

Tonbandgerät B 115 mit Orwo-Magnetband 123 LH

PETER BERNDT

Ausgehend von den physikalischen Eigenschaften eines gegebenen Band-Kopf-Systems werden die Ermittlung und Einstellung seines optimalen Arbeitspunktes beschrieben.

Ziel der magnetischen Speichertechnik ist die möglichst originalgetreue Wiedergabe eines aufgezeichneten elektrischen Signals.

Neben dem möglichen übertragbaren Frequenzbereich eines Magnetbandgerätes sind zur Beurteilung seiner Wiedergabeeigenschaften weitere Kenngrößen wie Fremdspannungsabstand, Geräuschspannungsabstand, Dynamikbereich, Klirrfaktor, Abnahme der Aussteuerbarkeit bei hohen Frequenzen, Nebenspurdämpfungsmaß, Übersprechdämpfungsmaß, Löschdämpfungsmaß und Gleichlauffehler ausschlaggebend.

Die konstruktiven Merkmale eines vorhandenen Magnetbandgerätes bestimmen u. a. die Arbeitsgeschwindigkeit (bzw. mehrere), die Abweichung von der Sollgeschwindigkeit, den Gleichlauffehler, den Banddruck und die Art und Anzahl der eingesetzten Köpfe.

Mit Auswahl eines bestimmten Magnetbandtyps ist das Band-Kopf-System vorgegeben. Zur Gewährleistung der Austauschbarkeit von Aufnahmen unterschiedlicher Geräte ist der Bandflußverlauf in Abhängigkeit von der Aufzeichnungsfrequenz standardisiert. Aus diesen Aussagen kann abgeleitet werden, daß nur noch über die Arbeitspunktwahl des verwendeten Bandtyps die Kennwerte des Band-Kopf-Systems optimiert werden können.

Der zu erreichende Dynamikumfang wird hauptsächlich durch die physikalischen Eigenschaften des Magnetbandes bestimmt. Er wird einerseits durch das Grundrauschen und zum anderen durch die Aussteuerbarkeitsgrenze des Magnetbandes begrenzt. Bei der Aussteuerungsgrenze ist die Sättigungsremanenz erreicht, die Verzerrungen sind groß. Der Nennfluß liegt um 5...10 dB niedriger. Es muß also der Wert der Nennaussteuerung bei der Bezugfrequenz gefunden werden, der bei einer dann noch vorhandenen definierten Übersteuerungsreserve einen hinreichend niedrigen Klirrfaktor ergibt.

Die beim Aufzeichnungsvorgang verwendete Vormagnetisierungsstromstärke ist bestimmend für die erreichbaren elektroakustischen Grenzwerte. So stehen der erzielbare Frequenzbereich, Dynamikumfang und Klirrfaktor in unmittelbarem Zusammenhang, wobei eine notwendige gleichwertige Beachtung dieser drei Kenngrößen bei der Wahl der Vormagnetisierung immer zu einem Kompromiß zwingt.

Bei der korrekten Ermittlung des Arbeitspunktes des verwendeten Bandtyps müssen also folgende Kenngrößen eingestellt werden:

- spezifischer Nennfluß
- Wiedergabepegel
- Wiedergabeentzerrung
- Vormagnetisierung
- Aufnahmeverzerrung.

Im folgenden wird die Optimierung des Band-Kopf-Systems Orwo-Magnetband 123 LH – Aufnahmekopf ANH 200, Wieder-

gabekopf ANH 210 – beschrieben. Die Köpfe ANH 200, ANH 210 sind in dem Tonbandgerät B 115 eingesetzt. Da die Aufnahme-Wiedergabeköpfe ANP 937, ANP 938 im einschlägigen Fachhandel als Austauschköpfe für die Tonbandgeräte B 113, B 115, B 116 angeboten werden, wurde auch der Wiedergabekopf ANP 938 in die Meßreihen mit einbezogen. Dadurch sind Vergleichswerte gegeben, die bei veränderten Bestückungsvarianten Dimensionierungshilfen darstellen.

Mit Hilfe der aufgenommenen Leerlaufwiedergabespannungskennlinien ist es auch ohne Verwendung von TGL-Bezugsbändern möglich, optimale Arbeitspunkte für beliebige Magnetbandtypen in Verbindung mit den Wiedergabeköpfen ANH 210, ANP 938 zu finden. Die Mindestvoraussetzung dafür ist, daß die jeweiligen Kennlinien des Bandherstellers für den gewählten Magnetbandtyp vorliegen.

Leerlauf-Wiedergabespannungsverlauf

Die Gesamtentzerrung des Bandflusses wird mit der Normung des Bandflußverlaufs auf den Aufzeichnungs- und Wiedergabekanal aufgeteilt. Der Anteil der Wiedergabeentzerrung wird mit entsprechenden Bezugsbändern ermittelt.

Die Aufnahme der Leerlauf-Wiedergabespannungskennlinien der Wiedergabeköpfe wurde mit den Orwo-Bezugsbändern 9 und 19 nach TGL 20 130/01 durchgeführt. Die Bilder 1 und 2 geben den Inhalt der beiden Bezugsbänder wieder. Darüber hinaus wurden den Informationsblättern des Herstellers die folgenden Hinweise entnommen (in Klammern gesetzte Angaben gelten für Bezugsband 19):

Pegeltonteil

Dieser Teil ist mit einer Aufzeichnung der Bezugfrequenz 315 (1 000) Hz versehen, die einem remanenten Kurzschlußbandfluß bestimmter Größe, dem Bezugsfluß, entspricht. Sie ergibt bei der Wiedergabe mit Nenngeschwindigkeit den Bezugspegel und dient zur Einstellung der Verstärkung des Wiedergabekanal von Magnetbandgeräten. Der Effektivwert des Kurzschlußbandflusses beträgt 250 (320) pWb/mm.

Teil zur Spalteinstellung

Dieser Teil ist mit den Aufzeichnungen von 315 (1 000) Hz und 10 000 (10 000) Hz versehen. Er dient zur Einstellung des Spaltes des Wiedergabemagnetkopfes senkrecht zur Bandlängsachse und zur überschlägigen Ermittlung des Frequenzganges. Der Pegel der Aufzeichnungen liegt etwa 14 (10) dB unter dem Bezugspegel.

Frequenzgangteil

Dieser Teil ist mit Aufzeichnungen von Einzelfrequenzen versehen, deren Kurzschlußbandfluß entsprechend dem Kurvenverlauf der Zeitkonstanten 90 (50) μ s eines RC-Gliedes in Parallelschaltung bei hohen Frequenzen abnimmt und entsprechend

dem Kurvenverlauf der Zeitkonstanten 3 180 (3 180) μ s eines RC-Gliedes in Reihenschaltung bei tiefen Frequenzen zunimmt. Er dient zur Einstellung und Kontrolle des Frequenzganges des Wiedergabekanal von Magnetbandgeräten auf möglichst horizontalen Verlauf, s. Bilder 1 und 2. Der Pegel der Aufzeichnung der Bezugsfrequenz liegt etwa 20 dB unter dem Bezugspegel.

Die Messung erfolgte entsprechend Bild 3. Als einheitlicher Bezugswert am Monitorausgang des B 115 wurde eine Spannung von 775 mV festgelegt, was dem absoluten Pegelwert von 0 dBm entspricht.

Die Bilder 4 und 5 zeigen die Leerlaufwiedergabespannungsverläufe der Wiedergabeköpfe ANH 210 und ANP 938, aufgenommen mit dem Frequenzgangteil der Bezugsbänder 9 bzw. 19. Der 0-dB-Wert entspricht also der Wiedergabespannung des ANH 210 bei der jeweiligen Bezugsfrequenz 20 dB unter dem Bezugspegel. Die Kurven zeigen einen deutlichen Unterschied im Frequenzgang zwischen beiden Köpfen, wobei der Höhenabfall des ANP 938 von 2,5 dB (9) bzw. 1,5 dB (19) Veränderungen im Wiedergabeverstärker zur Folge haben muß.

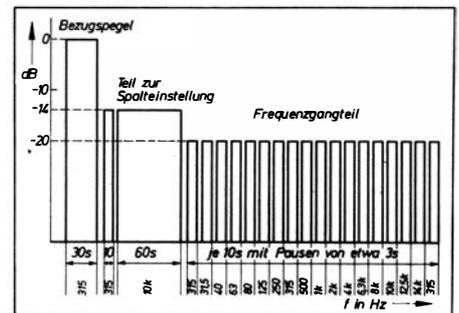


Bild 1: Aufzeichnungsverlauf mit Bezugsband 9

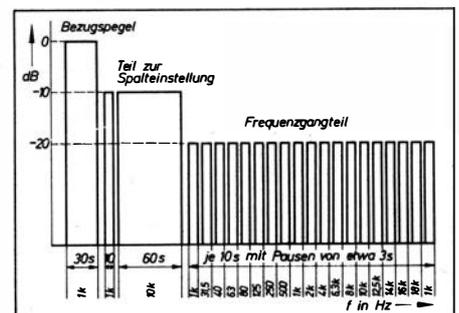


Bild 2: Aufzeichnungsverlauf mit Bezugsband 19

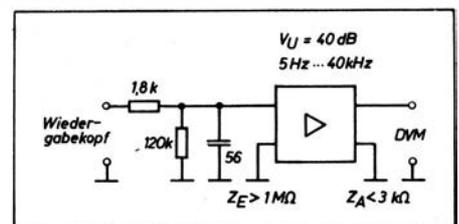


Bild 3: Meßanordnung zur Aufnahme der Leerlaufwiedergabespannung

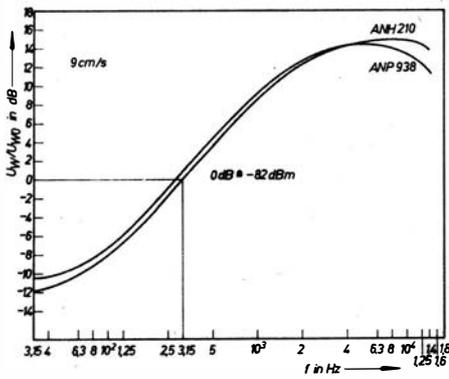


Bild 4: Leerlaufwiedergabespannung ANH 210 bzw. ANP 938 mit Bezugsband 9

Die gemessene Abweichung zwischen beiden Magnetkopfteilsystemen lag am Rand der Meßgenauigkeit und beträgt beim ANH 210 etwa 0,5 dB, während der ANP 938 mit etwa 1 dB im höherfrequenten Bereich stärker divergiert.

Bei den folgenden Betrachtungen ist nur noch der ANH 210 berücksichtigt worden, da analog zu den weiteren Arbeitsschritten die Optimierung für den ANP 938 leicht durchführbar ist.

Für die Ermittlung der Wiedergabeentzerrung sind im Bild 6 die inversen Kennlinien zu Bild 4 bzw. Bild 5 dargestellt. Ein Wiedergabeverstärker mit diesen umschaltbaren Frequenzgängen würde demnach einen über den Frequenzgangteil des jeweiligen Bezugsbandes linearen Ausgangspegel von -20 dBm aufweisen.

Arbeitspunktwahl für das Orwo-Magnetband 123 LH

Bei der Wahl des optimalen Arbeitspunktes müssen die elektroakustischen Werte des gewählten Magnetbandes berücksichtigt werden.

Im Bild 7 ist der Verlauf des Teilklirrfaktors k_3 in Abhängigkeit von der Aussteuerung des Magnetbandes dargestellt. Diese Kurve bezieht sich, wie im Bild 8 zu erkennen ist, auf eine relative Vormagnetisierung von 2,8 dB über der optimalen Vormagnetisie-

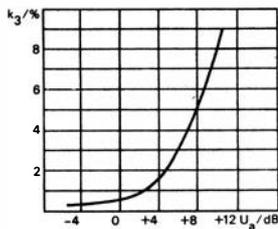


Bild 7: Abhängigkeit des Teilklirrfaktors k_3 von der Aussteuerung

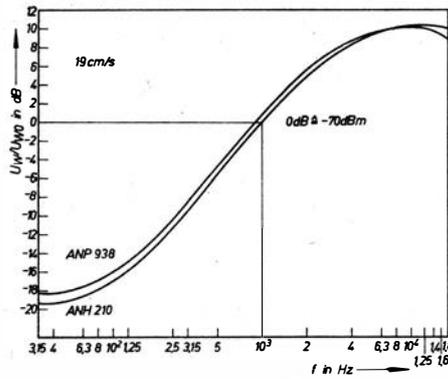


Bild 5: Leerlaufwiedergabespannung ANH 210 bzw. ANP 938 mit Bezugsband 19

zung. Auf Grund der einzelnen Magnetbandkennlinien im Bild 8 und in der Tafel 1 angegebenen elektroakustischen Werte [1] sind nachstehende Festlegungen getroffen worden:

Die Dimensionierung wird zunächst für die Hauptarbeitsgeschwindigkeit (9,5 cm/s) vorgenommen.

Der spezifische Nennfluß wird zu 280 pWb/mm (± 1 dB) gewählt, aus Bild 7 ist daher eine Übersteuerungsreserve von 7 dB bis zur Erreichung des k_3 -Wertes von 5% zu erkennen.

Bei der Wiedergabe des Pegeltonanteils vom Bezugsband 9 muß am Monitorausgang ein Pegel von -1 dBm anliegen. Da die Aussteuerbarkeit bei 10 kHz ($D_{10 \max}$) + 1 dB beträgt, wird die Höhenzeitkonstante abweichend vom standardisierten Wert auf 80 μ s verringert.

Bei der Wiedergabe der 10-kHz-Einzelfrequenz vom Frequenzgangteil des Bezugsbandes 9 muß am Monitorausgang ein Pegel von -22 dBm anliegen.

Die Dimensionierung für die Geschwindigkeit von 19 cm/s wird analog durchgeführt.

Der spezifische Nennfluß wird zu 360 pWb/mm (± 1 dB) gewählt.

Bei der Wiedergabe des Pegeltonanteils vom Bezugsband 19 muß am Monitorausgang ein Pegel von -1 dBm anliegen.

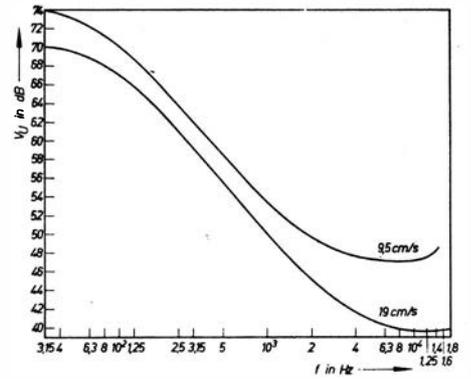


Bild 6: Theoretische Wiedergabeentzerrung ANH 210 und Bezugsbänder 9/19

Tafel 1: Elektroakustische Kennwerte des Orwo-Magnetbandes 123 LH

relative Vormagnetisierung V	1,38
Nennflußabstand D_ϕ in dB	+8
relative Empfindlichkeit D_e in dB	0
relative Höhenempfindlichkeit D_h in dB	-1,5
Klirrdämpfungsmaß D_{k3} in dB	45
Kopierdämpfungsmaß D_K in dB	56
Aussteuerbarkeit $D_{10 \max}$ in dB bei 10 kHz	+1
Gleichfeldrauschen mit Nennfluß D_{NGR} in dB	60
Betriebsgeräuschspannungsabstand bezogen auf Nennfluß D_{BR} in dB	68

Die Höhenzeitkonstante wird auf 45 μ s verringert.

Bei der Wiedergabe der 10-kHz-Einzelfrequenz vom Frequenzgangteil des Bezugsbandes 19 muß am Monitorausgang ein Pegel von -22 dBm anliegen.

Die relative Vormagnetisierung wird nach Bild 8 zu 2,8 dB über der optimalen Vormagnetisierung gewählt.

Wiedergabeverstärker

Der Frequenzgang des Wiedergabeverstärkers läßt sich nun unter Zugrundelegung der ermittelten Werte von Bild 6 bestimmen. In der Tafel 2 sind die Werte der Wie-

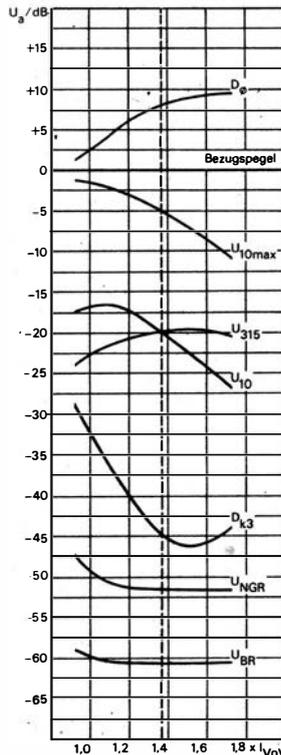


Bild 8: Kennlinien des Orwo-Magnetbandes 123 LH

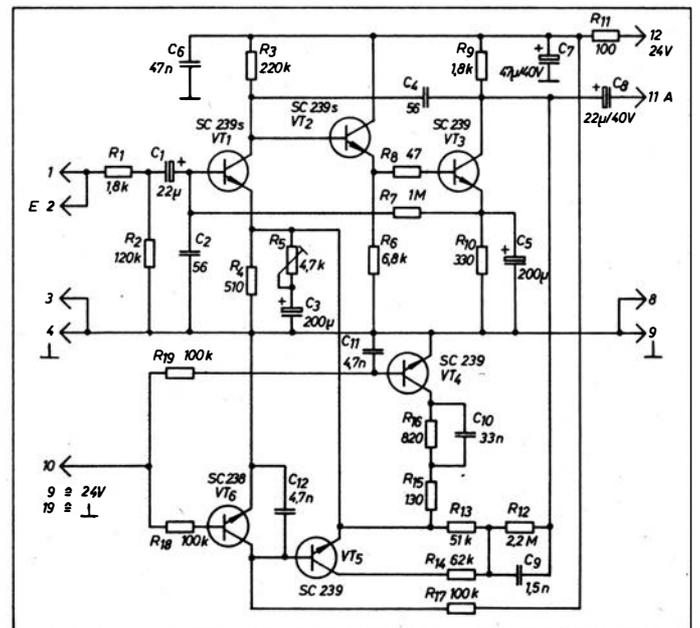


Bild 9: Stromlaufplan des modifizierten Wiedergabeverstärkers

Tafel 2: Modifizierter Frequenzgang des Wiedergabeverstärkers und des Aufnahmeverstärkers

Frequenz in Hz	Ausgangspegel in dB			
	Wiedergabeverstärker 9,5 cm/s		Aufnahmeverstärker 9,5 cm/s	
31,5	+12	+10,8	+5,0	+5,3
40	+11,5	+10,6	+3,8	+4,0
63	+10,2	+9,6	+2,0	+2,0
80	+9,3	+8,6	+1,4	+1,4
125	+6,7	+6,6	+0,6	+0,6
250	+1,8	+1,8	+0,1	+0,1
315	±0	±0	±0	±0
	(≥ 61 dB)	(≥ 58,2 dB)	(≥ 1,8 dB)	(≥ 4,8 dB)
500	-3,9	-3,7	0	0
1 000	-9	-9,2	+0,1	0
2 000	-13,1	-14,7	+0,5	+0,1
4 000	-15,3	-18,4	+1,6	+0,5
6 300	-15,8	-19,7	+3,4	+1,2
8 000	-15,8	-20,2	+4,8	+1,2
10 000	-15,7	-20,5	+6,6	+3,0
12 500	-15,4	-20,5	+8,8	+4,1
14 000	-14,5	-20,5	+10,4	+5,0
16 000	-	-20,4	+12,1	+6,0
18 000	-	-20,3	+13,5	+6,9
20 000	-	-	+14,2	+7,7

dergabeentzerrung zusammengefaßt, die bei beiden Geschwindigkeiten denselben Pegelverlauf am Monitorausgang ergeben. Damit ist der Wiedergabezweig theoretisch endgültig dimensioniert. Sämtliche Veränderungen zur Erzielung eines linearen Frequenzganges sind somit nur noch im Aufnahmeverzerr durchzuführen.

Die Schaltung des Wiedergabeverstärkers zeigt Bild 9. Er entspricht im wesentlichen dem Wiedergabeverstärker des B 113, B 115, B 116 (Modul S). Modifiziert wurde das umschaltbare Gegenkopplungsnetzwerk. VT₅ wird durch den als Negator wirkenden VT₆ angesteuert und schaltet bei 19 cm/s (Massepotential am Eingang 10) R₁₄ parallel zu R₁₃. Damit ist die Umschaltung der Höhenzeitkonstante von 80 µs (Reihenschaltung R₁₃ und C₉) bei 9,5 cm/s auf 45 µs (Reihenschaltung von R₁₃||R₁₄ und C₉) bei 19 cm/s gewährleistet. Die Tiefzeitkonstante aus der Parallelschaltung von R₁₂ und C₉ mit 3 180 µs bleibt unverändert. Bei der Hauptarbeitsgeschwindigkeit von 9,5 cm/s wird durch VT₄ die Grundverstärkung um 2,8 dB angehoben und gleichzeitig eine geringfügige Höhenanhebung, beginnend ab 8 kHz, von maximal 1,5 dB realisiert. Die Grundverstärkung bei dem Pegelanteil wird mit R₅ eingestellt. Der mehrfach aufgebaute Wiedergabeverstärker ergab den geforderten Frequenzgang nach Tafel 2 mit guter Näherung. Die Abweichungen waren kleiner als ±0,5 dB. Es empfiehlt sich, die frequenz-

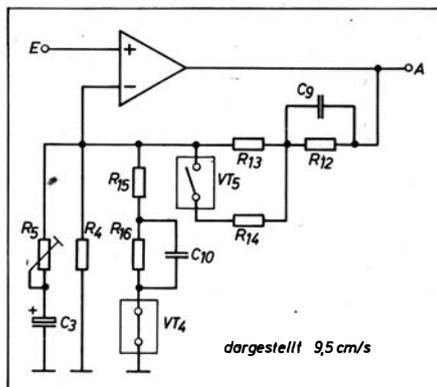


Bild 10: Ersatzschaltung des Wiedergabeverstärkers

gangbestimmenden Bauelemente (R₁₂ bis R₁₆, C₉, C₁₀) auszumessen. Bei Verwendung anderer Band-Kopf-Systeme bzw. abweichender Arbeitspunkte ist natürlich das gesamte Gegenkopplungsnetzwerk umzudimensionieren. Zur besseren Übersicht ist im Bild 10 der Wiedergabeverstärker mit dem Gegenkopplungsnetzwerk nochmals als Ersatzschaltung dargestellt. Der rechnerischen Dimensionierung sollte grundsätzlich noch die experimentelle Überprüfung des fertig aufgebauten Wiedergabeverstärkers folgen. Die Bilder 11 und 12 zeigen die Leiterplatte des Wiedergabeverstärkers. Für die Kompensation des auftretenden stärkeren Höhenabfalls bei Verwendung des ANP 938 oder bei starkem Kopfver-

schleiß bietet es sich an, die Eingangsparellresonanz des Wiedergabekopfes durch Einsatz einer entsprechenden Kapazität zu verändern. Vorteilhaft hierbei ist, daß keine Änderungen auf der Leiterplatte des Wiedergabeverstärkers notwendig sind. C₂ bestimmt die Resonanzfrequenz und R₁ die Güte des Resonanzkreises. Bei kurzgeschlossenem Widerstand R₁ waren Resonanzspitzen von 12 dB meßbar. Richtwerte für C₂ bei einer gewünschten Resonanzfrequenz von 12,5 kHz sind 470...1 000 pF.

Einstellung der Nennvormagnetisierung

Die frequenzbestimmenden Kondensatoren im Oszillator (Modul 0) wurden durch wertgleiche Styroflexkondensatoren ersetzt. Da die Löschkopfinduktivitäten frequenzbestimmend sind, sollte der Kondensator C₁ im Oszillatormodul auf eine möglichst geringe Frequenzabweichung der Oszillatorfrequenz bei Mono- bzw. Stereobetrieb ausgemessen werden. Im Muster wurden für f_{osz} folgende Werte erreicht:

- Mono 1/4 108,6 kHz
- Mono 2/3 109,4 kHz
- Stereo 109,1 kHz.

Zur besseren Entkopplung der Ausgänge vom Aufnahmeverstärker und Oszillator sind für jeden Kanal noch je zwei LC-Resonanzkreise eingesetzt. Die Beeinflussung der Einstellungen von Aufzeichnungsstromstärke und Vormagnetisierungsstromstärke ist dadurch erheblich geringer. Allerdings muß bei Einsatz dieser LC-Kreise grundsätzlich die o. g. Überprüfung der Oszillatorfrequenzen bei den verschiedenen Spurwahlen durchgeführt werden, da bei abweichender Oszillatorfrequenz die Resonanzkreise die Vormagnetisierung und damit den Frequenzgang verändern. Mit der im Bild 13 gezeigten Dimensionierung wird eine reproduzierbare Einstellbarkeit gewährleistet. L_r ist oszillographisch auf Spannungminimum der Vormagnetisierungsfrequenz über den Reihenschwingkreis abzugleichen, L_p auf Spannungmaximum der Vormagnetisierungsfrequenz am Anschluß 25. Eine Abweichung des Frequenzganges bei unterschiedlicher Spurwahl konnte nicht nachgewiesen werden. Natürlich kann auf diese Zusatzbaugruppe verzichtet und das Gerät im Originalzustand betrieben werden. Die Korrektur der Oszillatorfrequenzen ist dann überflüssig. Es wird aber eine Änderung der im folgenden noch aufgeführten Aufzeichnungsverzerrung notwendig, da durch die dann veränderten Widerstandsverhältnisse die nichtideale Stromsteuerung des Aufnahme-

Bild 11: Leiterseite des Wiedergabeverstärkers

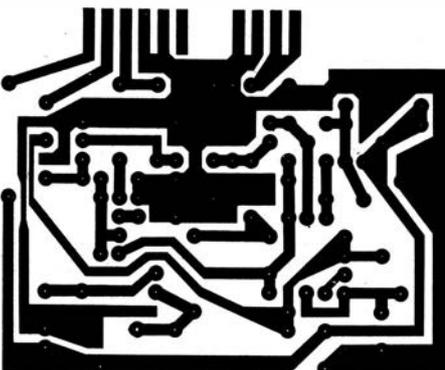
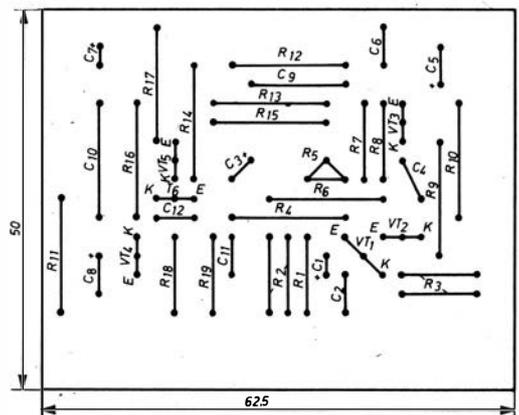


Bild 12: Bestückungsseite des Wiedergabeverstärkers



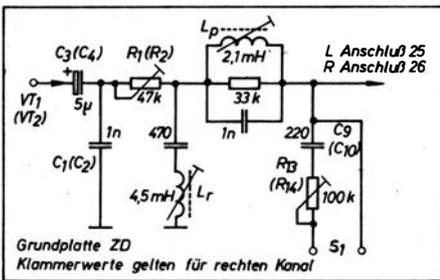


Bild 13: Zusatzbaugruppe LC-Resonanzkreise

kopfes ebenfalls quantitativ verändert erfolgt. Der Wert der Nennvormagnetisierung kann unmittelbar aus Bild 8 entnommen werden. Sinnvoll ist der Abgleich anhand der U_{10} -Kennlinie zur meßtechnischen Ermittlung der Nennvormagnetisierung, da hier eindeutig auswertbare Änderungen der Werte mit Zunahme der Vormagnetisierung auftreten.

Aufgezeichnet wird ein 10-kHz-Signal. Dabei ist R_{13} (R_{14}) auf der Grundleiterplatte ZD beginnend vom Maximalwert soweit zu verringern, bis am Monitorausgang ein Spannungsmaximum bei Hinterbandkontrolle erreicht ist. Der Pegel soll -20 dBm betragen. Der Wert von R_{13} (R_{14}) wird nun soweit reduziert, bis ein Pegelabfall von $3,5$ dB eingetreten ist. Damit ist die Nennvormagnetisierung für das Orwo-Magnetband 123 LH festgelegt.

Aufnahmeverstärker

Analog zum Wiedergabeverstärker müssen im Aufnahmekreis zwei gleichzeitig wirkende geschwindigkeitsabhängige Umschaltungen durchgeführt werden. Der Nennaufzeichnungspegel liegt bei 19 cm/s entsprechend dem gewählten Bandfluß höher, und die frequenzabhängige Höhenanhebung des Aufzeichnungsstromes muß ebenfalls korrigiert werden.

Für den Aufnahmeverstärker fand die Originalleiterplatte Verwendung, die zusätzlichen Bauelemente lassen sich günstig in den noch freien Bestückungslöchern unterbringen und verdrahten. VT_4 schaltet wie beim Originalmodul Z die Höhenanhebung um, VT_5 hebt die Grundverstärkung bei 19 cm/s an (Bild 14). Der Widerstand R_{15} bewirkt also die frequenzunabhängige Pegeländerung bei der Geschwindigkeitsumschaltung.

Der Frequenzgang des Aufnahmeverstärkers ist ebenfalls Tafel 2 zu entnehmen. Mit den Widerständen R_1 (R_2) auf der Grundplatte ZD wird nun abschließend der Aufnahmepegel auf Pegelgleichheit bei Vor- und Hinterbandkontrolle am Monitorausgang justiert.

Bild 15 zeigt den aufgenommenen Überband-Frequenzgang bei beiden Geschwindigkeiten.

Ergebnisse

Bei Verwendung von Bezugsbändern nach TGL 20 130/01 und Kennlinien für das Orwo-Magnetband 123 LH ist eine gute Optimierung des Band-Kopf-Systems 123 LH-ANH 210 möglich.

Unter Berücksichtigung der wahrnehmbaren oberen Frequenzgrenze durch das menschliche Ohr soll noch einmal davon abgeraten werden, eine unnötig hohe

Bild 14: Stromlaufplan des Aufnahmeverstärkers (statt 1,5-nF-Kondensatoren lies 3,3 nF)

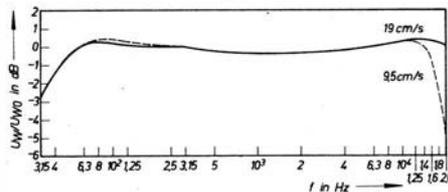
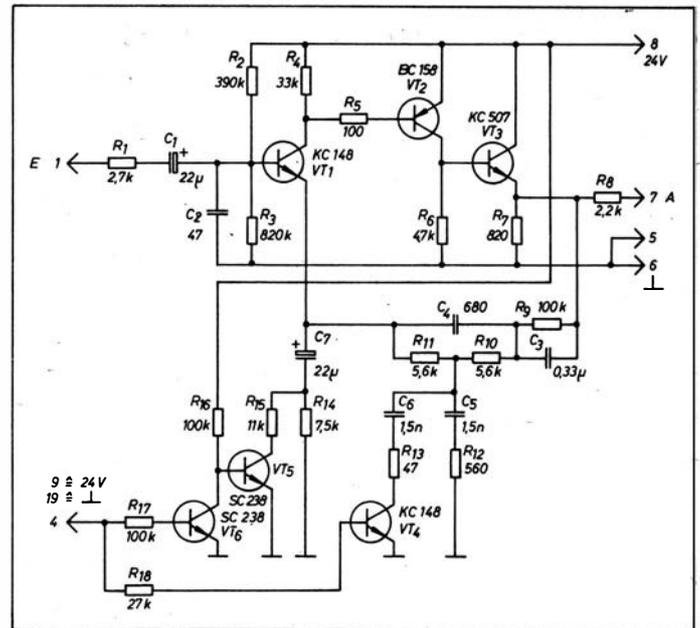


Bild 15: Frequenzgang über Band bei 9,5 cm/s und 19 cm/s

obere Grenzfrequenz anzustreben, da sich damit der Fremdspannungsabstand durch Zunahme der Rauschbandbreite verschlechtert. Im Muster konnte z. B. bei verringertem C_4 im Wiedergabeverstärker und verringertem C_4 im Aufnahmeverstärker bei 19 cm/s eine obere Frequenzgrenze von über 35 kHz (3-dB-Abfall) erreicht werden,

die Zunahme der Rauschspannung war eindeutig feststellbar.

Subjektiv ist zwischen Vorband- und Hinterbandkontrolle bei beiden Geschwindigkeiten kein Unterschied im Frequenzgang festzustellen. Die Vergrößerung des Fremdspannungsabstandes bei 19 cm/s ist beachtlich, unter ökonomischen Aspekten bleibt diese Geschwindigkeit besonders hochwertigen Aufnahmen vorbehalten.

Literatur

- [1] Das ORWO-Spulenmagnetband-Sortiment. radio fernsehen elektronik, Berlin 34 (1985) 10, S. 658 und 659
- [2] Scholz, Chr.; Pohl, J.: Schaltungstechnik in Kassettenrecordern. Reihe Informationselektronik. Berlin: VEB Verlag Technik 1980
- [3] Blaese, U.: Magnetische Schallspeichertechnik. Amateurreihe electronica, Bd. 219/220. Berlin: Militärverlag der DDR 1984

Im Jahre 1636

Vor 350 Jahren gab Daniel Schwenter in Nürnberg sein Buch „Mathematisch-philosophische Erquickstunden“ heraus, in dem er empfahl, Röhren in Festungen zu legen, „dadurch in der Noth und Eyle einer mit dem anderen von einem Bollwerk zum anderen verborgen reden könne“, womit er also Sprechröhrlösungen meinte. Außerdem äußerte er sich über eine Idee, die eine auffallende Übereinstimmung mit dem viel später erfundenen elektromagnetischen Telegrafen aufwies. Er schrieb nämlich: „Wie mit dem Magnetzünglein zwei Personen einander in die Ferne etwas zu verstehen geben mögen: „Wenn Claudius zu Paris und Johannes zu Rom wären, auch einer dem anderen etwas zu verstehen geben wollte, müßte jeder einen Magnetzeiger oder Zünglein haben, mit dem Magnet so kräftig bestreichen, daß es einander von Paris zu Rom beweglich machen könnte. Nun möchte es sein, daß Claudius und Johannes jeder einen Kompaß hätte, der nach Zahl der Buchstaben in das Alphabet getheilet, und wollten einander etwas zu verstehen geben allezeit um 6 Uhr des Abends. Wenn sich nun das Zünglein dreieinhalbmal umgewendet von dem Zeichen,

welches Claudius dem Johannes gegeben, sagen wollte: Komm zu mir, so möchte er sein Zünglein still stehen oder bewegen machen bis an das k, danach auf das o, drittens auf das m usf., wann nun eben in solcher Zeit sich des Johannes Magnetzünglein auf gedachte Buchstaben ziehet, hönnte er leichtlich des Claudii Begehren verzeihen und ihn verstehen. Die Invention ist schön, aber ich achte nicht davor, daß ein Magnet solcher Tugend für die Welt gefunden würde. Ich vor meine Person halte es mit dem Authors, glaube auch nicht, daß ein Magnet nur für 2 oder 3 Meil sollte solche Krafft haben, es kämen denn diejenigen Steine dazu, deren ich in meiner Stenographia gedacht habe.“ In dieser Äußerung, deren Idee sich auch in Kirchners „De arte magnetica“ befand, ist das Wesen des elektromagnetischen Telegrafen bereits enthalten. Es sollte jedoch noch etwa zwei Jahrhunderte dauern, bis dieser im Jahre 1833 durch die Erfindung des elektromagnetischen Telegrafen durch die deutschen Physiker Gauß und Weber, die diese Veröffentlichung Schwenters nicht gekannt haben, Wirklichkeit wurde.