auf der Montageplatte des Laufwerks befinden sich auch die Trimpotis R4 und R22 sowie der Sicherungshalter der Netzsicherung und der Netzspannungswähler.

Zum Wechseln des Bandes wird die Taste [Aus] gedrückt und der Spannhebel etwas zurückgezogen.

Schlussbetrachtung

Die Schaltung der NG-2 wurde während ihrer relativ kurzen Bauzeit mehrfach überarbeitet, dabei sind im vorliegenden Gerät auch ein paar fragwürdige Schaltungsentscheidungen umgesetzt worden, wie z.B.:

Die im Abschnitt ‚Ausgangsstufe‘ besprochene „Nachbesserung“ des Kathodenfolgers war nicht ohne Folgen, denn bei der Überarbeitung der Schaltung hatte man übersehen, dass man dadurch Gleichspannung an Punkte leitete, wo sie eigentlich nicht vorhanden sein durfte. Ein anderer Kritikpunkt wäre, dass man im Laufe der Geräte-Weiterentwicklung den Relaiskontakt an einen Punkt „verpflanzt“ hatte, wo er beim ersten Einschalten die volle Anodenspannung auf einen internen Signalpfad durchschaltet.

Die Besprechung dieses einen vorliegenden Modells darf man daher nicht verallgemeinern.

Natürlich kann man Schaltungen in Röhrentechnik auch absolut kompromisslos realisieren, wenn Kosten keine Rolle spielen. Um aber im allgemeinen Wettbewerb mitmischen zu können, mussten die Geräte für die Musikelektronik so effektiv wie möglich aufgebaut sein.

Bei der Konstruktion hatten die Entwickler immer diese Gedanken im Hinterkopf:

Jede zusätzliche Röhre

- verteuert das Gerät
- benötigt Platz
- erzeugt noch mehr Wärme, die abgeführt werden muss
- erzwingt eventuell einen größeren Netztransformator

Die NG-2 hat insgesamt 8 Röhrensysteme, also nur 8 aktive Komponenten, die alle nötigen Funktionen erfüllen mussten. Sparsam gehaltenen Schaltungen führen dazu, dass einzelne Schaltungsteile untereinander unzureichend entkoppelt und daher nicht rückwirkungsfrei sind. Das Röhren-typische hochohmige Schaltungsdesign begünstigt Störungen durch Einstreuungen, z.B. durch die Wechselstrom-Heizung.

Man muss hier nicht weiter darauf eingehen: Das war die Crux mit der Röhrentechnik. Man war, um Röhren zu sparen, gezwungen, Klimmzüge zu machen. Da kamen dann solche unsauberen Schaltungen heraus.

Die in diesem Text angesprochenen Schaltungs-Defizite wurden in der NG-4 und ohnehin im späteren Bestseller NG-51 aus der Welt geschafft. Die NG-2 ist und bleibt damit ein Zwischenschritt auf dem Weg zur „legendären Echolette“.

Stand: 27.9.2023 WG

Quellenangaben

- Wikipedia
- www.youtube.com/@jhs pedals „Ultimate History Of Tape Echos“
- www.valvewizard.co.uk/
- www.effectrode.com/knowledge-base/binson-echo-rec-memory-system/
- www.bandecho.de
- Junghans, Wolfgang: Tonbandgeräte-Praxis rpb 9, 1976

Heruntergeladen von...

bandechno.de