

Service-Anleitung

für das

Reportage-Tonbandgerät

NAGRA III

(System Kudelski)

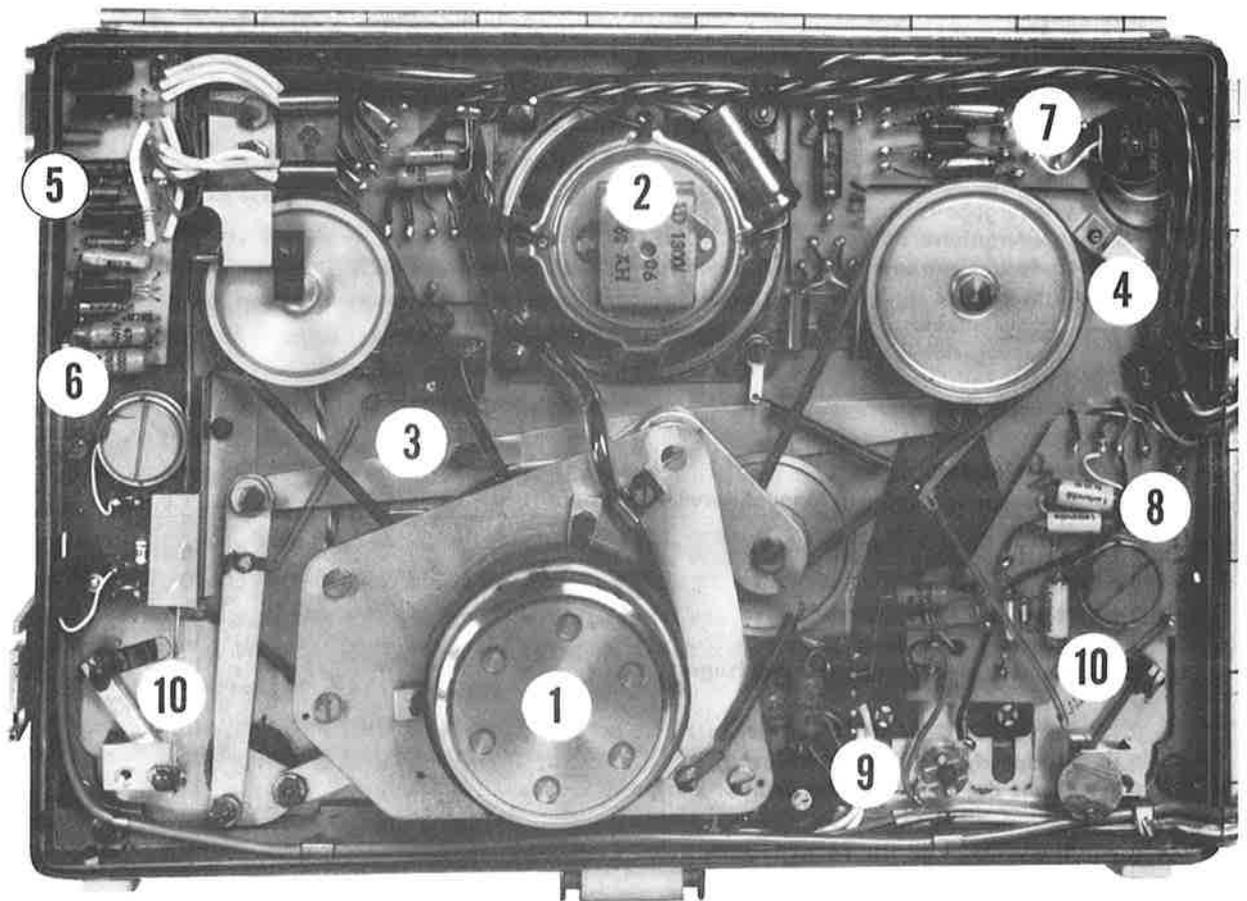
INHALT

1	AUFBAU UND WIRKUNGSWEISE	Seite	5
1.1	Allgemeines	„	5
1.2	Verstärkerelektronik	„	5
1.2.1	Mikrofon-Vorverstärker	„	5
1.2.2	Begrenzer und Aussteuerungsanzeiger	„	5
1.2.3	Endverstärker	„	5
1.2.4	Ausgangsübertrager	„	6
1.2.5	Aufnahmeentzerrer	„	6
1.2.6	HF-Sperrkreis	„	6
1.2.7	Oszillator	„	6
1.2.8	Wiedergabe-Vorverstärker	„	6
1.2.9	Wiedergabe-Entzerrer	„	7
1.2.10	Wiedergabeverstärker	„	7
1.3	Laufwerkelektronik	„	7
1.3.2	Diskriminator	„	7
1.3.3	Servoverstärker	„	7
1.4	Spannungsstabilisator	„	8
1.5	2-Watt-Endstufe	„	8
1.6	Neopilot-Zusatz	„	9
2	EINMESSUNG	„	9
2.1	Entmagnetisierung und Magnetisierung der Köpfe	„	9
2.2	Wiedergabekanal	„	9
2.3	Aussteuerungsanzeiger	„	10
2.4	Aufnahmekanal	„	10
2.5	Neopilot-Zusatz	„	11
2.6	Laufwerk-Einstellung	„	12
2.7	Messung und Justage des Bandzuges	„	12
3	AUSWECHSELN VON TEILEN	„	15
3.1	Austausch der Kollektorbürsten	„	15
3.2	Ersatz des Zwischenrades und der Riemen	„	15
4	HINWEISE FÜR DIE FEHLERSUCHE		
4.1	Motor	„	17
4.1.1	Entmagnetisierung des Rotors	„	17
4.1.2	Fehlender Durchgang in der halben Rotorwicklung	„	18
4.1.3	Kurzschluß zwischen Segmenten des Kommutators	„	18
4.1.4	Mechanische Reibung auf dem Rotor	„	18
4.1.5	Verschmutzter Kommutator	„	19
4.1.6	Dejustierung der Momentenachse	„	19
4.2	Maßnahmen gegen interne Störspannungen	„	19
4.2.1	Störspannungen von 1000, 2000 und 4000 Hz	„	19
4.2.2	Elektrostatische Störungen	„	20
4.2.3	Parasitäre Störungen vom Motor	„	20
4.3	Fehler in der Geschwindigkeitsstabilisation	„	21
4.3.1	Fehler beim Anlauf	„	21
4.3.2	Fehler in der Regelung	„	21
4.3.3	Tonhöenschwankungen	„	22

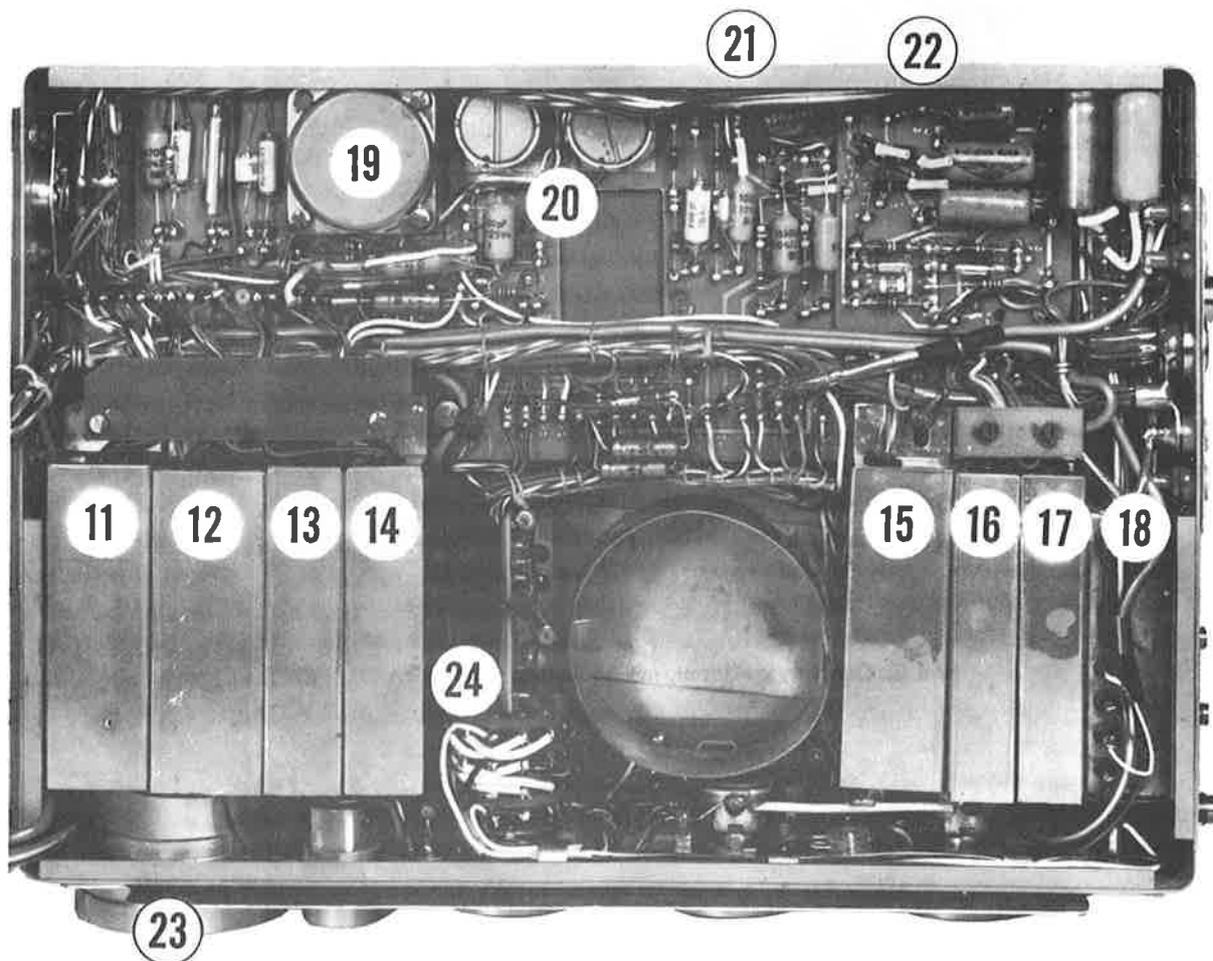
Anlage: SCHALTBILD

Bild 1:

NAGRA III NPH Gerät aufgeklappt



- 1 Motor
- 2 Lautsprecher
- 3 Mikroschalter
- 4 Bremse, Abwickelseite
- 5 2-Watt-Endstufe
- 6 Hf-Saugkreis Wiedergabe
- 7 Oszillator
- 8 Hf-Sperrkreis Aufnahme
- 9 Neopilot-Zusatz
- 10 Spannrollen
- 11 Ausgangsübertrager
- 12 Endverstärker



- 13 Spannungsstabilisator
- 14 Servoverstärker
- 15 Tachometer-Verstärker
- 16 Wiedergabeverstärker
- 17 Wiedergabe-Vorverstärker
- 18 Mikrofon-Vorverstärker
- 19 Diskriminator-Spule
- 20 Diskriminator
- 21 Aufnahme-Entzerrer
- 22 Wiedergabe-Entzerrer
- 23 Aussteuerungsanzeiger
- 24 Hauptschalter

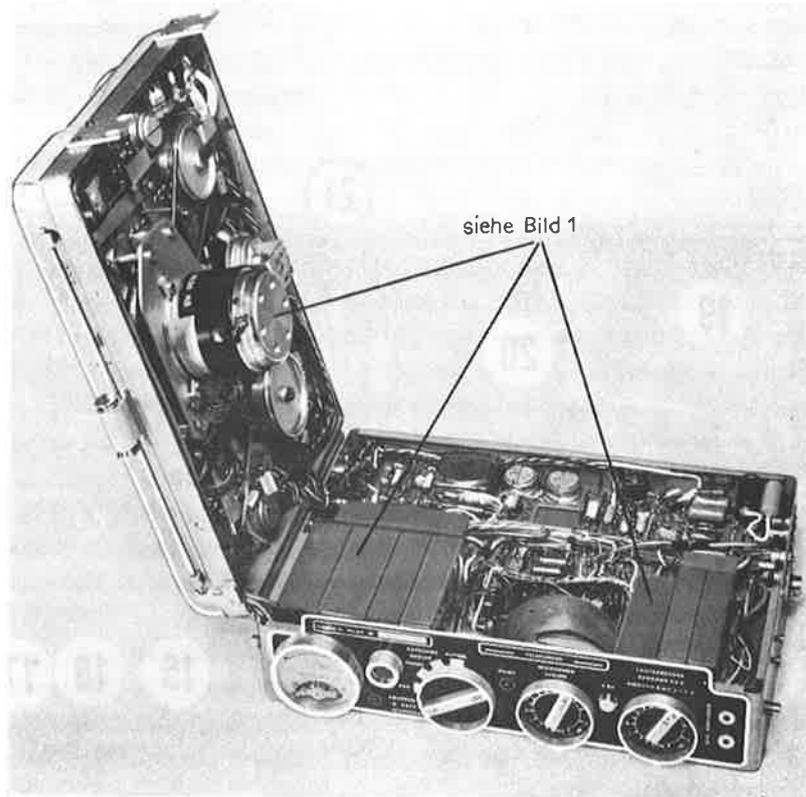


Bild 2: Gerät aufgeklappt, mit Bedienungselementen



Bild 3: Gerät betriebsbereit

1 AUFBAU UND WIRKUNGSWEISE

1.1 Allgemeines

Das NAGRA III ist ein batteriegespeistes Reportage-Tonbandgerät mit Einmotorenantrieb und elektronisch geregelter Drehzahl. Sowohl die Tonfrequenzverstärker wie der Servoverstärker für den Motor sind volltransistorisiert und in gedruckter Schaltung ausgeführt. Die verschiedenen Verstärkerzüge sind in Bausteine unterteilt. Sämtliche Verstärker sind gekapselt in Metallgehäusen; Aufnahme- und Wiedergabeentzerrer befinden sich im Gehäuseunterteil, für die Einmessung leicht zugänglich. Im Gehäuseoberteil befindet sich lediglich der Oszillator und bei der Ausführung BH sowie NPH – die 2-Watt-Endstufe –. Ferner enthält das Gehäuseoberteil den HF-Saugkreis am Wiedergabekopf sowie den HF-Sperrkreis vor dem Aufnahmekopf und die Kondensatoren für die Vormagnetisierungseinstellung. Der Neopilot-Zusatz befindet sich im Gehäuseunterteil zugänglich nach Abnahme des Deckels vom Batteriegehäuse.

1.2 Verstärkerelektronik

1.2.1 Mikrofon-Vorverstärker

Für den Anschluß von dynamischen Mikrofonen mit 200 Ohm Innenwiderstand ist ein Mikrofon-Vorverstärker vorgesehen. Die Eingangsspannung wird mit einem Übertrager um den Faktor 3 hochtransformiert und einem rauscharmen Verstärker zugeführt. Dieser Verstärker ist in sich stark gegengekoppelt und weist einen geradlinigen Frequenzgang auf. Die verstärkte Mikrofonspannung wird am Emitter der zweiten Stufe abgenommen und dem Mikrofonregler zugeführt. Der Mikrofonregler ist nur in der Betriebsstellung „Probe“ und „Aufnahme über Regler“ in Funktion (Hauptschalter 1 B). In Stellung „Aufnahme automatisch“ wird die Mikrofonausgangsspannung unter Umgehung des Mikrofonreglers automatisch begrenzt.

1.2.2 Begrenzer und Aussteuerungsanzeiger

Die am Ausgangsübertrager stehende Spannung wird zum Begrenzer und Aussteuerungsanzeiger zurückgeführt, der aus einer Schaltung von insgesamt 3 Transistoren besteht. An den Emitter der Eingangsstufe ist eine Gleichrichter-Schaltung angeschlossen, die einmal den Aussteuerungsanzeiger über einen weiteren Transistor steuert. Der Aussteuerungsanzeiger ist in sämtlichen Aufnahmestellungen und außerdem in der Schaltstellung „Hi-Fi-Wiedergabe“ in Funktion (Hauptschalter 3 A). In der Stellung „Abhören“ erhält das Instrument direkt über einen Vorwiderstand die Batteriespannung zur Kontrolle zugeführt.

An die Gleichrichterschaltung ist zum anderen die eigentliche Begrenzerstufe angeschlossen, die aus einem Transistor mit je einer Germanium-Diode im Emitter- und Kollektorzweig besteht. Abhängig von der steuernden Gleichrichterspannung wird der Innenwiderstand dieser Dioden geregelt und damit eine aussteuerungsabhängige Belastung der vom Mikrofon-Vorverstärker kommenden Spannung erreicht.

1.2.3 Endverstärker

Der Endverstärker, bestehend aus insgesamt 6 Transistoren, davon 2 Leistungstransistoren, übt eine Doppelfunktion aus: In sämtlichen Aufnahmestellungen arbeitet er als Endverstärker für die Speisung des Aufnahmekopfes, in den Stellungen „Abhören“ und „Wiedergabe“ als Leistungs-Endverstärker für die Lautsprecherwiedergabe bzw. den Leitungsausgang. Dem Eingang des Endverstärkers wird einmal die vom Hauptschalter 1 B kommende Mikrofon-Spannung zugeführt, zum anderen über den Hauptschalter 1 A die Spannung vom Leitungseingang in der Schaltstellung

„Aufnahme“ oder die vom Wiedergabeverstärker kommende Wiedergabespannung in den Schaltstellungen „Abhören“ und „Wiedergabe“. Auf den Hauptschalter A folgt der Regler „P+L“, der demzufolge ebenfalls eine Doppelfunktion ausübt. Die beiden Eingänge des Endverstärkers sind über Längswiderstände entkoppelt. Die Endstufe arbeitet mit zwei gleichstrommäßig in Reihe liegenden Transistoren, in deren spannungsmäßigem Mittelpunkt die Ausgangsspannung niederohmig abgegriffen wird.

1.2.4 Ausgangsübertrager

Der Ausgangsübertrager ist kapazitiv an den Endverstärker angeschlossen. Er arbeitet nach dem Prinzip des Spartransformators. An eine Teilwicklung ist der Lautsprecher angeschlossen, der jedoch nur in der Betriebsstellung „Abhören“ über den Hauptschalter 3 B an Masse liegt. Von der Summenwicklung wird sowohl die Aufnahmespannung zur Speisung des Kopfes abgegriffen als auch die Steuerspannung für den Begrenzer und Aussteuerungsanzeiger.

Eine galvanisch getrennte Wicklung liefert die Ausgangsspannung für den Leitungsausgang mit einem Quellwiderstand von 600 Ohm.

1.2.5 Aufnahmeentzerrer

Die von der Summenwicklung des Ausgangsübertragers kommende Spannung wird in sämtlichen Aufnahmestellungen (Hauptschalter 4 B) dem Eingang des Aufnahme-Entzerrers zugeführt. Der Aufnahme-Entzerrer besteht aus 4 Einzelentzerrern, von denen je nach Stellung des Geschwindigkeitsschalters einer in Funktion ist. Die Einzelentzerrer bestehen aus Festwiderständen und Festkondensatoren, die zur Einmessung ausgewechselt werden müssen.

1.2.6 HF-Sperrkreis

Am Ausgangsknotenpunkt des Aufnahme-Entzerrers liegt ein HF-Sperrkreis, der das Eindringen von Hochfrequenz rückwärts in den Verstärker verhindern soll. Die Vormagnetisierung für den Aufnahmekopf wird dem Kopf direkt über eine feste Kapazität vom Löschkopf zugeführt.

1.2.7 Oszillator

Der Hochfrequenz-Oszillator zur Erzeugung der Löscho- und Vormagnetisierungsfrequenz von 60 kHz ist ein symmetrischer Gegentakt-Oszillator mit zwei Transistoren OC 74. In den Basis-Leitungen beider Transistoren liegt je eine Diode OA 85 zur Schwingungs-Begrenzung. Die Hochfrequenz wird von dem Oszillator-Schwingkreis induktiv ausgekoppelt und dem Löschkopf zugeführt. Der Oszillator ist nur in den Betriebsstellungen „Aufnahme über Regler“ und „Aufnahme automatisch“ an Masse gelegt (Hauptschalter 3 B).

1.2.8 Wiedergabe-Vorverstärker

Parallel zum Wiedergabekopf liegt eine kleine Kapazität zur Erzielung von Spannungsresonanz bei hohen Frequenzen. Ferner liegt parallel zum Kopf ein auf 60 kHz abgestimmter Saugkreis, der eventuell aufgenommene Hochfrequenz ableiten und am Eindringen in den Wiedergabe-Vorverstärker hindern soll.

Der Wiedergabevorverstärker besteht aus einem dreistufigen Verstärker, an dessen dritter Stufe die Ausgangsspannung am Emitter abgegriffen wird. Der gesamte Verstärker ist in sich gegengekoppelt und besitzt einen geradlinigen Frequenzgang.

1.2.9 Wiedergabe-Entzerrer

Die vom niederohmigen Ausgang des Wiedergabe-Vorverstärkers abgenommene Spannung wird einem dreiteiligen Wiedergabe-Entzerrer zugeführt, der einerseits den Omega-Gang des Kopfes ausgleicht und zum anderen eine Anhebung der hohen Frequenzen bewirkt. Der einzelne Teilentzerrer besteht aus einem von einer kleinen Kapazität überbrückten Längswiderstand und im Querzweig aus einem RC-Glied, das die zur jeweiligen Bandgeschwindigkeit gehörige Zeitkonstante darstellt. Die Ausgänge der einzelnen Teilentzerrer sind über je eine Germanium-Diode zusammengeschlossen. Je nach der eingestellten Geschwindigkeit erhält einer der Ausgänge über eine Ebene des Geschwindigkeitsschalters eine feste negative Vorspannung, so daß nur die zum jeweiligen Entzerrerteil gehörige Diode geöffnet ist und damit nur der entsprechende Entzerrerteil in Funktion. Die nicht benutzten Entzerrer weisen in ihrem Ausgang positives Potential auf, so daß die zugehörige Diode gesperrt ist. Die negative Spannung des in Funktion befindlichen Entzerrers stellt gleichzeitig die Basisvorspannung der ersten Stufe des nachfolgenden Wiedergabeverstärkers dar.

1.2.10 Wiedergabeverstärker

Der zweistufige Wiedergabeverstärker liefert die zur Aussteuerung des Endverstärkers notwendige Spannung. Die Ausgangsspannung wird über ein RC-Glied, das zur Tiefenanhebung dient, dem Hauptschalter 1 A am Eingang des Endverstärkers zugeführt. Zum Wiedergabeverstärker gehört ferner ein weiterer Transistor, der als Emitterfolger arbeitet und die notwendige Spannung für den Kopfhörerausgang abgibt. An diesem Ausgang wird in den Betriebsfällen „Aufnahme über Regler“ und „Aufnahme automatisch“ der Kopfhörer abgeschaltet (Hauptschalter 4 A), während gleichzeitig der Endverstärker als Aufnahmeverstärker arbeitet.

1.3 Laufwerkelektronik

1.3.1 Tachometer-Vorverstärker

Auf der Motorwelle befindet sich ein Polrad mit 400 Zähnen, das in einem gleichstrom-vormagnetisierten Tachometerkopf entsprechend der Umdrehung eine bestimmte Frequenz induziert. Diese Frequenz wird im Tachometerverstärker verstärkt und in einem Begrenzer auf konstante Amplitude symmetrisch begrenzt, so daß sich am Ausgang des Tachometerverstärkers eine Rechteckspannung ergibt.

1.3.2 Diskriminator

Die Rechteckspannung wird einem Diskriminator zugeführt, der auf die der jeweiligen Bandgeschwindigkeit zugehörige Tachometerfrequenz abgestimmt ist. Die Abstimmung ist mit der Geschwindigkeitsschaltung gekoppelt. Der Diskriminator liefert an seinem Ausgang eine positive Gleichspannung, wenn die Drehzahl des Tachometers größer als die Resonanzfrequenz ist, eine negative Gleichspannung, wenn die Tachometerfrequenz kleiner als die Resonanzfrequenz des Diskriminators ist.

1.3.3 Servoverstärker

Der Antriebsmotor liegt in Reihe mit einem Transistor OC 30, dessen Basisspannung über zwei Verstärkerstufen von der Diskriminatorspannung gesteuert wird. Ist die Diskriminatorspannung negativ, d. h. ist die Drehzahl des Motors zu niedrig, so

öffnet die Kette der insgesamt drei Transistoren, der Motor erhält einen größeren Strom und gewinnt damit an Drehzahl. Entsprechend sperrt eine positive Diskriminatorspannung der Transistorenkette und begrenzt die Stromaufnahme des Motors, der damit langsamer läuft. Zwischen der ersten und zweiten Stufe des Servoverstärkers befindet sich eine selektive Gegenkopplung zur Verhinderung von Regelschwingungen.

Für den schnellen Hochlauf ist ein besonderer Start-Auslöser (Ts 4 + C 3) vorgesehen: Beim Einschalten des Gerätes wird über den 50 μ F-Kondensator ein negativer Impuls auf die Basis der ersten Verstärkerstufe Ts 1 gegeben und der Motor läuft hoch. Ist die vom Zahnrad abgegebene Frequenz gleich der Resonanzfrequenz des Diskriminatorkreises, so bekommt der Transistor Ts 4 über den an den Diskriminator angeschlossenen Kreis mit der Diode OA 200 eine negative Basisspannung, öffnet und entlädt damit C 3. Die Ankopplung des Kreises ist so eingestellt, daß für die Oberwellen der Rechteckspannung die Entladung wesentlich langsamer abläuft.

Für den schnellen Rücklauf bekommt die erste Verstärkerstufe von dem mit dem Getriebe gekoppelten Mikroschalter über einen 33 k Ω -Widerstand negative Spannung, die die Verstärkerkette voll öffnet, so daß der Motor mit voller Leistung laufen kann. Rücklauf ist nur in den Betriebsfällen „Probe“, „Abhören“ und „Wiedergabe“ möglich.

Über eine Schaltleitung kann der Kollektor der ersten Verstärkerstufe über eine externe Verbindung an Masse gelegt und damit der Motor gestoppt werden. Im Betriebsfall „Probe“ wird die Schaltleitung über den Hauptschalter 3 B an Masse gelegt, so daß in dieser Schaltstellung ohne Lauf des Gerätes die Aussteuerung kontrolliert werden kann.

Zwischen dem Kollektor der zweiten Verstärkerstufe Ts 2 und einem Spannungsteiler (R 1 + R 2) gegen die stabilisierte Betriebsspannung befindet sich eine Germanium-Diode Gr 1, deren Anode über einen Vorwiderstand (R 4 im Diskriminator) mit der Rechteckspannung vom Ausgang des Tachometerverstärkers verbunden ist. Sinkt nun die Batteriespannung, so öffnet die Verstärkerkette, um dem Motor höhere Leistung zuzuführen. Die Transistoren ziehen einen höheren Strom und die Kollektorspannung der zweiten Stufe sinkt. Sinkt die Kollektorspannung unter den Wert der Spannung des Teilerpunktes, so öffnet die Diode Gr 1 und die Rechteckspannung kann über Gr 1 zum Kopfhörerausgang gelangen. Diese Schaltung liefert ein akustisches Alarmsignal, sobald die Batteriespannung unter 11 V sinkt (untere Toleranz).

Für schnellen Vorlauf kann der Motor durch den Beschleunigungsknopf direkt an Masse gelegt werden, so daß die Verstärkerkette außer Funktion ist und der Motor mit voller Leistung läuft.

1.4 **Spannungsstabilisator**

Die Batteriespannung bzw. die extern zugeführte Versorgungsspannung wird in einem Spannungs-Stabilisator, der aus einer Rahmenschaltung von insgesamt drei Transistoren besteht, auf $10,5 \pm 0,25$ V zur Versorgung der Verstärker stabilisiert.

1.5 **2 Watt-Endstufe** (nur bei Ausführung BH' und NPH)

Zur Erzielung einer Lautsprecherleistung von 2 W ist an den Ausgang des Endverstärkers eine 2 W-Endstufe angeschlossen, die als eisenlose Gegentaktschaltung über Komplementär-Transistoren angesteuert wird. Der Lautsprecher ist in diesem Fall kapazitiv an die Endstufe angeschlossen.

1.6 **Neopilot-Zusatz** (nur bei Ausführung NP und NPH)

Das Neopilot-System beruht auf einem Zweispur-Magnetkopf mit symmetrischen Systemen für Längsaufzeichnung. Die Wicklungen beider Systeme sind um 180° versetzt geschaltet und liegen in einer Brückenschaltung. Der eine Brückenweig besteht aus einem Übertrager, dem vom Oszillator über eine Kapazität die Vormagnetisierung zugeführt wird, der andere Brückenweig aus zwei parallel liegenden Widerstandsketten zur Auskopplung der Wiedergabespannung bzw. zur Einkopplung der Aufnahmespannung. Die Mitten der Widerstandsketten sind als Potentiometer zur Symmetrierung ausgeführt. Die Eingangsspannung wird dem einen Potentiometer direkt über einen Längswiderstand zugeführt und steuert gleichzeitig über einen Transistor ein Schauzeichen. Die Ausgangsspannung gelangt auf eine einstufige, emittergesteuerte Transistorschaltung.

2 **EINMESSUNG**

2.1 **Entmagnetisierung und Magnetisierung der Köpfe**

Lösch-, Wiedergabe- und Aufnahmekopf dürfen keinen Restmagnetismus aufweisen. Es ist daher notwendig, sie von Zeit zu Zeit zu entmagnetisieren, besonders wenn man das Auftreten von starkem Rauschen bei der Aufnahme wahrnimmt. Magnetische Gegenstände müssen den Köpfen ferngehalten werden. (Man beachte, daß dynamische Mikrofone ein magnetisches Feld besitzen können, das stark genug ist, einen Kopf zu magnetisieren und ein Band zu löschen. Solche Mikrofone dürfen nicht näher als etwa 10 cm an Köpfe und Band herangeführt werden.)

Zum Entmagnetisieren der Köpfe verwendet man einen netzbetriebenen starken Elektromagneten. Das Gerät muß geschlossen und ausgeschaltet sein. Der Magnet muß nach dem Entmagnetisieren mindestens 1 m von den Köpfen entfernt werden, bevor er ausgeschaltet wird, da anderenfalls der Ausschalt-Stromstoß ein Magnetfeld hervorruft, das einen Restmagnetismus in den Köpfen hinterläßt.

Beim Entmagnetisieren der Köpfe auf dem Gerät wird im allgemeinen der Tachometerkopf unter der Laufwerkplatte gleichzeitig entmagnetisiert. Dieser Kopf jedoch muß für einwandfreie Arbeitsweise magnetisiert sein. Eine teilweise Entmagnetisierung des Tachometerkopfes kann die automatische Geschwindigkeitsregelung beeinträchtigen; der Hochlauf funktioniert nicht oder das Gerät bleibt bei heftigen Stößen stehen. Besonders die Geschwindigkeit 9,5 cm/s ist davon betroffen. Auch bei den anderen Geschwindigkeiten zeigt sich ein starkes Anwachsen der Tonhöhen-schwankungen.

Zur Magnetisierung des Tachometerkopfes muß man das Gerät öffnen und den Hauptschalter auf „Probe“ stellen. (Es ist notwendig, daß der Verstärker eingeschaltet ist, aber der Motor steht.) Man verbindet für etwa 1 sec. die stabilisierte Spannung — 10,5 V des Gerätes mit dem heißen Anschluß des Tachometerkopfes (weiß/orange). Der Strom, der dann durch den Kopf fließt, reicht aus, um ihn genügend zu magnetisieren. Um den Magnetisierungszustand zu überprüfen, mißt man die Spannung, die vom Tachometerkopf bei 9,5 cm/s abgegeben wird. Sie soll $3\text{ mV} \pm 30\%$ betragen.

2.2 **Wiedergabekanal**

2.2.1 Einwippen des Hörkopfes nach Testband.

2.2.2 In Stellung „Aufnahme“ ist der HF-Saugkreis parallel zum Hörkopf auf Minimum abzugleichen (Röhrenvoltmeter am Kopfhörerausgang).

2.2.3 PegelEinstellung:

Bei 38 cm/s mit R 15
19 cm/s CCIR u. 9,5 cm/s R 16
19 cm/s NAB R 14

wobei jeweils

$$\begin{aligned} R 15 \times C 14 &= 35 \mu s \\ R 16 \times C 13 &= 100 \mu s \\ R 14 \times C 12 &= 50 \mu s \\ (R \text{ in } k\Omega \\ C \text{ in } \mu F &= \text{Zeitkonstante in } \mu s) \end{aligned}$$

Der Pegel wird gemessen am Kopfhörerausgang und muß zwischen 200 und 300 mV liegen.

2.2.4 Frequenzgangeinstellung:

Höhenabgleich

bei 38 cm/s mit C 11
19 cm/s CCIR u. 9,5 cm/s C 10
19 cm/s NAB

Bei 19 cm/s CCIR und 9,5 cm/s ist eine KompromißEinstellung für beide Geschwindigkeiten vorzunehmen.

2.3 Aussteuerungsanzeiger

Der Aussteuerungsanzeiger muß mit dem Pegelton des Bezugsbandes (200 mM) 0 dB anzeigen. Hierbei soll das Potentiometer „P+L“ auf 0 ± 2 dB stehen. Erforderlichenfalls ist der Vorwiderstand des Aussteuerungsinstrumentes (R 4) auszuwechseln.

2.4 Aufnahmekanal

2.4.1 Einstellung des Vormagnetisierungs-Stromes mit dem Kondensator vom Löschkopf zum Aufnahmekopf (C 2) auf Maximum der Wiedergabe bei 19 cm/s CCIR bei 1 kHz. Messung der Vormagnetisierungsspannung an einem 10-Ohm-Widerstand zwischen kaltem Ende des Aufnahmekopfes und Masse, dann Erhöhung der Vormagnetisierungsspannung auf das 1,2-fache dieses Wertes durch Auswechseln des VM-Kondensators.

2.4.2 Einstellung des Aufnahmestromes so, daß am Kopfhörerausgang 150 mV bei 300 Hz auf allen Geschwindigkeiten steht.

PegelEinstellung für 38 cm/s mit R 9
19 cm/s CCIR R 7
19 cm/s NAB R 4 und R 5
9,5 cm/s R 3

wobei R 4 und R 5 einen Spannungsteiler 1 : 3 darstellen muß.

2.4.3 Eintaumeln des Aufnahmekopfes bei 8 kHz und 38 cm/s.

2.4.4 Einstellung der Höhenanhebung

für 38 cm/s mit C 4
für 19 cm/s CCIR C 3
für 19 cm/s NAB C 2
für 9,5 cm/s C 1

2.4.5 Einstellung des HF-Sperrkreises zwischen Aufnahmeentzerrer und Aufnahmekopf auf Minimum am Ausgang des Wiedergabe-Entzerrers.

2.4.6 Messung der Löschdämpfung bei 1 kHz und vollem Pegel. Die Löschdämpfung muß mindestens 75 dB betragen.

2.5 Neopilot-Zusatz

2.5.1 Beim Auswechseln des Kopfes ist gleichzeitig der VM-Übertrager mit auszuwechseln, da beide Teile zusammen geliefert werden und als Kombination eingebaut werden müssen. Der VM-Kondensator C 1 für den Neopilot-Zusatz ist im Wert nicht kritisch. Bei Pilotaufnahme und Messung der einzelnen Spuren darf die Pilotausgangsspannung der beiden Spuren sich um nicht mehr als maximal 1 dB unterscheiden.

2.5.2 Die Polung der beiden Systeme des Pilotkopfes ist so vorzunehmen, daß am Pilotausgang nach Umpolen einer Kopfhälfte die maximale Ausgangsspannung erreicht wird. Die Messung muß mit einem Pilotton-Bezugsband vorgenommen werden.

2.5.3 Die Kopfeinstellung ist so vorzunehmen, daß die richtige Umschlingung und die richtige Laufhöhe des Bandes auf dem Kopf erreicht wird.

2.5.4 Nach Kurzschließen der Sekundärseite des VM-Übertragers wird ein Bezugsband von 50 Hz wiedergegeben. Die Spannung am Pilotausgang muß dann zwischen 30 und 80 mV liegen.

2.5.5 Bei stehendem Band wird das Übersprechen vom Pilotkanal in den Tonkanal gemessen: Ein Voltmeter ist mit der Kompensationsbrücke in Reihe geschaltet und einerseits an den Kopfhörerausgang, andererseits an Masse des NAGRA III angeschlossen. An der Kompensationsmeßbrücke wird nunmehr minimales Übersprechen eingestellt.

2.5.6 Bei laufendem Band in Stellung „Aufnahme“ mit 1 V/50 Hz Piloteingangsspannung wird nunmehr das Potentiometer P1 im Neopilot-Zusatz (Batteriegehäuse) ebenfalls so eingestellt, daß das Übersprechen in den Tonkanal ein Minimum wird. Die am Kopfhörerausgang auftretende Spannung aus dem Pilotkanal soll nicht größer als 1,5 mV sein.

2.5.7 Die Einwippung des Pilottonkopfes erfolgt mit einer Spannung von 1 V/1 kHz am Pilottoneingang. Am Kopfhörerausgang muß sich ein Übersprechminimum (max. 1,5 mV) ergeben.

2.5.8 Die Einstellung von Nr. 2.5.6. ist zur Kontrolle zu wiederholen.

2.5.9 Ein Vollspurband mit einer Aufzeichnung von 60 Hz wird in Stellung „Wiedergabe“ abgespielt. Der Regler P+L muß hierbei geschlossen sein. Am Pilottonausgang wird mit Hilfe von P 2 im Neopilot-Zusatz das Minimum des Übersprechens vom Tonkanal in den Pilotkanal eingestellt. Die maximale Restspannung von 60 Hz am Pilottonausgang muß unter 4 μ V liegen.

2.5.10 Bei aufgedrehtem Regler P+L darf die Übersprechspannung nicht größer als 30 μ V sein, andernfalls ist die Zenerdiode im Neopilot-Zusatz auszuwechseln.

2.6 Laufwerk-Einstellung

2.6.1 Der Tachometerkopf ist gegenüber dem Polrad so zu justieren, daß eine Spannung von 3 mV_{SS} bei $9,5 \text{ cm/s}$ gemessen wird. Am Ausgang des Tachometer-Verstärkers muß dann eine Rechteck-Spannung von etwa 6 V_{SS} gemessen werden. Zur Messung ist ein Oszillograph erforderlich. Die Tachometerfrequenz beträgt

bei 38 cm/s	4 kHz
19 cm/s	2 kHz
9,5 cm/s	1 kHz

2.6.2 Einstellung der Soll-Geschwindigkeit am Diskriminatorkreis

für 38 cm/s	mit C 4 auf 1 %, anschließend mit L 5 auf 1 ‰
für 19 cm/s	C 5 auf 1 %, anschließend mit L 4 auf 1 ‰
für $9,5 \text{ cm/s}$	C 6 auf 1 %

2.6.3 Kontrolle der Solldrehzahl mit Hilfe der Stroboskopscheiben auf dem Laufwerk (rechte Scheibe für 50 Hz Beleuchtung, linke Scheibe für 60 Hz Beleuchtung)

für 38 cm/s	innere Teilung
19 cm/s	mittlere Teilung
9,5 cm/s	äußere Teilung

Ermittlung der Geschwindigkeitsabweichung:

Die scheinbare Drehung der Stroboskopteilung mit oder entgegen dem Uhrzeigersinn um einen Teilstrich pro Sekunde entspricht 1 % Abweichung, um einen Teilstrich in 10 Sekunden entspricht 1 ‰ .

2.6.4 Kontrolle des Diskriminators und Servoverstärkers:

Bei einer Betriebsspannung von 20 V (Überspannung 2 V) muß der Motor hochlaufen und anschließend in seine Solldrehzahl zurückkehren.

2.6.5 Kontrolle der Alarmschaltung:

Im Betrieb mit 18 cm-Spule und laufendem Gerät ist die Eingangsspannung soweit zu vermindern, bis ein Alarmsignal im Kopfhörer ertönt. Die Spannung muß größer als 12,5 V sein.

2.7 Messung und Justage des Bandzuges

(Hierzu siehe Demonstrationsfotos auf Seite 13)

2.7.1 Gerät auf Geschwindigkeit 19 cm/s einstellen.

13 cm-Spule mit einem kurzen Bandstück auf Abwickelteller auflegen und mit Rändelschraube sichern.

Bandende um linke Spannrolle und erste Führungsrolle legen sowie Federwaage 100 g in Bandende einhängen.

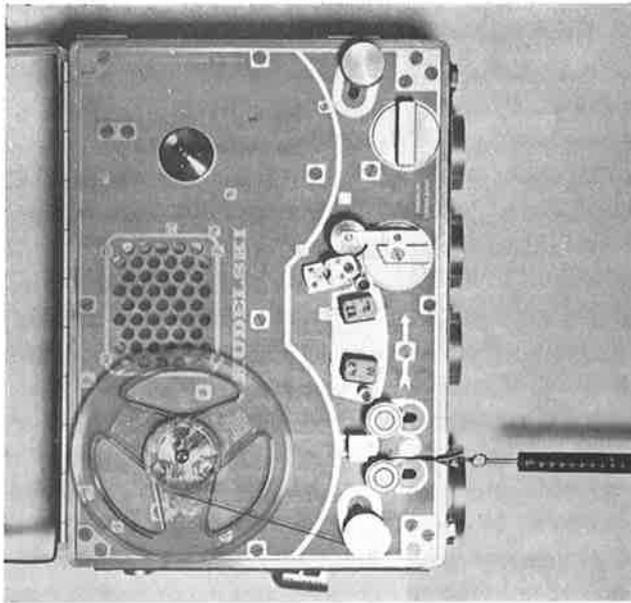
Gummiandruckrolle gegen Tonwelle andrücken und Hauptbetriebsschalter in Wiedergabestellung bringen.

Der auf diese Weise gemessene Bandzug soll zwischen 40 und 50 g liegen. Wenn der Bandzug nicht in diesen Bereich fällt, ist durch Justage der Bremsfeder auf der Abwickelseite eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Bandzuges zu erreichen.

2.7.2 13 cm Spule mit kurzem Bandstück auf die Aufwickelseite auflegen und mit Rändelschraube sichern.

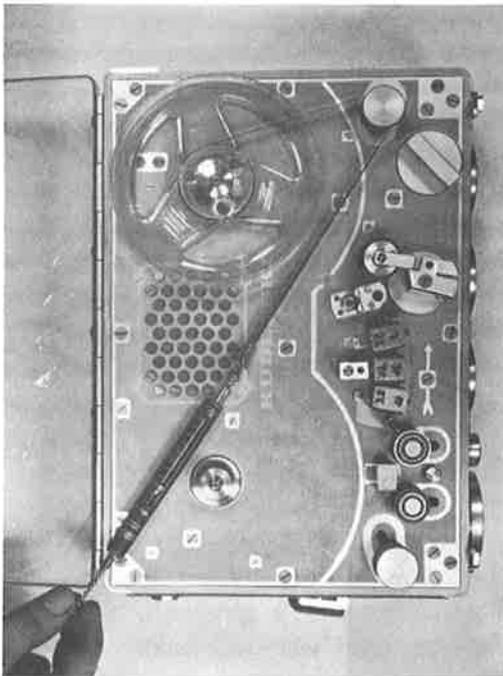
Bandende um rechte Spannrolle legen und Federwaage 100 g einhängen.

Betriebsartenschalter in Stellung „Wiedergabe“ bringen. Die Gummiandruckrolle kann in neutraler Stellung bleiben.

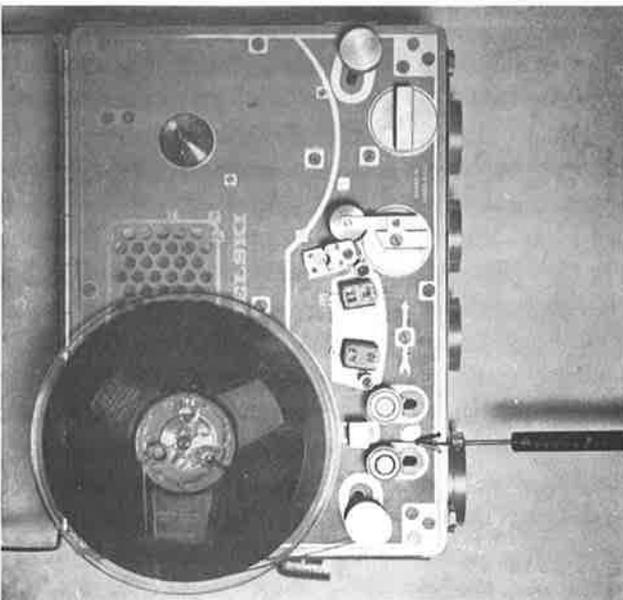


**Demonstrationsfotos
zu Abschnitt 2.7**

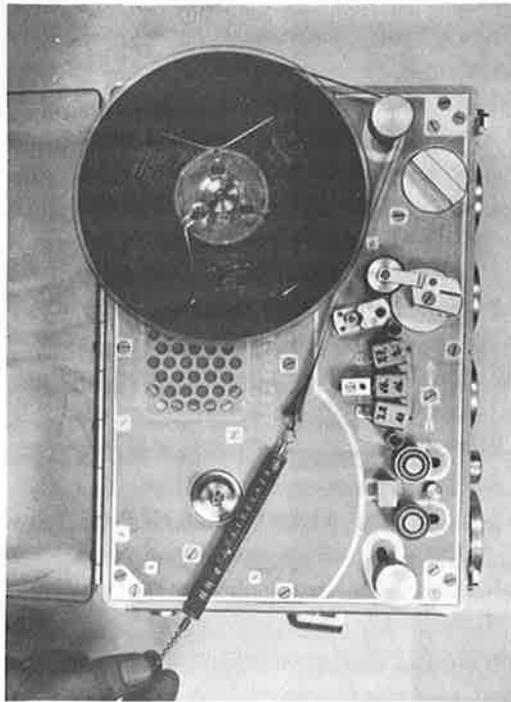
siehe 2.7.1



siehe 2.7.2

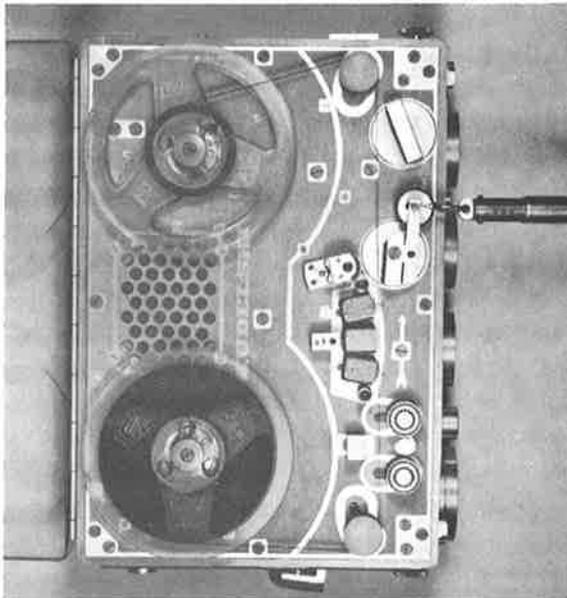


siehe 2.7.3

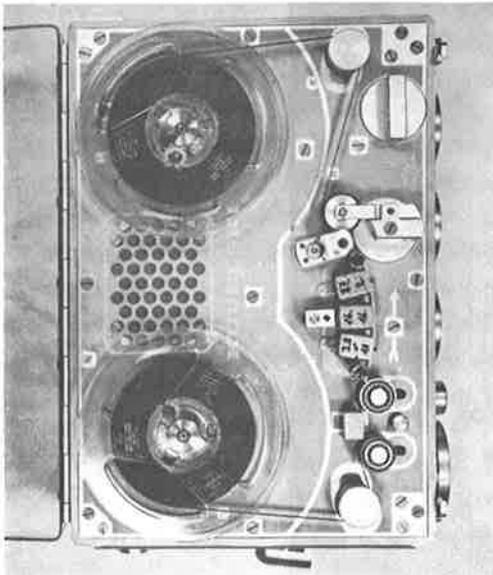


**Demonstrationsfotos
zu Abschnitt 2.7**

siehe 2.7.4



siehe 2.7.5



siehe 2.7.6

Der Bandzug muß zwischen 28 und 34 g liegen. Wenn der Bandzug nicht in diesem Bereich liegt, kann durch Justieren der Öse, in die die Feder für die Aufwickelkuppelung eingehängt ist, der Bandzug justiert werden.

- 2.7.3 Volle 18 cm Spule auf die Abwickelseite auflegen und sichern.
Wiederholung der Maßnahmen von 2.7.1
Der Bandzug soll zwischen 30 und 40 g liegen. Justage, falls notwendig.
- 2.7.4 Volle 18 cm Spule auf Aufwickelseite auflegen und sichern.
Wiederholung der Maßnahmen nach 2.7.2
Der Bandzug muß zwischen 16 und 28 g liegen. Justage, falls notwendig.
- 2.7.5 Gummiandruckrolle in Endstellung ohne Andruck bringen.
Federwaage 1500 g an Gummiandruckrolle anhängen und Federdruck des Andruckbügels messen. Der Andruck soll zwischen 750 und 1000 g liegen. Wenn der Andruck nicht in diesen Bereich fällt, ist die Feder seitlich an der Drehachse zu justieren.
- 2.7.6 Volle 13 cm Spule auf Abwickelseite legen und leere 13 cm Spule auf die Aufwickelseite. Spulen sichern.
Band vorspulen bis beide Spulen gleichzeitige Bandmenge aufweisen.
Prüfen, ob beide Spannrollen in der Mitte ihres jeweiligen Ausschnittes stehen.
Wenn dies nicht der Fall ist, sind die Spannrollen durch Drehen der Schrauben an ihren Lagerachsen unterhalb der Deckplatte zu justieren.

3 AUSWECHSELN VON TEILEN

3.1 Austausch der Kollektorbürsten

Wenn das NAGRA III unnormale mechanische Geräusche wie Pfeifen oder Quiet-schen bei eingeschaltetem Motor aufzeigt, so ist ein Austausch der Kollektorbürsten erforderlich. Die metallischen Spezialbürsten müssen in sauberem und trockenem Zustand eingebaut werden. Die dünne Silikonschicht im Inneren des Deckels dient zur Fixierung des Staubes. Sofern das Gerät sehr stark beansprucht wird, empfiehlt es sich, einmal pro Jahr den Deckel abzuschrauben, innen zu reinigen und neu mit Silikon zu versehen. Bei dieser Gelegenheit erfolgt zweckmäßig auch eine Überprüfung der Bürsten und ein Ersatz bei starker Abnutzung.

Bei der Abhörkontrolle über Kopfhörer sollen keine Fremdgeräusche wie sehr kurze Knacklaute – auch nicht bei leichtem Bremsen der Andruckrolle – vorhanden sein. Treten trotzdem Fremdgeräusche auf, so muß die Mumetallabschirmung wieder aufgesetzt werden und der Motor mit selbstklebendem Isolierband umgeben werden. Die Abschirmung auf dem Chassisboden des Gerätes darf weder die Potentiometer noch den Motor berühren. Ein Minimum von Fremdgeräuschen läßt sich dadurch einstellen, daß man den Motor dreht, nachdem der Motor-Befestigungsflansch gelockert ist. Zur Kontrolle muß das Gerät in jedem Fall geschlossen werden, da das Geräuschminimum bei gleicher Motorposition im offenen Zustand nicht gleich dem Minimum im geschlossenen Zustand ist.

3.2 Ersatz des Zwischenrades und der Riemen

(Positionsangaben siehe Bild 4)

- 3.2.1 Getriebeknebelhalter in neutrale Stellung bringen. (Pos. 1)
- 3.2.2 Lösen der Feder für die Rückspul-Riemenscheibe. (Pos. 2)
- 3.2.3 Auswechseln des Riemens zwischen Rückspul-Riemenscheibe und Spulenbremse (90 mm). (Pos. 3)

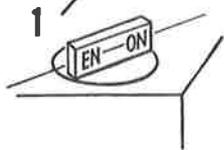
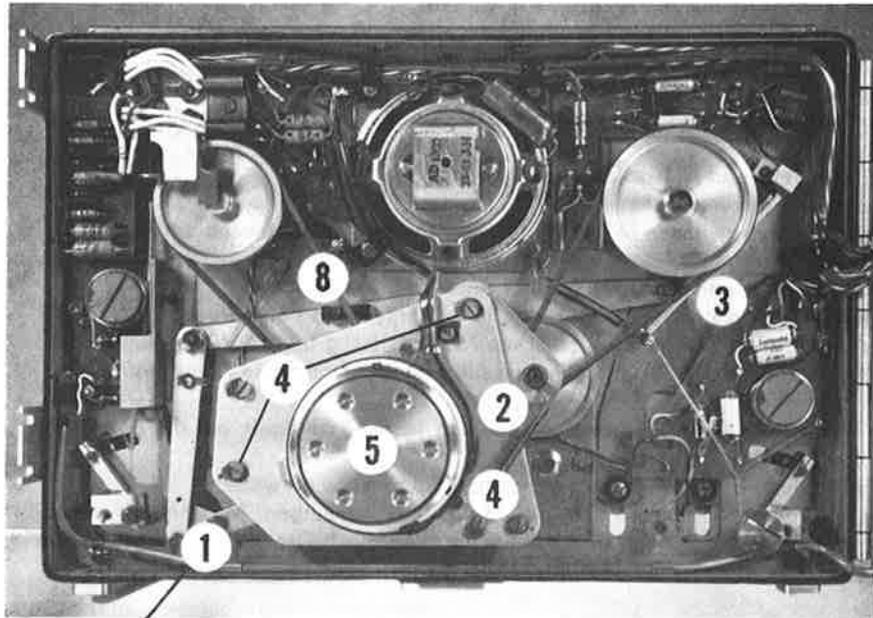
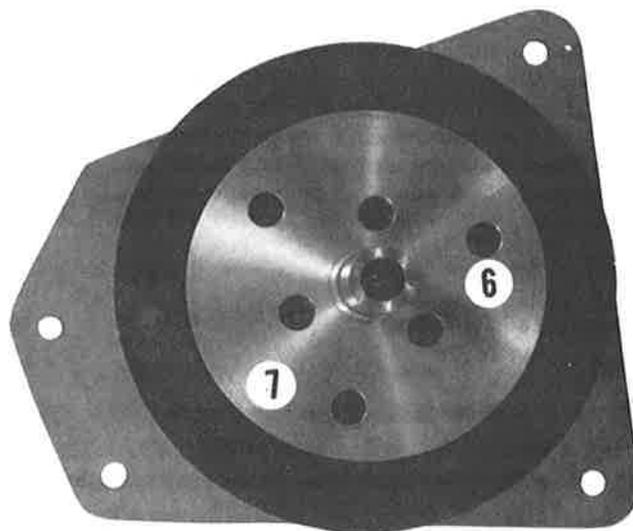


Bild 4: Positionen zu Abschnitt 3.2



- 3.2.4 Lösen der 4 Schrauben an der Motorgrundplatte. (Pos. 4)
- 3.2.5 Den Motor (Pos. 5) vorsichtig anheben (auf senkrechte Stellung achten). Das Tachometerrad darf dabei nicht mit dem Tachometerkopf in Berührung kommen.
- 3.2.6 Lösen der 6 Schrauben (Pos. 6) mit denen das Zwischenrad befestigt ist.
- 3.2.7 Auswechseln des Zwischenrades. (Pos. 7)
- 3.2.8 Falls notwendig, Auswechseln des Aufwickelriemens (Pos. 8). Hierzu ist der Kuppelstift in Pfeilrichtung zu drücken und darauf zu achten, daß die Lagerkugel unter der Druckplatte nicht verloren geht.
- 3.2.9 Nach Ersatz des Zwischenrades ist darauf zu achten, daß es einwandfrei befestigt ist, parallel zum Polrad und senkrecht zur Motorachse.
- 3.2.10 Motor vorsichtig wieder montieren, wobei auf senkrechte Stellung zu achten ist. Die Fixierstifte des Motors müssen sich einwandfrei in die Bohrungen der Motorgrundplatte einfügen lassen. Das Polrad darf nicht mit dem Tachometerkopf in Berührung kommen!
- 3.2.11 Die Rückspulriemenscheibe und der entsprechende Riemen darf nicht am Polrad oder am Zwischenrad klemmen. (Der Getriebeknebelschalter bleibt stets in neutraler Stellung.)
- 3.2.12 Es ist zu prüfen, ob die Rückspul-Riemenscheibe frei läuft.
- 3.2.13 Befestigen der 4 Schrauben auf der Motorgrundplatte.
- 3.2.14 Einhängen der Feder für die Rückspul-Riemenscheibe in die Öse auf der Motorgrundplatte.
- 3.2.15 Der Riemen zwischen Rückspul-Riemenscheibe und Spulenbremse ist wieder aufzulegen (90 mm).

4 HINWEISE FÜR DIE FEHLERSUCHE

4.1 Motor

Der Motor des NAGRA III ist vom Typ der elektrodynamischen Motore mit Permanentmagnet. Er kann die Ursache einer Anzahl von Störungen sein, zu deren Aufklärung die folgenden Angaben dienen sollen:

- Wenn das Gerät nicht startet — auch wenn die Beschleunigungstaste gedrückt wird — aber dann anläuft, wenn man leicht mit der Hand dagegen klopft, muß die Oberfläche des Kommutators untersucht werden: siehe Abschnitt 4.1.5
- Wenn das Gerät unregelmäßig läuft, siehe Abschnitt 4.1.5 und darauf folgend Abschnitt 4.1.6 und wenn das Gerät Tonhöhenchwankungen aufweist, siehe Abschnitt 4.1.3 und 4.1.4
- Wenn das Alarmsignal bei 38 cm/s und einer Spannung hörbar wird, die höher ist als die angegebene Minimalspannung, siehe Abschnitt 4.1.2
- Wenn der Motor höhere Geschwindigkeit als Sollgeschwindigkeit aufweist und als Folge der Leistungstransistor des Servoverstärkers heiß wird, siehe Abschnitt 4.1.6, dann 4.1.4 und 4.1.3, abschließend 4.1.1

4.1.1 Entmagnetisierung des Rotors

Der Magnet, auf der Einheit mit einer linksgängigen Schraube befestigt, ist umschlossen von der Wicklung. Um den Rotor auszubauen, muß zunächst die Mittelschraube gelöst werden (normales Rechtsgewinde) und ein Stab von 3 mm Durchmesser in die Teilung des Rotors zwischen zwei Leitern eingeführt werden. Nötigenfalls kann man durch Drehung des Rotors mit dem Stab eine der zwei Einkerbungen in dem Magnet erreichen und diesen so losschrauben. Damit ist das Hauptkugellager der Einheit (Type EL 4 ZZ) zugänglich. Dieses Kugellager muß sehr hohe Genauigkeit aufweisen; es kann daher nur durch ein Originalteil ersetzt werden.

Beim Herausnehmen des Rotors ist es unbedingt notwendig, den magnetischen Kreis kurzzuschließen; andernfalls würde der Magnet etwa 25 % seines Magnetismus verlieren.

Man erreicht dies dadurch, daß man den Rotor in ein Eisenrohr von entsprechender Größe setzt (Innen-Durchmesser 56 mm, Außendurchmesser 60 mm), so daß der magnetische Kreis niemals offen ist.

Bei Reparaturen außerhalb der Werkstatt kann diese Vorsichtsmaßnahme nicht getroffen werden. Die Leistungsaufnahme des Motors steigt dann, jedoch ist das Gerät weiterhin betriebsfähig. Der Stromverbrauch wird jedoch höher und die Geschwindigkeit beim schnellen Rückspulen langsamer sein. In diesem Fall ist es notwendig, den Rotor anschließend in das Werk einzuschicken. Hier wird er aufmagnetisiert und in einem Kurzschlußrohr wieder versandt. Um festzustellen, ob der Magnet einen Teil seiner Magnetisierung verloren hat, mißt man den Spannungsabfall am Motor ohne Last, d. h. ohne Band und bei nicht anliegender Gummiendruckrolle bei 38 cm/s. Ein Motor mit guter Magnetisierung zeigt dann einen Spannungsabfall von 10 ± 1 V, ein entmagnetisierter Motor nur etwa 7,5 V Spannungsabfall.

4.1.2 Fehlender Durchgang in der halben Rotorwicklung

Der Strom durchfließt den Motor auf zwei parallelen Wegen. Unterbrechungen in einem dieser Wege setzen den Motor nicht außer Funktion, verdoppeln aber seinen Innenwiderstand. Dies zeigt sich in einem langsameren Rückspulen und bisweilen in einem Anwachsen der Spannung, die für den Lauf bei 38 cm/s erforderlich ist. Man lokalisiert diesen Fehler durch Messungen am Rotor. Der Normalwert des Widerstandes ist 30 Ohm, ein Rotor mit offener halber Wicklung weist 60 Ohm auf.

4.1.3 Kurzschluß zwischen Segmenten des Kommutators

Ein Kurzschluß zwischen zwei Segmenten des Kommutators hat sehr auffällige Folgen: Tonhöenschwankungen mit der doppelten Frequenz der Tonwellendrehzahl und Anwachsen des Stromverbrauchs.

Ein solcher Kurzschluß kann einmal innerhalb der Wicklung auftreten oder innerhalb des Kommutators. Andererseits ist es möglich, daß ein Metallspan in die Isolierschicht zwischen den Segmenten geraten ist. Um die Art des Fehlers zu lokalisieren, muß man den Widerstand zwischen benachbarten Segmenten messen. Er liegt zwischen 8 und 10 Ohm und zwar wächst er normalerweise von der ersten bis zur letzten Windung gleichmäßig um 1—1,5 Ohm an. Jeder unnormal niedrige Widerstand weist auf einen Fehler hin.

Zuerst sollte der Kommutator mit einer sehr feinen Schmirgel-Leinwand gereinigt und dann vorsichtig abgewaschen werden, um alle Reste des Schmirgels zu entfernen. Wenn der Fehler weiter vorhanden ist, sollte die entsprechende Verbindung der Spule aufgetrennt werden. Dann ist es möglich, den Fehler entweder auf die Wicklung oder auf den Kommutator zurückzuführen. Wenn die Wicklung Kurzschluß hat, muß ein neuer Rotor eingesetzt werden. Im anderen Fall ist es oft möglich, den Kommutator zu reparieren, indem man einen sehr hohen Strom durch die kurzgeschlossenen Segmente schickt, der den Kurzschluß ausbrennt. Eine Spannung von 300 V über eine Kapazität von 100 μ F erfüllt im allgemeinen diesen Zweck.

4.1.4 Mechanische Reibung auf dem Rotor

Mechanische Reibung auf dem Rotor läßt sowohl die Tonhöenschwankungen wie die Stromaufnahme anwachsen. Man kann unterscheiden zwischen elektrischer Bremsung, wie sie im vorangegangenen Abschnitt erläutert ist und mechanischer Bremsung. Während die mechanische Bremsung einen konstanten Wert hat, wächst die elektrische sehr schnell an, wenn der Motor schneller läuft. Typische Werte des Stromverbrauchs des Motors ohne Last (ohne Band und Gummiendruckrolle) sind folgende (nicht für schnellen Rücklauf):

Geschwindigkeit	Normalstrom ohne Last	Strom ohne Last bei zwei kurzgeschlossenen Segmenten
38 cm/s	26 mA	62 mA
19 cm/s	20 mA	39 mA
9,5 cm/s	17 mA	27 mA

4.1.5 Verschmutzter Kommutator

Der Kommutator ist mit Abstand der kritischste Teil des Motors. Er muß trocken sein, geschmiert nur durch das Graphit der Kollektorbürsten. Diese Schmierung jedoch ist sehr gering und es ist möglich, daß die Bürsten etwas Geräusch verursachen. Ein Hauch von Vaseline vermeidet dieses Geräusch. Damit jedoch wächst die Gefahr von schlechtem Kontakt, einer Quelle zahlreicher Störungen. Es ist deshalb darauf zu achten, daß der Motor stets vollkommen trocken ist. Er kann z. B. mit einem Lappen mit einer Lösung von Trichloräthylenreinigungsmittel gesäubert werden. Manche dieser Produkte hinterlassen einen sehr dünnen Rückstand von Schmiermittel, der jedoch keine Störungen verursacht.

4.1.6 Dejustierung der Momentenachse

Die Ausrichtung der Achse des Kommutators, d. h. die exakte Stellung der Bürsten gegenüber dem Mittelpunkt ist kritisch. Eine Schiefstellung ruft Funken auf dem Kommutator und elektrische Störungen hervor sowie im allgemeinen ein Anwachsen des Stromverbrauchs. Dieser Stromanstieg kann zur Überheizung des Servoverstärkers und damit zu unregelmäßigem Lauf des Motors führen. Auf die folgenden Justiermaßnahmen ist daher besonders zu achten:

- Vor Verstellen der Bürsten ist ihre bisherige Stellung zu markieren.
- Man schaltet den Motor bei 38 cm/s ein und mißt dabei die Stromaufnahme. Bei minimaler Stromaufnahme ist die Ausrichtung justiert.
- Falls eine wesentliche Exzentrizität besteht, prüfe man die Befestigung des Magneten.

Eine Dejustierung im Betrieb kann nicht auftreten, es sei denn durch nicht einwandfreie Behandlung oder durch nicht genügende Befestigung des Magneten. Die linksgängige Schraube auf dem Magneten verhindert, daß sich diese von selbst lösen kann.

4.2 Maßnahmen gegen interne Störspannungen

4.2.1 Störspannungen von 1000, 2000 und 4000 Hz

Das Stabilisierungssystem für die Geschwindigkeit arbeitet mit Tonfrequenzen, die ein Übersprechen in die Signalverstärker aufweisen können. Bei der Geschwindigkeit 9,5 cm/s wird ein Rest-Übersprechen zugelassen. Bei den anderen Geschwindigkeiten dagegen ist die Übersprechdämpfung besser als 80 dB, so daß weder bei Aufnahme noch bei Wiedergabe ohne Signal die Steuerfrequenzen hörbar werden.

Verschiedene Formen des Übersprechens sind möglich:

- Bei Wiedergabe kann eine Einstreuung vom Motor auf den Wiedergabekopf oder eine Einstreuung vom Tachometerkopf auf die Leitungen des Wiedergabekopfes auftreten. Eine Lageveränderung der Leitungen kann die Störung reduzieren. Zur Feststellung der Störungsursache schließt man die Leitung vom Wiedergabekopf auf den HF-Saugkreis kurz; die Störung muß in diesem Fall verschwinden. Eine ähnliche Erscheinung kann durch Fehler im Diskriminatorfilter oder im Servoverstärker entstehen. Übersprechen, das bei geöffnetem Gerät auftritt, ist als normal anzusehen und verschwindet bei geschlossenem Gerät.

- Bei Aufnahme kann eine Einstreuung in den Mikrofon-Vorverstärker und seine Zuleitungen auftreten. Ebenso können Störfrequenzen über die Stromversorgung und die Masseleitungen in die Verstärker gelangen. Bei ihrem Auftreten empfiehlt sich eine Veränderung der Masseverbindungen oder eine Verlegung der gestörten Leitungen.

4.2.2 Elektrostatische Störungen

Elektrostatische Störungen äußern sich in einem scharfen Knistern in unregelmäßiger Folge sobald der Motor läuft. Sie werden durch elektrostatische Aufladung des Aufwickel-Riemens verursacht. Zu ihrer Verhinderung ist eine kleine Bürste angebracht, die den Riemen fast berühren muß. In den Fällen, wo elektrostatische Störungen auftreten, überzeuge man sich davon, daß die Bürste nicht verbogen ist.

4.2.3 Parasitäre Störungen vom Motor

Störungen vom Motor werden durch den Kommutator erzeugt. Sie sind daran leicht zu erkennen, daß sie nur bei laufendem Motor auftreten. Sie können weitgehend vermieden werden, wenn man den Kommutator in sehr sauberem Zustand hält und die Kohlebürsten guten Kontakt abgeben. Ferner sollten alle möglichen Übertragungswege zwischen Motor und Verstärker beseitigt werden.

Folgende Wege können bestehen:

- Magnetische Induktion:

Über den Rotor fließt ein Strom, der infolge des Übergangs von Bürste zu Kommutator Schwankungen unterworfen ist. Das hiermit aufgebaute magnetische Feld kann Einstreuungen zur Folge haben. Mehrere Abschirmungen aus Permalloy C sind vorgesehen, um derartige Störungen zu unterdrücken. Sie dürfen in keiner Weise verändert werden. Ein bestimmter Pegel von Einstreuungen kann immer dann beobachtet werden, wenn das Gerät geöffnet ist, da sich Teile der Abschirmungen auf dem Boden des Gehäuses befinden.

- Elektrische Kopplung bei tiefen Frequenzen:

Die Schwankungen des Motorstroms werden durch Siebkondensatoren unterdrückt. Die Masseverbindungen sind sehr sorgfältig ausgesucht und jede Veränderung kann Störungen zur Folge haben.

- Elektrische Kopplung bei hohen Frequenzen:

Der Kommutator hat wie alle Kontaktunterbrecher die Eigenschaft, Funken zu erzeugen. Die sich daraus ergebenden hochfrequenten Störungen werden durch Ferritfilter in den Motorzuleitungen unterdrückt.

- Motorachse:

Die Motorachse dreht sich in einem Kugellager innerhalb des Motors auf einem Lagerbock. Auf der unteren Motorplatte ist ein Film von Schmieröl und auf dem Lagerbock eine Aluminium-Oxyd-Schicht, die den Lagerbock und das Chassis gegen Korrosion schützt. Schmierfilm und Oxydschicht können unter Umständen so stark isolierend wirken, daß die Motorachse praktisch nicht geerdet ist. In diesem Fall finden die Störungen vom Motor einen anderen Weg gegen Masse. Die Störung kann lokalisiert werden, indem man die Motorachse an der Tonwelle erdet. Die Beseitigung ist im allgemeinen durch Erden des Lagerbockes und Entfernen der Oxydschicht an der Befestigungsschraube des Lagerbockes möglich.

4.3 Fehler in der Geschwindigkeitsstabilisation

4.3.1 Fehler beim Anlauf

Der Motor läuft nicht an, auch wenn die Beschleunigungstaste gedrückt wird oder von Hand das Band bewegt wird. Man prüfe den Bürstenandruck und den Kommutator.

Der Motor läuft gelegentlich aber nicht regelmäßig an bzw. nur nach Drehen von Hand. In diesem Fall ist der Kommutator verschmutzt und muß gereinigt, aber nicht geschmiert werden.

Der Motor läuft nach Drücken des Beschleunigungsknopfes an und kommt auf Soll-Geschwindigkeit, startet jedoch nicht selbst. Fehler im Starter. Man messe die Spannung am Start-Kondensator, C 3 des Servoverstärkers.

Der Motor läuft richtig an, läuft in die Soll-Geschwindigkeit, verliert dann aber an Geschwindigkeit und bleibt stehen. In diesem Fall sind Servoverstärker und Starter in Ordnung, aber der Diskriminator oder der Tachometerkopf defekt. Man startet dann mit dem Beschleunigungsknopf und einer Spannung von 10–15 V. Der Tachometerkopf sollte mehr als 3 mV abgeben. Falls die Spannung kleiner ist, ist er zu magnetisieren und zu prüfen, ob eine Unterbrechung vorliegt. Falls der Kopf in Ordnung ist, speist man ein Signal von 20 mV mit einer der Geschwindigkeit entsprechenden Frequenz in den Tachometerverstärker ein.

Bei Störungen dieser Art untersucht man, ob die Störungen ebenfalls bei den anderen Geschwindigkeiten auftreten. Im allgemeinen ist die Geschwindigkeit 9,5 cm/s am ehesten betroffen, wenn die Tachometerspannung nicht ausreicht. Wenn das Gerät bei 9,5 cm/s läuft, jedoch nicht bei den anderen Geschwindigkeiten, muß man die Zuleitungen zum Geschwindigkeitsschalter am Diskriminator untersuchen.

Der Motor läuft an, aber er erreicht nicht seine Soll-Geschwindigkeit. Man trennt die Kollektorleitung des Transistors TS 4 im Servoverstärker auf, die den Start-Kondensator auflädt und stellt auf diese Weise fest, ob der Transistor den Kondensator zu schnell entlädt oder ob die Ladung des Kondensators zu klein ist, d. h. ob der Motor zu langsam startet. Wenn die Abtrennung des Entladetransistors TS 4 zum Hochlauf führt, prüfe man, ob die Ladespannung und der Transistor TS 4 in Ordnung sind.

Man kann dann feststellen, ob die halbe Rotorwicklung unterbrochen ist und der Motor eine hohe Spannung erfordert oder ob die Stromquelle die notwendige Spannung nicht abgeben kann. Ferner ist zu untersuchen, ob eine zu hohe mechanische Reibung vorliegt oder ein Fehler im Servoverstärker. Legt man ein Milliampereometer in den Motorkreis, so muß beim Start ein Strom von mindestens 400 mA während der Dauer von etwa 1 sec. fließen. Man ermittelt diesen Strom aus dem Spannungsabfall an R 12 beim Transistor TS 3 des Servoverstärkers.

Bei 9,5 cm/s ist eine Beendigung des Startvorganges nicht notwendig. Die dritte Harmonische wird vom Tachometerverstärker nicht genügend verstärkt, um den Diskriminatorkreis anzuregen.

Der Motor läuft einwandfrei hoch, jedoch über die Soll-Geschwindigkeit hinaus und kehrt dann in die Soll-Geschwindigkeit zurück. Dies weist darauf hin, daß die Startentladung nicht oder unzureichend funktioniert. Gegebenenfalls ist die Diode Gr 3 oder der Transistor TS 4 auszuwechseln.

4.3.2 Fehler in der Regelung

Wenn der Beschleunigungsknopf gedrückt wird, läuft der Motor hoch, beim Loslassen jedoch fällt die Geschwindigkeit nicht zurück. Der Fehler tritt meist bei Lauf ohne Band auf. Ursache: Der Servoverstärker versorgt den Motor mit Strom, auch wenn sich der Diskriminator nicht im entgegengesetzten Regelzustand befindet. Die

Ursache liegt im allgemeinen in thermischen Strömen der Transistoren. Der Fehler tritt in jedem Gerät auf, wenn die Umgebungstemperatur übermäßig hoch ist, d. h. 40° C überschreitet. Beim Auftreten unterhalb von 40° bestehen zwei Möglichkeiten:

Der Motor hat einen unnorm hohen Stromverbrauch, der den Servoverstärker aufheizt (siehe Fehler im Motor).

Einer oder mehrere Transistoren des Servoverstärkers sind defekt (z. B. Überheizung) und ihr Ruhestrom ist zu hoch. Beim Auswechseln der Transistoren ist Überheizen durch den Lötkolben zu vermeiden.

Der Fehler verschwindet, wenn man die Basis des verdächtigen Transistors gegen Masse kurzschließt. Die Basis aller Transistoren ist über einen Widerstand an Masse gelegt. Eine Unterbrechung in diesen Widerständen hat ein Anwachsen des Fehlers zur Folge.

4.3.3 Tonhöschwankungen

Schwankungen in der Umdrehungsfrequenz der Tonwelle; mögliche Ursache:

- Mechanische oder elektrische Bremsung des Motors (siehe Fehler beim Motor).
- Das Polrad ist exzentrisch und gibt so ein mit der Amplitude um mehr als 10 % schwankendes Signal ab. Der Begrenzer wandelt diese Amplitudenmodulation in eine Phasenmodulation der Rechteckschwingung um. Diese Phasenmodulation führt zu Störungen im Diskriminator.
- Das Polrad ist magnetisiert und induziert im Tachometerkopf ein großes Signal niedriger Frequenz, das den Tachometerverstärker durchläuft und dem Diskriminator aufgeprägt wird. Abhilfe durch Entmagnetisieren des Polrades.

Der Fehler ist leicht zu lokalisieren, indem man vorerst feststellt, ob die Regelung einen Fehler des Motors nicht mehr kompensieren kann oder ob die Regelung selbst die Schwankungen hervorruft, indem ihm eine falsche Spannung vom Tachometerkreis zugeführt wird.

Unregelmäßige Schwankungen

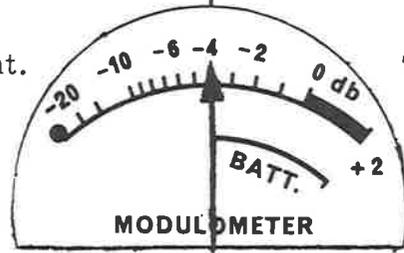
Im allgemeinen liegt die Ursache im Bandschlupf. Man prüfe den Andruck der Gummiandruckrolle. Der Andruck muß etwa 1 kg betragen. Ferner prüfe man den Bandzug. Er soll mit einer Spule von 18 cm ϕ gemessen, maximal 50 g am Bandanfang und Bandende betragen.

Höherfrequente Schwankungen (flutter)

Flutter-Schwankungen werden durch einen Fehler der Rückkopplung R9/C4 im Servoverstärker verursacht. Eine zu starke Rückkopplung läßt die niederfrequenten Schwankungen (wow) anwachsen und führt unter Umständen zu einem Aufschaukeln des Kreises.

DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi- cation	Perfor- mance
<p>A) PRELIMINARY TESTS AND MEASUREMENTS:</p> <p>1) Visual and mechanical inspection</p>	<p>A) MESURES ET ESSAIS PRELIMINAIRES:</p> <p>1) Contrôle visuel et mécanique</p>		
<p>2) Insertion of batteries and check of battery contacts and their connections.</p>	<p>2) Mise en place des piles et vérification des contacts et de leurs connexions.</p>		
<p>3) Measurement of voltage supplied by the tachometric head at the speed of 3.75"/sec (play-back position, no tape)</p>	<p>3) Mesurer la tension fournie par la tête tachymétrique à la vitesse de 9,5 cm/sec en position lecture (sans ruban mais contre-cabestan fermé)</p>	3mV	mV
<p>4) Control of background noise of all circuits and of the automatic level control, as well as check of the motor screening (at all speeds, when the recorder is powered by external power and by batteries).</p>	<p>4) Contrôle du bruit de fond des chaînes de lecture et enregistrement, du régulateur automatique de sensibilité ainsi que contrôle du déparasitage du moteur (à toutes les vitesses avec alimentation par secteur et par piles).</p>		
<p>5) Control of recording noise with subjective tests with microphones, headphones and loud speaker (at all speeds, when the recorder is powered by external power and by batteries).</p>	<p>5) Contrôle du bruit d'enregistrement et essais subjectifs au micro, casque et haut-parleur (à toutes les vitesses, avec alimentation par secteur et par piles).</p>		
<p>6) Battery voltage limit</p> <p>Recording and playing back simultaneously while lowering the power supply voltage. The limit voltage is the supply voltage at which the alarm signal appears. The recorder should function correctly down to that voltage.</p>	<p>6) Tension-limite des piles</p> <p>Enregistrer et lire simultanément tout en baissant la tension d'alimentation. La tension limite est la tension pour laquelle le signal d'alarme apparaît. L'appareil doit fonctionner correctement jusqu'à cette tension.</p>		
<p>Limit voltage at 15"/sec</p>	<p>Tension limite à 15"/sec = 38 cm/sec</p>	11V ± 1V	V
<p>Limit voltage at 7.5"/sec</p>	<p>Tension limite à 7.5"/sec = 19 cm/sec</p>	8V ± 2V	V

DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi- cation	Perfor- mance
Limit voltage of Measuring instrument.	Tension limite de l'appareil de mesure des piles		V
7) Motor starter circuit a) Supply the recorder with a voltage higher by 1 V than the limit tension measured at 15"/sec. Test the starter circuit at the end of a 5" reel and by passing from 'TEST to RECORD.	7) Circuit de démarrage du moteur a) Alimenter l'appareil avec une tension supérieure de 1 V à la tension limite à 15". Essai de démarrage en fin de bobine 5" à cette vitesse et en passant de TEST en RECORD.		
b) Supply the recorder with a voltage of 20 V and test the starter circuit at the beginning of a 5" reel and by passing from STOP to PLAYBACK. The motor should reach its correct speed without overshoot.	b) Alimenter l'appareil par du 20 V et faire démarrer à 9,5 cm en début de bobine 5" en passant du STOP en LECTURE. Il ne doit pas y avoir d'emballement du moteur.		
8) Current consumption a) Consumption, selector on "TEST". Supply voltage = 18 V	8) Consommation de courant a) Consommation, sélecteur sur "TEST". Alimentation = 18 V.	90mA ± 10%	mA
b) Consumption on PLAYBACK at 7.5"/sec, without tape, pinch wheel away from the capstan.	b) Consommation en LECTURE 7.5", sans ruban, contre-cabestan écarté du cabestan.	110mA ± 10%	mA
The difference of the above values, gives the current drain of the motor, without load.	La différence de ces deux valeurs donne le courant du moteur à vide.	15 mA ± 30%	mA
c) Consumption on PLAYBACK at 7.5"/sec with tape. Beginning of a 5" reel.	c) Consommation en LECTURE 7.5" avec ruban. Début de bobine 5".	170mA ± 20%	mA



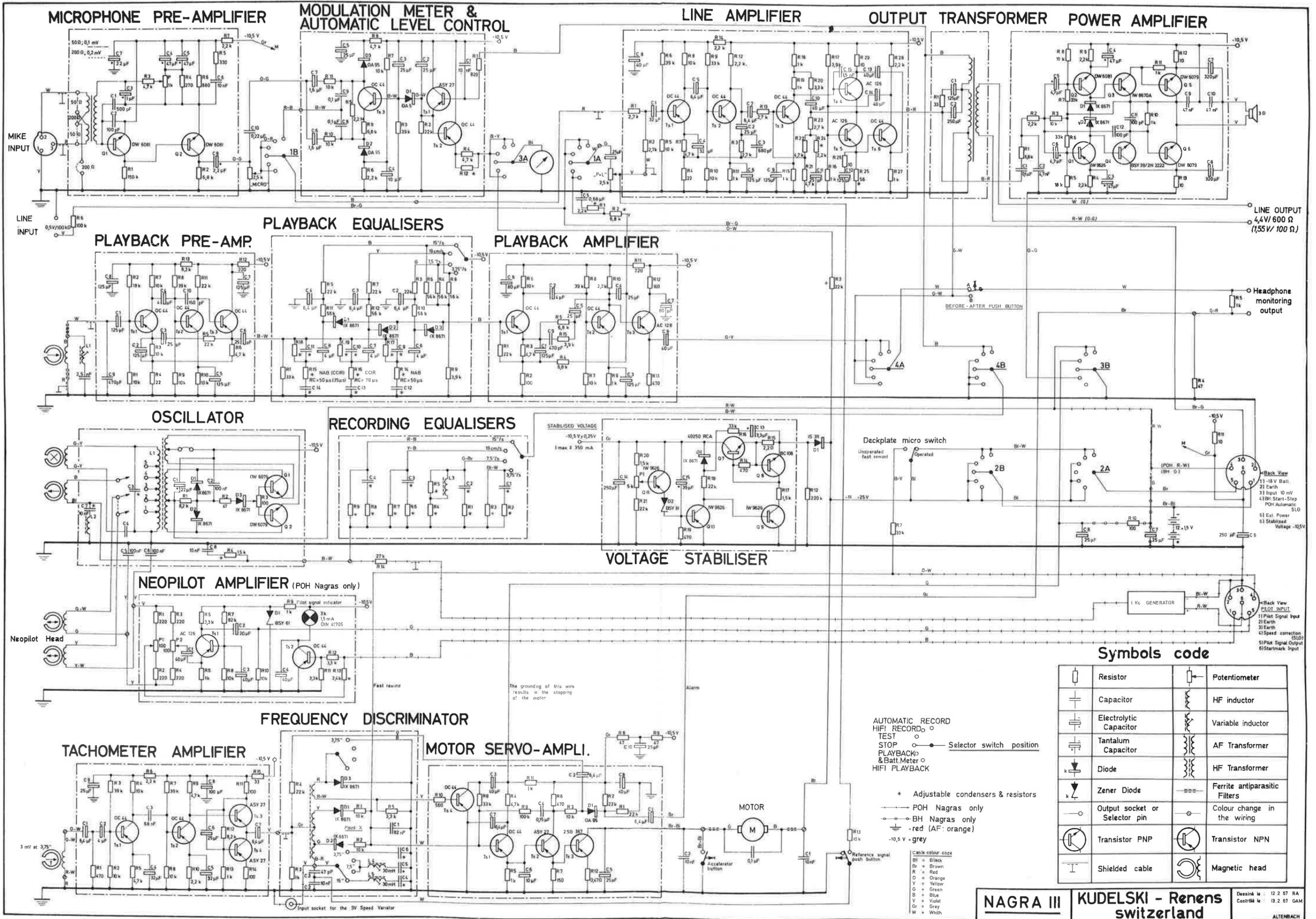
DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi- cation	Perfor- mance
d) Consumption in the same conditions, but on RECORD.	d) Consommation dans les mêmes conditions mais en ENREGISTREMENT.	200mA ± 20%	mA
The difference between the last two values gives the current drain of the Bias Oscillator. This measurement is made without tape in order to obtain a precise result.	La différence de ces deux dernières mesures donne la consommation de l'oscillateur. Pour une mesure précise, on la fera à vide.	30 mA ± 20%	mA
<p>B) TAPE SPEED STABILITY</p> <p>1) Average speed stability (or absolute speed). Note: This measurement can be carried out with the aid of a standard test tape and a frequency meter, or with the aid of the stroboscopes which are found on top of the flutter filters. A displacement of one point in 10 seconds, corresponds to a speed error of 0.1%.</p> <p>It is well to remember that one quarter of a non-tempered tone, corresponds to a frequency variation of 3%. Therefore, an error of 0.3% in absolute speed, corresponds to a pitch variation of 1/40 of a tone.</p> <p>NOTICE : It is imperative to use a crystal controlled light source when checking the stroboscopes. The frequency error of the mains, are in general larger than the speed error of the Nagra. The reason for which precision of this order is important, is the application of the Nagra in telemetry.</p>	<p>B) STABILITE DE LA VITESSE DE DEFILEMENT</p> <p>1) Stabilité de la vitesse moyenne (ou vitesse absolue). Note: Cette mesure peut se faire soit avec un ruban étalon et un fréquence- mètre au discriminateur, soit à l'aide de stroboscopes placés sur les guides rotatifs. Le déplacement d'un point en 10 secondes correspond à un écart de vitesse de 0,1%.</p> <p>Rappelons qu'un quart de ton tempéré correspond à une variation de fréquence de 3%. Une erreur de vitesse absolue de 0.3% équivaut donc à 1/40e de ton.</p> <p>ATTENTION: Pour des mesures précises, il faut utiliser une source de lumière pulsée, pilotée par quartz; les écarts de fréquence du secteur étant souvent supérieurs à ceux du Nagra. La recherche d'une si grande précision dans ce domaine est justifiée par les applications du Nagra en télémétrie.</p>		
Absolute speed	Vitesse absolue		

DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi- cation	Perfor- mance
Drop in speed due to braking of the capstan by a load corresponding to twice the normal one.	Baisse de vitesse pour un freinage du capstan correspondant au double de la charge normale.	15''	%
		7.5''	%
		3.75''	%
<p>2) Tape slip</p> <p>a) Normal tape tension</p> <p>Measurement of feed tape tension</p> <p>Full 7'' reel</p> <p>Empty 5'' reel</p>	<p>2) Glissement du ruban</p> <p>a) Tension normale du ruban</p> <p>Mesure de la tension de débit du ruban</p> <p>Bobine 7'' pleine</p> <p>Bobine 5'' vide</p>	<p>30 - 40 G</p> <p>40 - 50 G</p>	<p>G</p> <p>G</p>
<p>Measurement of take up tape tension</p> <p>Full 7'' reel</p> <p>Empty 5'' reel</p>	<p>Mesure de la tension d'embobinage</p> <p>Bobine 7'' pleine</p> <p>Bobine 5'' vide</p>	<p>18 - 28 G</p> <p>28 - 34 G</p>	<p>G</p> <p>G</p>
<p>b) Feed the recorder with an external tape feed mechanism adjusted at 100 grams tension. Note the tape slip</p>	<p>b) Alimenter le Nagra par un débiteur externe réglé à 100 grammes. Noter le glissement du ruban.</p>		%
<p>3) Wow and flutter</p> <p>Record and then play back with tape Scotch 150.</p> <p>By recording and playing back simultaneously, the measurement may not be precise due to compensation in certain periodic variation in which the period corresponds to a function of the time of tape passage between the recording and playback heads.</p>	<p>3) Pleurage et scintillation</p> <p>Enregistrer, puis lire le ruban (Scotch 150).</p> <p>En enregistrant et en lisant simultanément, la mesure peut être inexacte par suite de la compensation de certaines variations dont la période correspond au temps de transit entre les têtes d'enregistrement et de lecture.</p>		

DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi- cation	Perfor- mance
Measurement of peak to peak value with DIN 45507 filter .	Mesure de la variation pointe avec filtre selon DIN 45507.	15'' \pm 0.1%	%
		7.5'' \pm 0.15%	%
Measurement of RMS values, from 2 - 200 c/s linear.	Mesure en valeur efficace, de 2 à 200 c/s, linéaire.	15'' \pm 0.08%	%
		7.5'' \pm 0.1%	%
<p>C) FREQUENCY RESPONSE CURVES</p> <p>The recordings hereby attached, are the actual results of measurements made on this recorder. Recording must be done by feeding a -20 db signal through the line input. In order to obtain the total frequency response curve, it is necessary to account for the response curve of the microphone preamplifier. This must be flat at +0.5/-1 db from 30 to 15000 c/s.</p> <p>When recording at a high level, saturation of the tape at high frequencies due to pre-emphasis will give false results.</p>	<p>C) COURBES DE REPONSE</p> <p>Les enregistrements ci-joints donnent les résultats. L'enregistrement doit se faire en entrant par l'entrée ligne, au niveau -20 db. Pour avoir les courbes de réponse totales, il faut tenir compte de la courbe de réponse du préamplificateur micro. Celle-ci doit être plate de 30 à 15'000 c/s + 0.5 à - 1 db</p> <p>En enregistrant à un niveau supérieur, une saturation du ruban aux fréquences élevées due à la préaccentuation, fausse les résultats.</p>		
<p>D) DISTORTION</p> <p>Total distortion for recording and play back through the line output, at 0 db and at 1 kc at 15''/sec. This measurement is made in order to verify the symmetry of the bias frequency. The distortion of amplifiers has already been measured before. Besides, this latter is negligible when compared to the distortion introduced by the tape which is measured here.</p>	<p>D) DISTORSION</p> <p>Distorsion totale pour un enregistrement et une lecture ligne, au 0 db, à 1 Kc et 15'' = 38 cm. Cette mesure a pour but de vérifier la symétrie de la prémagnétisation haute fréquence. La distorsion des amplificateurs a été mesurée auparavant. Elle est d'ailleurs négligeable vis à vis de la distorsion introduite par le ruban que nous mesurons là.</p>		

DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi - cation	Perfor - mance
2nd harmonic	harmonique 2		%
3rd harmonic	harmonique 3		%
1) The bias value is adjusted by connecting one point of the transformer giving 1, 2 x value which gives maximum efficiency at 1 kc 7.5" - 10 db.	La pr�magn�tisation est ajust�e en reliant un point du transfo donnant 1, 2 x la valeur du maximum d'efficacité � 1 KHz, 19 cm, - 10 db.		
<p>E) <u>ERASURE</u></p> <p>We guarantee an erasure of at least 80 db for a signal recorded on a Scotch tape type 102 at the level of 400 m Max. (level which gives about 3 % of third harmonic distortion)</p> <p>b) <u>Measurement</u></p> <p>An 800 c/s signal is recorded at + 6 db, with a tape speed of 15 "/sec, and then erased using the internal facilities. The ratio between the signal, as recorded and the non-erased residue gives the efficiency of the erasure.</p>	<p>E) <u>EFFACEMENT</u></p> <p>Nous garantissons un effacement de 80 db ou mieux d'un signal enregistr� sur ruban 102 au niveau de 400 m Max. (niveau donnant environ 3 % de H3) � 800 Hz. (H3 = harmonique 3)</p> <p>b) <u>Procédé de mesure</u></p> <p>On enregistre au niveau + 6 db un signal de 800 Hz à 15"/sec. puis on efface avec l'appareil. Le rapport entre le signal et le résidu non effacé donne l'efficacité de l'effacement</p>		db
<p>F) <u>SIGNAL TO NOISE RATIO</u></p> <p>1) Playback chain Note : these measurements must be made with a DIN 3 or ASA "A" weighting filter. The motor must be loaded, but the tape motionless. In this measurement, the output amplifier is adjusted to 0 db level.</p>	<p>F) <u>Rapport SIGNAL/BRUIT DE FOND</u></p> <p>1) Chaîne de lecture Note : Ces mesures doivent se faire avec un filtre psophométrique DIN 3. Le moteur doit être chargé mais le ruban immobile. Pour cette mesure on utilise l'amplificateur de sortie au niveau 0 db.</p>	15" 19cm 7.5"	db db db
2) Microphone preamplifier. Measurement of background noise reforced to the input in psophometric dbm, 0 db = 1 mW.	2) Préamplificateur microphonique. Mesure du bruit de fond rapport� à l'entrée, en dbm psophom�triques, 0 db = 1 mW.		dbm

DESCRIPTION OF TEST	DESCRIPTION DU CONTROLE	Specifi- cation	Perfor- mance
3) Recording noise, difference between the noise of a tape erased with a bulk eraser, and then recorded without signal.	3) Bruit d'enregistrement. Ecart entre le bruit de fond du ruban effacé sur une effaceuse et enregistré sans signal sur le Nagra.		
7.5" (CCIR)	Vitesse 19 cm (CCIR)		db
7.5" (Ampex)	7,5" (NATR B)		db
<p>G) SENSITIVITY OF MICROPHONE PRE - AMPLIFIER AND OF AUTOMATIC LEVEL CONTROL</p> <p>1) Voltage into 200 ohm, necessary to modulate the recording at 0 db (1 kc, both potentiometers clockwise).</p>	<p>G) SENSIBILITE DU PREAMPLI MICRO ET REGULATEUR AUTOMATIQUE DE SENSIBILITE</p> <p>1) Tension sur 200 ohms nécessaire pour moduler au 0 db l'enregistrement. (1 kc, les 2 potentiomètres ouverts).</p>		mV
2) Recording level on AUTOMATIC RECORD, with input voltage into 200 ohm of 0.5 mV.	2) Niveau d'enregistrement sur AUTOMATIC RECORD avec une tension d'entrée sur 200 ohms de 0.5 mV.		db
Identical, but with 5 mV input voltage	Idem. Avec 5 mV à l'entrée.		db
	Signature:		



Symbols code

	Resistor		Potentiometer
	Capacitor		HF inductor
	Electrolytic Capacitor		Variable inductor
	Tantalum Capacitor		AF Transformer
	Diode		HF Transformer
	Zener Diode		Ferrite antiparasitic Filters
	Output socket or Selector pin		Colour change in the wiring
	Transistor PNP		Transistor NPN
	Shielded cable		Magnetic head