

»Music-center« - ein neuartiges Heimtongerät

F. Knochenhauer, Schaub-Lorenz

Aus: FUNK-TECHNIK 20 (1965) H. 9, S 337 - 340

Seit fast eineinhalb Jahrzehnten sind Tonbandgeräte für den Heimgebrauch in großen Stückzahlen gebaut und verkauft worden. Die schnelle Aufnahme- und Wiedergabemöglichkeit sowie die gleichbleibend gute Tonqualität auch bei mehrmaligem Abspielen überzeugten die Käufer, und sie entschlossen sich oft schnell zum Kauf eines derartigen Gerätes. Dennoch, so muss man heute feststellen, werden diese Geräte nicht in dem Umfang benutzt, der diesem eigentlich idealen Schallspeicher zukommt. Man hat vielfach wieder zur Schallplatte gegriffen.

Bei der Befragung vieler Tonbandgerätebesitzer nach dem „Warum“ ergibt sich eine nahezu gleichlautende Antwort: „Ja, ich habe am Anfang das Gerät häufig benutzt, aber..“ Und dann kommen die Nachteile: Die Geräte, vorwiegend die Viertelspurgeräte, sind in der Bedienung zu kompliziert. Um ein bestimmtes Musikstück zu hören, muss man hin- und herspulen, die richtige Spur wählen, den Bandzähler bei Beginn auf Null stellen, die Zahlenwerte registrieren und die Spule mit der richtigen Seite auflegen. Oftmals ist auch das Band nicht wieder auf den eigentlichen Spulenträger zurückgewickelt; wird das Band später neu aufgelegt, beginnt es nicht mit der Spur 1 oder 2, sondern mit der Spur 3 oder 4. Auch die Vielzahl der Drucktasten, teilweise 6 bis 10 Stück, dazu noch 4 bis 6 Regler, verwirren den Benutzer. Er möchte - abgesehen von reiner „Musikberieselung“ - sehr oft nur ein bestimmtes Stück hören und dann nicht erst umständlich viele Bedienungshandgriffe durchführen. Es bleibt dann oft eine gewisse Verärgerung wegen der umständlichen Handhabung des an sich guten Tonbandgeräts zurück. Man greift daher lieber zur Schallplatte, denn hier ist der technische Ablauf für jeden übersichtlich und die Treffsicherheit - zum Beispiel ein bestimmtes Stück auf einer Langspielplatte aufzufinden - ist groß.

Um die Bedienung eines Tonbandgerätes einfacher und übersichtlicher zu gestalten, wurden zum Beispiel Tonbandkassetten mit den zugehörigen Abspielgeräten auf den Markt gebracht. Eine Anzahl von Kassetten ist bereits bekannt, aber noch hat sich keine auf breiter Basis durchsetzen können. Obwohl die Treffsicherheit mit Kassetten erhöht wird, bleibt die Zugriffszeit hinter der einer Schallplatte weit zurück. Es ist also nur eine Teillösung des Problems.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen ist bei Schaub-Lorenz nach mehrjähriger Entwicklungszeit ein Schallaufzeichnungsgerät entstanden, das diese Mängel nicht besitzt. Die Hauptmerkmale sind folgende:

1. Einfachste Bedienung
2. Die Zugriffszeit zu den einzelnen Informationen (Musikstücken) liegt bei wenigen Sekunden
3. Die Übersichtlichkeit der aufgenommenen Titel ist mit der bei einer Musikbox zu vergleichen
4. Das gesamte Bandarchiv für 45 Stunden Aufnahmekapazität ist fest im Gerät eingebaut
5. Das Auflegen und Einfädeln des Tonbandes entfällt
6. Gute elektroakustische Eigenschaften, volltransistorisierte Verstärker, 10W-Endstufe
7. Automatisierter Aufnahme- und Wiedergabevorgang
8. Eingebautes Transistor-Rundfunkgerät für UKML mit automatischer Scharfabstimmung.

Das Gerät arbeitet nach dem Prinzip der magnetischen Schallaufzeichnung. Es wird ein 10 cm breites Tonband mit einer Länge

Anhang 1

von etwa 150 m verwendet. Auf diesem Band können 126 zueinander parallele Spuren von je 0,4 mm Breite mit einem gegenseitigen Abstand von 0,35 mm aufgezeichnet werden. Alle Aufzeichnungen beginnen am Bandanfang und liegen untereinander.

Der Rücklauf erfolgt bei Betätigung der Stopptaste sowie automatisch am Ende einer Spur oder durch Pilottonsteuerung am Ende einer Information, nämlich dann, wenn die betreffende Spur nur zu einem Teil ausgenutzt wird. Während des Rücklaufes, der je nach Wiedergabezeit bis zu 25 s betragen kann, wird (in Stellung Wiedergabe) automatisch auf die nächste Spur weitergeschaltet, so dass ein laufendes Abspielen aller Musikstücke bis zu maximal 45 Stunden ohne manuelles Eingreifen möglich ist. Die Bandgeschwindigkeit liegt zwischen 9,5 und 14 cm/s. Die einzelnen Spuren können mit einem Spurwähler eingestellt werden. Die dazugehörige Skala ist in 14 Buchstabengruppen von A bis O zu je 9 Feldern unterteilt. Die Aufnahmekapazität wurde mit 45 Stunden so groß gewählt, damit sich ein Auswechseln des Bandes erübrigt. Alle Betriebsfunktionen sind weitgehend automatisiert, so dass man mit einem Minimum an Bedienungselementen auskommt. Das Gerät ist staubdicht abgeschlossen und wird durch einen Ventilator mit Staubfilter belüftet.

Der Wunsch, ein Tonband so weit wie nur möglich auszunutzen, besteht so lange wie das Verfahren der magnetischen Schallaufzeichnung selbst. Anfangs wurde die Bandgeschwindigkeit reduziert, was auf Grund der ständig verbesserten Bänder und Köpfe ohne merkbare Qualitätseinbuße möglich war. Dann verkleinerte man die Spurbreiten, zunächst auf Halbspur, dann auf Viertelspur, und für Sprachzwecke konnte man es sich sogar erlauben, auf noch schmalere Spuren überzugehen. Für Musikgeräte jedoch scheint die Grenze mit der Viertelspurtechnik erreicht zu sein. Auch heute noch gibt es objektive Schwierigkeiten, um bei Viertelspurgeräten die Qualität von Halbspurgeräten einzuhalten. An eine weitere Verkleinerung der Spurbreite ist bei herkömmlichen Geräten daher kaum

zu denken. Die Aussetzer (drop outs) nehmen ein unzulässig hohes Ausmaß an. Die Ursachen für den bei schmalerer Spur auftretenden Qualitätsverlust sind bekannt. Oberflächenbeschaffenheit und Schmiegsamkeit des Bandes, Staub- und Schmutzansammlungen zwischen Band und Kopf sowie der begrenzte Bandandruck sind Ursachen für die störende Amplitudenmodulation.

Dass man mit einem völlig anderen Aufbau diese Mängel umgehen kann, beweist das neue Breitbandgerät **Music-center** von Schaub-Lorenz. Zunächst konnte, ohne die Lebensdauer der Köpfe zu verringern, der spezifische Flächendruck am Spalt um ein Vielfaches gegenüber normalen Bandgeräten erhöht werden. Dies war möglich, weil immer nur dasselbe Band benutzt wird. Nach etwa 20 vollständigen Durchläufen ist das Band bereits so glatt, dass kein nennenswerter Abrieb mehr an den Köpfen entsteht. Lebensdaueruntersuchungen ergaben mehr als 5000 Betriebsstunden. Außerdem werden die Einwirkungen von Schmutz und Staub weitgehend ausgeschaltet, da das Gerät hermetisch abgeschlossen ist. Ein Vorteil, der ebenfalls nur dadurch möglich ist, dass das Band nicht ausgewechselt werden muss. Die entscheidende Verbesserung wurde jedoch mit einem neuartigen Kopfandruck-System und einer speziellen Form des Kopfspiegels, die nur bei schmalen Spuren möglich ist, erreicht. Man erkennt, dass ein fest eingebautes Band sehr vorteilhaft ist. Ein kritischer Punkt ist die Wiederkehrgenauigkeit der einzelnen Spuren und im Zusammenhang damit das Übersprechen von Spur zu Spur. Im wesentlichen ist dabei das mechanische Problem der Kopfführung, Rastung usw. zu lösen. Ein etwa 100 mm breites Band muss in 126 exakten Schritten abgetastet werden, wobei die Summe aller Abweichungen einschließlich der immer auftretenden seitlichen Bandverschiebungen, hervorgerufen durch die Säbelförmigkeit des Bandes, 0,1 mm nicht überschreiten darf.

Dieser Wert wurde erreicht, und die Pegelabweichungen innerhalb einer Spur konnten kleiner als 2 dB gehalten werden, was subjektiv nicht mehr wahrnehmbar ist. Der Antrieb

Anhang 1

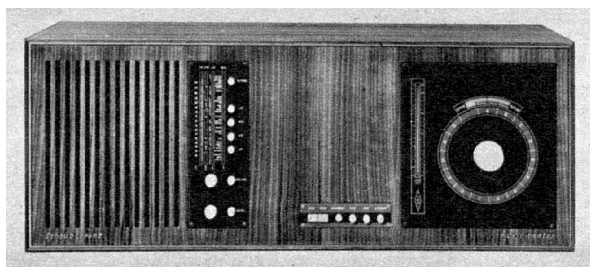


Bild 1: Tischausführung des „Music-center“ mit Rundfunkteil.

des fest im Gerät eingebauten Bandes kann an der Aufwickelspule erfolgen. Diese Maßnahme ermöglicht eine Vereinfachung der Konstruktion und damit größere Betriebssicherheit.

Bedienungselemente

Bild 1 zeigt das Gerät in Tischausführung. Links befindet sich der Rundfunkempfänger mit den üblichen Bedienungselementen (Drucktasten für die Wellenbereichwahl und automatische Scharfabstimmung bei UKW, Abstimmung mit Duplexantrieb, Lautstärkeregler sowie getrennte Höhen- und Tiefenregler). Auf der rechten Seite des Gerätes ist die große Spurskala mit dem Wählknopf sichtbar, links daneben die Bandanzeige mit Minuteneichung. Links unten befinden sich die Bedienungstasten für das Tonbandgerät. Die beiden linken Tasten sind die getrennten Betriebsschalter für das Rundfunk- und das Speichergerät. Das Bandgerät arbeitet jedoch nur, wenn auch der Rundfunkempfänger ein-

geschaltet ist. Es ist aber durch die getrennten Schalter möglich, das Rundfunkgerät allein zu betreiben. Die verbleibenden 4 runden Tasten dienen zur Steuerung des Tonbands, und zwar für Wiedergabe, Pause (Schnellstopp), Stopp (zugleich Rücktransport zum Bandanfang) und Aufnahme. Um Fehlbedienungen zu vermeiden, muss die Aufnahmetaste vor dem Drücken erst eine Viertel-drehung nach rechts gedreht werden.

Das Gerät ist in fünf Baugruppen unterteilt, die sich leicht, zum Teil mit Hilfe von Steckverbindungen, trennen lassen:

1. Laufwerkeinheit
2. Einstelleinheit
3. Chassis mit Steuerteilplatte, Entzerrern, Endstufen, HF-Generator, Pilottonverstärker, Motoren, Lüfter usw.
4. Rundfunkempfänger
5. Stromversorgungsteil.

Mechanischer Teil

Bild 2 zeigt die Antriebselemente. Ein Spalt-polmotor **1** treibt über einen elastischen Flachriemen **2** die Schwungmasse **3** an, von der das Drehmoment über ein Gummireibrad **4** auf die Aufwickeltrommel übertragen wird. Die Einkupplung des Reibrades erfolgt mit Hilfe des Zugmagneten **5**. Gleichzeitig werden der Ton- und der Löschkopf mit einer definierten Kraft an das Band angedrückt. Zwischen den beiden Bandtrommeln **6** und **7**

befindet sich der mit einer weichen Filzunterlage versehene Bandtisch **8**, über den das Tonband läuft und in der Höhe geführt wird. Innerhalb der unteren Flansche der Bandtrommel sind drehrichtungsabhängige Backenbremsen angeordnet, die durch einen weiteren Zugmagneten betätigt werden (Bild 3). Im stromlosen Zustand liegen die Bremsen an. Dies ist besonders für den Transport und bei Netzspannungsausfall wichtig. Ein starker Rückspulmotor, der ebenfalls mittels eines Zugmagneten an die rechte Bandtrommel bewegt werden kann,

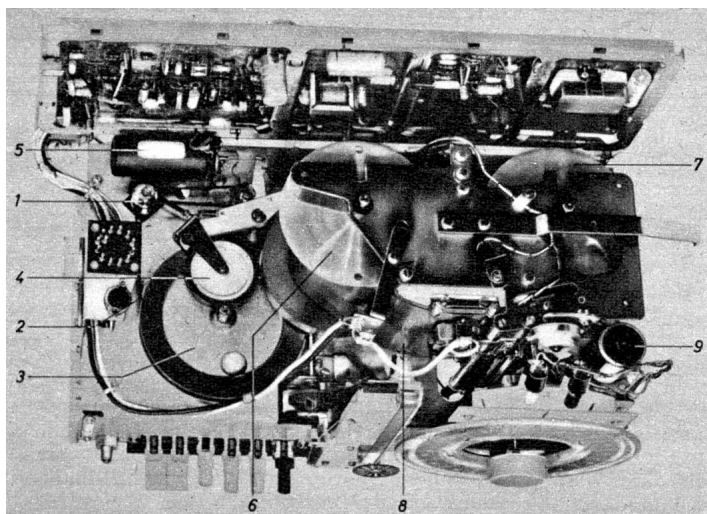


Bild 2: Ansicht des Chassis von oben.

Anhang 1

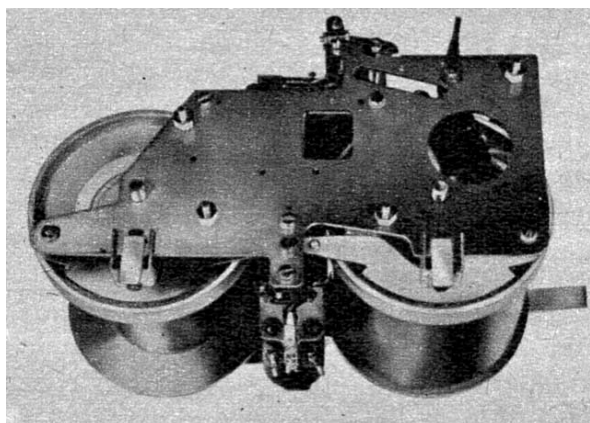


Bild 3: Teilansicht des Antriebsteils mit den Bandtrommeln.

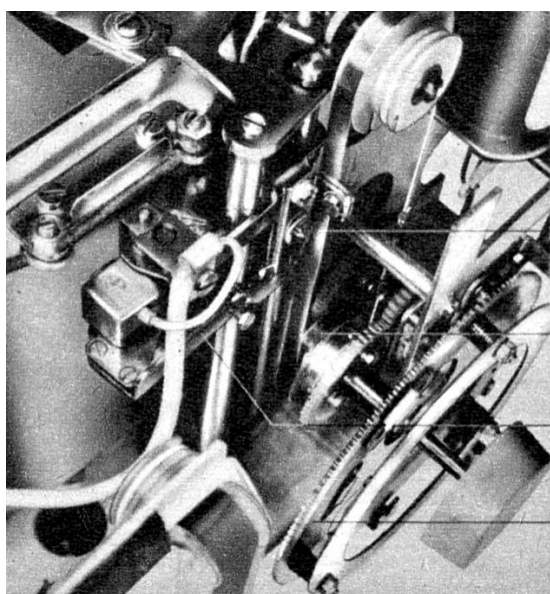


Bild 4: Antriebssystem für den Kopfschlitten.

übernimmt den Antrieb des Rücklaufs. Die Rückspulgeschwindigkeit liegt bei etwa 10 m/s, so dass sich bei ganz durchgelaufenem Band eine Rückspulzeit von 15...20 s ergibt.

Nach Erprobung verschiedenartiger Antriebssysteme für den Kopfschlitten, der in 126 Positionen exakt gerastet werden muss, wurde die im Bild 4 gezeigte Ausführung gewählt. Auf der Rolle 1, die mit der Rastscheibe 2 fest verbunden ist, läuft ein Stahlband 3, das den Kopfschlitten 4 je nach Drehrichtung der Rastscheibe bewegt. Die definierten Einrastungen werden durch 126 Ausparungen am Rand der Scheibe, in die eine federnde Rolle eingreift, erreicht. Das nicht ganz vermeidbare Lagerspiel in den Füh-

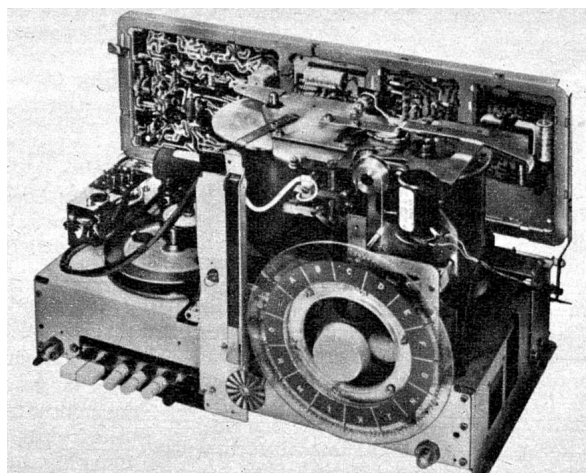


Bild 5: Chassis des „Music-center“.

gen des Kopfschlittens wird mit einer einseitig wirkenden Feder eliminiert. Die Abweichungen von der Wiederkehrgenauigkeit der einzelnen Spuren konnten dadurch auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Die Bandanzeigeskala ermöglicht den Überblick über die jeweils abgelaufene Bandlänge. Die Skala ist in Minuten geeicht, und der Antrieb erfolgt über einen Schneckentrieb, der mit der linken Wickeltrommel gekuppelt ist. Eine zusätzliche Fächerscheibe rotiert, sobald sich das Band in Bewegung befindet.

Die Einstelleinheit, die Laufwerkeinheit, die Bandanzeigeeinrichtung, die Motoren, ein vom Vorlaufmotor angetriebener Lüfter sowie alle Entzerrer, Verstärker, Relaisseinheiten und Tastenschalter werden von einem stabilen Chassis getragen. Die Bilder 5 und 6 zeigen diese Baugruppe in verschiedenen Ansichten. Rundfunkempfänger und Stromversorgungs-teil sind getrennte Baueinheiten, die durch Steckverbindungen mit dem Speichergerät verbunden werden.

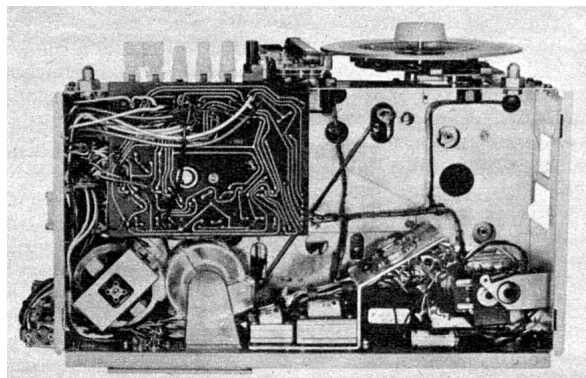


Bild 6: Blick in die Verdrahtung.

Anhang 1

Steuerteil

Alle zur automatischen Steuerung des Gerätes erforderlichen Bauelemente wie Relais, Tastenschalter, Verzögerungsglieder usw. sind auf einer Druckplatte untergebracht, die unter dem Hauptchassis angeordnet ist. Bei Wiedergabe erhält zuerst der Bremsmagnet und (von diesem gesteuert) dann der Vorlaufmagnet Strom, das heißt, die Bremsen werden gelüftet, und erst danach wird das Reibrad zwischen Schwungmassenachse und Bandtrommel gedrückt. Ist die Wiedergabe einer Spur beendet, wird automatisch der Bandrücklauf eingeschaltet. Diese Funktion kann durch drei verschiedene Vorgänge ausgelöst werden: durch Drücken der Stopp-Taste, am Ende des Bandes durch den Endkontakt und am Ende einer Aufzeichnung mit Hilfe eines Pilottons.

Beim Rücklauf wird infolge der umgekehrten Drehrichtung der Aufwickeltrommel über eine exzentrisch gelagerte Rolle ein Hebel bewegt,

der die Rastscheibe um einen Zahn weiterdreht, so dass die nächste Spur einrastet. Die ersten Meter des Tonbandes sind nicht beschichtet und daher lichtdurchlässig. Ist gegen Ende des Rücklaufs das Klarsichtband erreicht, unterbricht ein Relais den Rücklauf. Das Relais wird dazu durch eine Lichtschranke mit Photowiderstand gesteuert. Danach beginnt automatisch der Vorlauf, bis der beschichtete Tonbandteil wieder erreicht ist. Das Relais fällt dann ab, und das Band bleibt (sofern die Wiedergabetaste nicht gedrückt ist) am Übergang Hell-Dunkel stehen. Die Abweichungen von der Anfangsstellung des Bandes liegen unter 3 mm. Damit ist der Beginn der untereinanderliegenden Spuren hinreichend genau definiert.

Beim Unterbrechen des Aufnahmevorganges beginnt der Rücklauf nicht sofort, sondern erst nach etwa 2 s (RC-Glied parallel zum Relais). In dieser Zeit wird ein Pilotton von 50 Hz mit etwa halbem Aussteuerungswert aufgezeichnet. Ein Sperrmagnet blockiert die Spur-

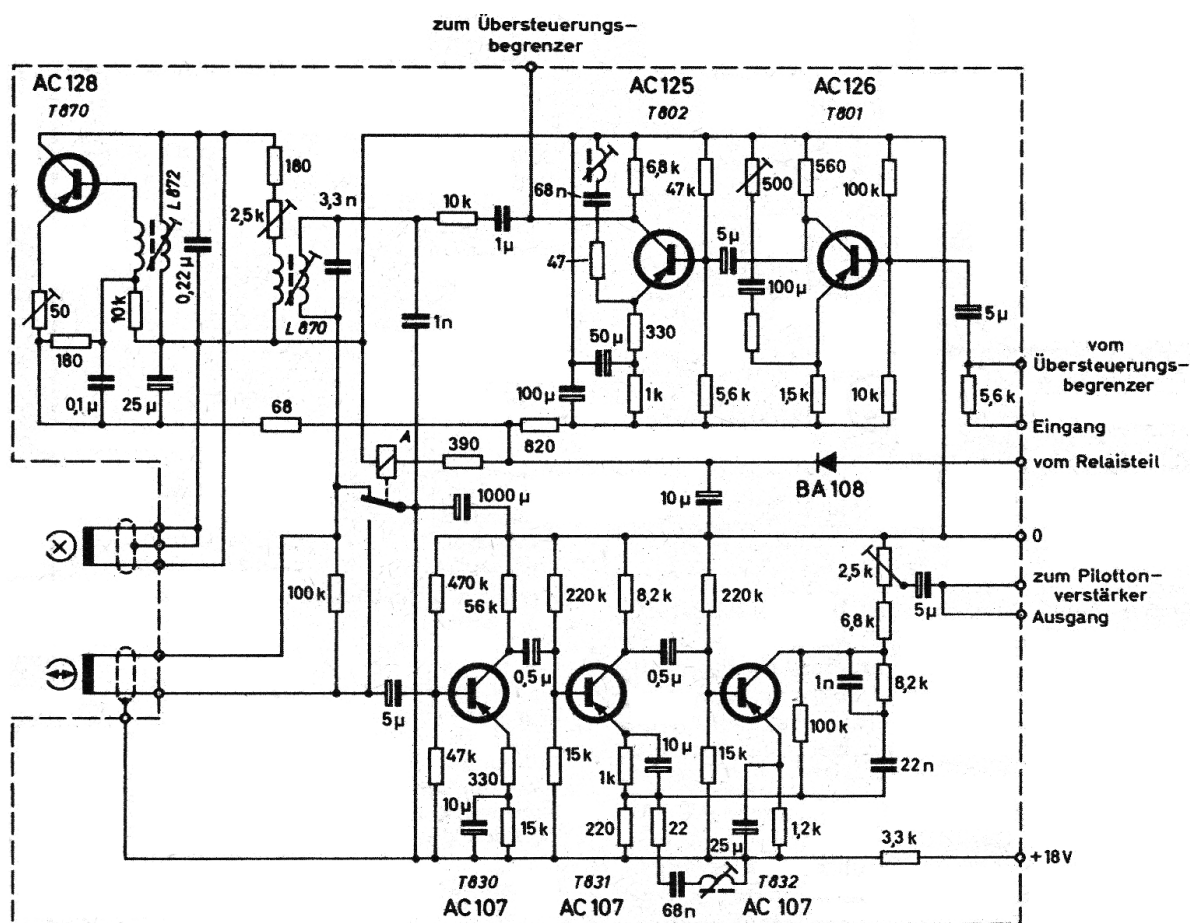


Bild 7: Schaltung des Aufsprech- und Wiedergabeentzerrers.

Anhang 1

wahlumschaltung während der Aufnahmezeit, so dass ein unbeabsichtigtes Löschen anderer Spuren verhindert ist. Läuft das Band bei der Aufnahme jedoch bis zum Ende, dann erfolgt kein Rücklauf, das Gerät schaltet ab. Da hierbei die Aufnahmetaste gerastet bleibt, muss das Wiederanlaufen (unbeabsichtigtes Aufnehmen) verhindert werden. Durch Drücken der Stopp-Taste wird nun die Aufnahmetaste ausgelöst, und das Band läuft zurück. Eine Neuaufnahme oder Wiedergabe kann beginnen. Um zu verhindern, dass bei einem Defekt der Glühlampe für den Photowiderstand das Band von der linken Bandtrommel vollkommen abgespult wird, ist ein zusätzlicher Kontakt am Anfang vorgesehen, der unmittelbar hinter dem Photowiderstand schaltet (doppelte Sicherheit). Dieser Kontakt übernimmt dann das Abschalten des Rücklaufs. Zu erwähnen ist noch, dass während der Aufnahme die Spurskala rot beleuchtet ist, so dass dieser Betriebszustand besonders angezeigt wird.

Elektronischer Teil

Aufsprech- und Wiedergabeentzerrer (Bild 7) sind getrennt ausgeführt und weisen schaltungstechnisch keine Besonderheiten auf. Die Umschaltung von Aufnahme auf Wiedergabe konnte durch die Trennung mit einem Umschaltkontakt verwirklicht werden. Wegen der vom Kopf abgegebenen geringen Spannung von etwa 100 ... 500 μ V wurde aus Gründen der Kontaktsicherheit hierfür ein Quecksilbergasdruckrelais A gewählt.

Die Entzerrung brauchte nicht entsprechend DIN ausgelegt zu werden, sondern ist den speziellen Erfordernissen dieser Anlage angepasst (Bild 8). Auf eine Übertragung der Frequenzen oberhalb von 14 kHz wurde bewusst verzichtet (Bild 9), da die Amplitudenmodulation dieser Anteile bei 9,5 cm/s schon so groß ist, dass subjektiv eher eine Verschlechterung als eine Verbesserung der Wiedergabegüte eintritt. Dieses trifft grundsätzlich für alle Tonbandgeräte mit ähnlichen Bandgeschwindigkeiten zu und ist keine Eigenart dieses Gerätes. Erwähnenswert ist der HF-Generator, der mit etwa 56 kHz

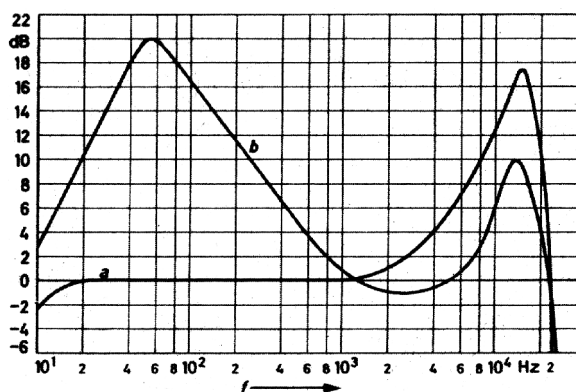


Bild 8: Entzerrungskurven; a Aufnahmeentzerrung, b Wiedergabeentzerrung.

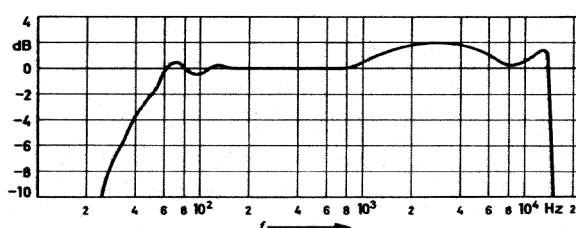


Bild 9: Frequenzgang über alles.

schwingt. Der Löschkopf und die Spule L 872 bilden die Schwingkreisinduktivität. Für die Vormagnetisierung wird die Generatorfrequenz in einem zweiten Kreis L 870 nochmals gesiebt, so dass der Oberwellenanteil am Sprechkopf kleiner als 0,2 % ist. Um die Bedienung des „Music-center“ so einfach wie möglich zu halten, wird die Amplitude der Aufsprechspannung automatisch kontrolliert und nachgeregelt. Ein Aussteuerungsregler kann daher entfallen. Zum Ausgleich von Pegelunterschieden infolge unterschiedlicher Modulationsgrade der Sender dient ein automatischer Übersteuerungsbegrenzer (Bild 10). Ein Transistorverstärker erhält vom Ausgang des Aufsprechverstärkers das NF-Signal, verstärkt es und richtet es gleich. Die sich in Abhängigkeit von der NF-Amplitude ändernde Gleichspannung steuert einen Transistor, in dessen Kollektorkreis eine Glühlampe liegt. Die unterschiedlichen Helligkeitswerte wirken auf einen Photowiderstand, der den Eingang des Aufsprechverstärkers bedämpft. Auf diese Weise können Pegel zwischen +6 dB und -15 dB bis auf etwa ± 1 dB ausgeglichen werden. Die Lösung mit dem Photowiderstand wurde gewählt, um bei der Regelung Verzerrungen zu vermeiden.

Anhang 1

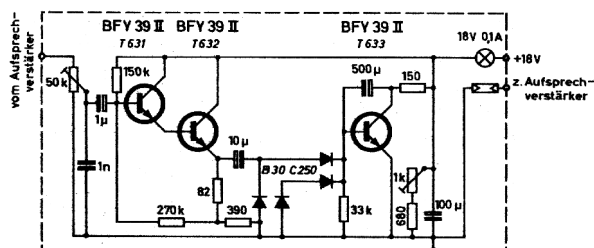


Bild 10: Schaltung des Übersteuerungs-begrenzers.

Bemerkenswert ist der Piloton-Verstärker (Bild 11). Vom Ausgang des Wiedergabeentzerrers wird ein Teil der NF-Spannung abgenommen und dem Piloton-Verstärker zugeführt. Dort wird das NF-Spektrum mit einem Hoch- und Tiefpass aufgeteilt, gleichgerichtet und dem Endstufen-Transistor T 603 zugeführt, in dessen Kollektorkreis ein Relais liegt. Die Grenzfrequenz des Tiefpasses liegt bei etwa 80 Hz und die des Hochpasses bei etwa 300 Hz. Der große Abstand beider Grenzfrequenzen erfordert keinen besonderen Aufwand an Bauelementen. Jeweils am Ausgang der Filter liegen Gleichrichter, die so geschaltet sind, dass die Frequenzen unterhalb 80 Hz eine negative Spannung und die über 300 Hz eine positive Spannung liefern. Solange die Summe beider Spannungen positiv bleibt, und das trifft für normale Modulation immer zu, ist der Transistor gesperrt. Gelangt der am Ende einer Aufnahme aufgezeichnete 50-Hz-Pilot-ton allein an den Piloton-Verstärker, dann gibt der Tiefpass eine negative Spannung ab, die den Transistor T 603 öffnet, so dass das Relais im Kollektorkreis anzieht. Der Rücklauf und die damit verbundene automatische Weiterschaltung auf die nächste Spur sind damit eingeleitet.

Die technischen Daten des Rundfunkteils sind in Tab. 1 zusammengestellt. Die hohe ZF-

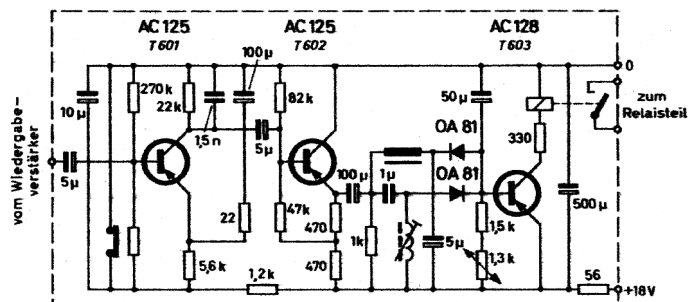


Bild 11: Schaltung des Piloton-Verstärkers.

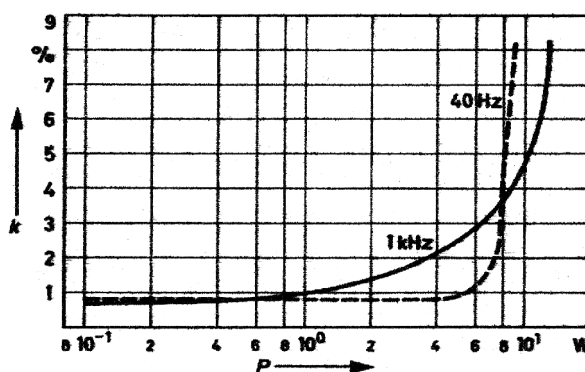


Bild 12: Klirrfaktor der NF-Endstufe in Abhängigkeit von der Ausgangsleistung.

Verstärkung ermöglicht eine so wirksame HF-Regelung und Begrenzung, dass der NF-Ausgangspegel nahezu unabhängig von der Senderfeldstärke am Empfangsort ist. Der automatische Übersteuerungsbegrenzer gleicht dann nur noch die infolge unterschiedlicher Modulationsgrade der Sender entstehenden Pegelschwankungen aus.

Stromversorgungsteil und Endstufe

Alle zur Versorgung des Gerätes erforderlichen Spannungen werden einem Netzteil, der in drei Stromkreise aufgeteilt ist, entnommen. Eine 6-V-Wechselspannung speist alle Signallampen und dient auch zur Gewinnung des 50-Hz-Pilottons.

Für alle Stufen, mit Ausnahme des Steuerteils und der Endstufe, steht eine elektronisch stabilisierte Gleichspannung von 18 V zur Verfügung, die das Gerät weitgehend von Netzspannungsschwankungen unabhängig macht. Alle übrigen Verbraucher wie Zugmagnete, Relais, Endstufe und der Rückspulmotor werden mit 24 V betrieben und benötigen den Hauptanteil der aufgenommenen Leistung. Der Gesamtverbrauch des Gerätes ist bei Wiedergabe etwa 90 W und beim Rückspulen etwa 160 W.

Die Endstufe mit zwei Transistoren AD 131 arbeitet im Gegentakt-B-Betrieb und liefert bei 4,5 % Klirrfaktor eine Ausgangsleistung von 10 W. Bild 12 zeigt den Klirrfaktor für zwei Frequenzen als Funktion der Ausgangsleistung. □

Anhang 1

Tab. 1 Technische Daten des Breitbandgeräts „Music-center“

Rundfunkteil

Wellenbereiche

UKW	87,5 ... 104,5 MHz
KW	5 ... 7,6 kHz
MW	515 ... 1605 kHz
LW	150 ... 150 kHz

Empfindlichkeiten

UKW	3 μ V für 40 dB Rauschabstand	} für 0,5 W Ausgangsleistung bei 30 % Modulation
KW	15 ... 20 μ V	
MW	5 ... 7 μ V	
LW	6,5... 35 μ V	

Zwischenfrequenzen

AM	460 kHz, Bandbreite 4 kHz
FM	10,7 MHz, Bandbreite 135 kHz
Automatische Scharfabstimmung für AM und FM	
7 Trans. + 5 Ge-Dioden + 1 Si-Diode	

Tonbandteil

Eingangsempfindlichkeit	100 mV an 2,7 k Ω
Ausgangsspannung	100 mV an 2,7 k Ω
Frequenzgang über alles	40 Hz ... 14 kHz $\pm$ 6 dB
Fremdspannungsabstand	> 40 dB
Bandgeschwindigkeit	> 9,5 cm/s
Anzahl der Spuren	126
Mittenabstand der Spuren	0,75 mm
Breite der Spuren	0,4 mm
Breite des Bandes	4" (10,16 cm)
Aufnahmezeit je Spur	max. 22 Minuten
Gesamte Speicherkapazität	max. 45 Stunden
Rückspulzeit	max. 20 Sekunden
9 Trans. + 3 Ge-Dioden + 1 Si-Diode + 1 Se-Gl.	

Endstufe

Sinusdauerleistung	10 W
Musikleistung	12 W
Klirrfaktor	< 5 % bei 10 W
Leistungsbandbreite	25 Hz ... 12 kHz
Frequenzgang	20 Hz ... 20 kHz $\pm$ 3 dB
Tiefenregler	+5 ... -20 dB bei 40 Hz
Höhenregler	+3 ... -15 dB bei 12 kHz
6 Transistoren	