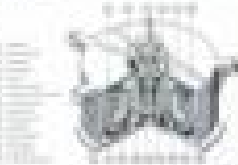
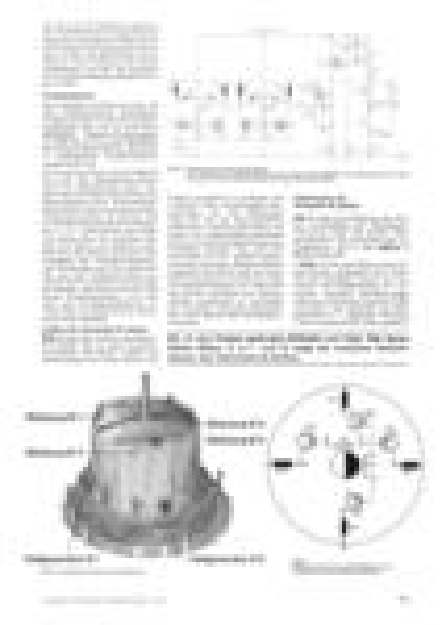
Stenorette SL

Das mobile Diktiersystem für Büro und unterwegs





Hellgemantorgestützte Verphosemmotionen in modernen GRUNDIG Tonband- und Diktiergeräten

[illegible]

[illegible]

[illegible]

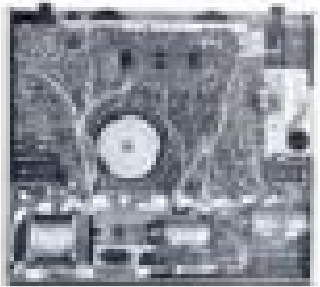
Abb. 1 Tonbandgerät mit Tonkopf

Die Tonbandgerätetechnik hat sich in den letzten Jahrzehnten stark entwickelt. Die Geräte sind heute kleiner, leichter und bedienungsfreundlicher geworden. Die Tonqualität ist deutlich besser geworden. Die Bandgeschwindigkeit ist variabler geworden. Die Bandlaufwerke sind robuster geworden. Die Tonköpfe sind präziser geworden. Die Verstärker sind leistungsfähiger geworden. Die Lautsprecher sind klangreiner geworden. Die Bedienung ist einfacher geworden. Die Geräte sind preiswerter geworden.

Grundlagen der Tonbandgerätetechnik

Die Tonbandgerätetechnik hat sich in den letzten Jahrzehnten stark entwickelt. Die Geräte sind heute kleiner, leichter und bedienungsfreundlicher geworden. Die Tonqualität ist deutlich besser geworden. Die Bandgeschwindigkeit ist variabler geworden. Die Bandlaufwerke sind robuster geworden. Die Tonköpfe sind präziser geworden. Die Verstärker sind leistungsfähiger geworden. Die Lautsprecher sind klangreiner geworden. Die Bedienung ist einfacher geworden. Die Geräte sind preiswerter geworden.

Die Tonbandgerätetechnik hat sich in den letzten Jahrzehnten stark entwickelt. Die Geräte sind heute kleiner, leichter und bedienungsfreundlicher geworden. Die Tonqualität ist deutlich besser geworden. Die Bandgeschwindigkeit ist variabler geworden. Die Bandlaufwerke sind robuster geworden. Die Tonköpfe sind präziser geworden. Die Verstärker sind leistungsfähiger geworden. Die Lautsprecher sind klangreiner geworden. Die Bedienung ist einfacher geworden. Die Geräte sind preiswerter geworden.



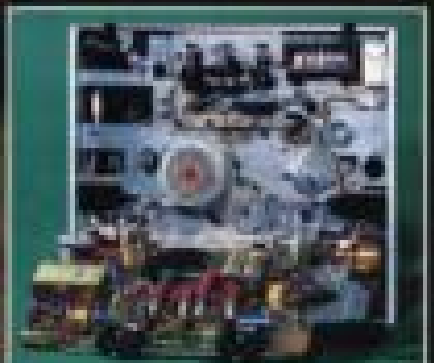
[illegible]

[illegible]

[illegible]

Gaumont

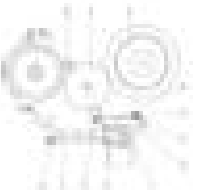
Starlette SL



Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	
Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1	

Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1

Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1 Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1 Gebietsteile Ostpreußen und Westpreußen 1



Stenorette SL

Diktiergerät mit Bedienungsfeld für Fußbetätigung
für Freihänder

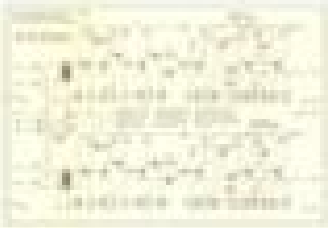
Abb. 1 Stenorette SL mit Fußschalter

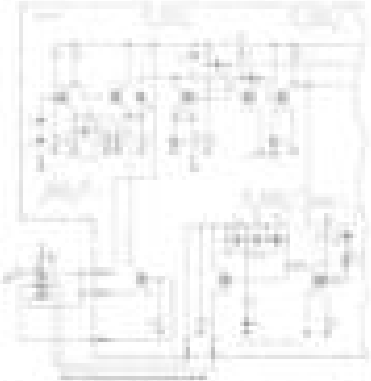
Die Stenorette SL ist ein Diktiergerät mit Bedienungsfeld für Fußbetätigung für Freihänder. Es ist ein Gerät für die Bürokraft, die Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schreibarbeiten ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Arzt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Untersuchungen ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Ingenieur, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Messungen ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Lehrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tafelanschriebe machen muß. Es ist ein Gerät für den Sachbearbeiter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Akten bearbeiten muß. Es ist ein Gerät für den Kaufmann, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Journalisten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Manuskripte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Sachverständigen, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Gutachten schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Anwalt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schriftsätze schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Beamten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Verfügungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Vertreter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Berichte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Handwerker, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Landwirt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tagebücher schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Pfarrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Predigten schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Lehrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tafelanschriebe machen muß. Es ist ein Gerät für den Sachbearbeiter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Akten bearbeiten muß. Es ist ein Gerät für den Kaufmann, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Journalisten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Manuskripte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Sachverständigen, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Gutachten schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Anwalt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schriftsätze schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Beamten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Verfügungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Vertreter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Berichte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Handwerker, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Landwirt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tagebücher schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Pfarrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Predigten schreiben muß.

Die Stenorette SL ist ein Diktiergerät mit Bedienungsfeld für Fußbetätigung für Freihänder. Es ist ein Gerät für die Bürokraft, die Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schreibarbeiten ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Arzt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Untersuchungen ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Ingenieur, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Messungen ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Lehrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tafelanschriebe machen muß. Es ist ein Gerät für den Sachbearbeiter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Akten bearbeiten muß. Es ist ein Gerät für den Kaufmann, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Journalisten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Manuskripte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Sachverständigen, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Gutachten schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Anwalt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schriftsätze schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Beamten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Verfügungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Vertreter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Berichte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Handwerker, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Landwirt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tagebücher schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Pfarrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Predigten schreiben muß.

Bedienung

Die Stenorette SL ist ein Diktiergerät mit Bedienungsfeld für Fußbetätigung für Freihänder. Es ist ein Gerät für die Bürokraft, die Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schreibarbeiten ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Arzt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Untersuchungen ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Ingenieur, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Messungen ausführen muß. Es ist ein Gerät für den Lehrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tafelanschriebe machen muß. Es ist ein Gerät für den Sachbearbeiter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Akten bearbeiten muß. Es ist ein Gerät für den Kaufmann, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Journalisten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Manuskripte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Sachverständigen, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Gutachten schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Anwalt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Schriftsätze schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Beamten, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Verfügungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Vertreter, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Berichte schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Handwerker, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Rechnungen schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Landwirt, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Tagebücher schreiben muß. Es ist ein Gerät für den Pfarrer, der Diktate aufnehmen und gleichzeitig Predigten schreiben muß.





[illegible]

[illegible]

[illegible]

Videorecorder BK 200

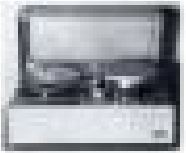
A. Kohl
H. Lüdemann

Aufzeichnung und Wiedergabe des Video-Signals

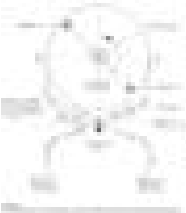
Figure 1. Sample caption for illustration purposes.


Sensor Layer
Sensor Layer
Sensor Layer

Videorecorder BK 200



Kopfrommel und Spurbild des BK 200



Das GRUNDIG Videorecorder-System

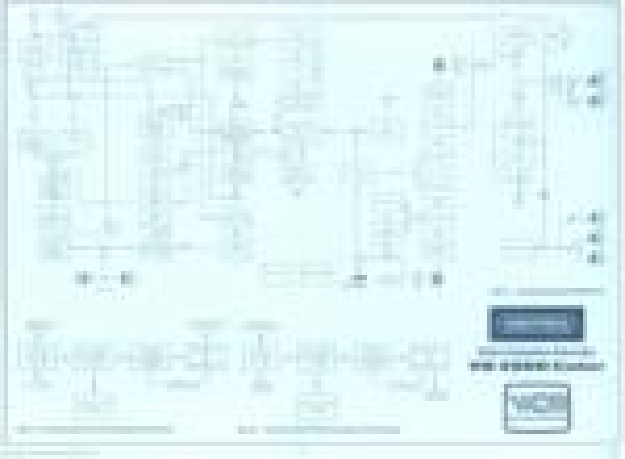
RK 300
RK 200
RK 201

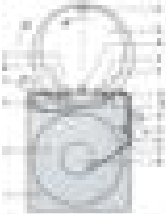
[illegible]

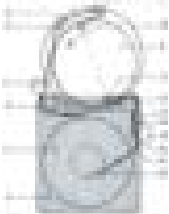
[illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Steckbarer Fachbaustein mit zwei integrierten Schalungen







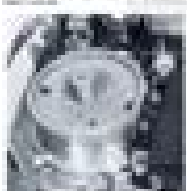


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Versuchsanordnung

Abbildung 2: Ergebnisse der Versuchsreihe

Abbildung 3: Ergebnisse der Versuchsreihe

Tabelle 1: Ergebnisse der Versuchsreihe „Gamma 3"

Versuch 1					
1.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 2					
2.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 3					
3.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 4					
4.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 5					
5.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 6					
6.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 7					
7.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 8					
8.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 9					
9.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Versuch 10					
10.1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10.2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10.3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

GRUNDIG

VR 2000 Color,

der Video-Cassetten-Recorder nach dem VCR-System

Brief des Cassetten-Synopsiers

VR 2000 Color

Video-Cassetten-Recorder

[illegible]

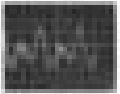
[illegible]

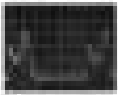
Amsterdam, Rembrandtplein
Photo: Hans Wilschut, Amsterdam, March 1991

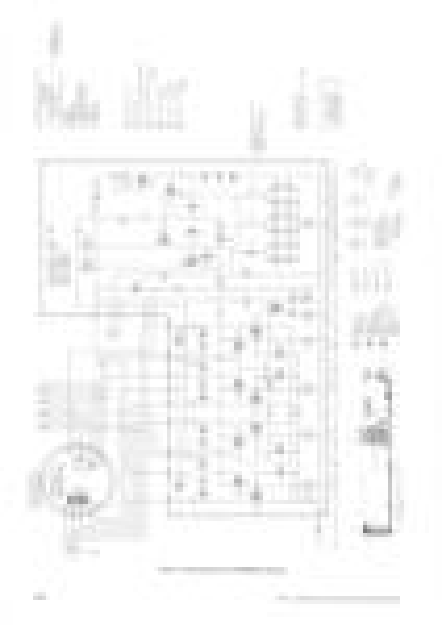
Amsterdam, Rembrandtplein, Rembrandt van Rijn, Dutch painter (1606–1669), Rembrandt van Rijn, Dutch painter (1606–1669), Rembrandt van Rijn, Dutch painter (1606–1669),

GRUNDIG

TECHNISCHE INFORMATIONEN







Die Drehzahl-Regelschaltung des TK 3200-Motors

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Bus 2 [illegible] [illegible] und Mikrogerät, [illegible] und [illegible] [illegible] [illegible]

[illegible]

[illegible]

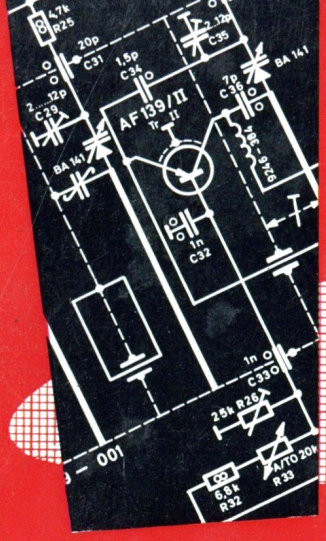
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]



GRUNDIG

TECHNISCHE INFORMATIONEN

ZEITSCHRIFT FÜR ELEKTRONIK, RADIO-, FERNSEH- UND TONBANDTECHNIK

Moderne GRUNDIG Farbfernsehtechnik

Auch bei herausgezogenem Farbbaustein bleibt das Gerät empfangstüchtig.

Es zeigt lediglich ein Schwarz-Weiß-Bild.

Einfachster Service

Zwei integrierte Schaltungen.
Kleinste Abmessungen.

•

Erstbericht in diesem Heft:

GRUNDIG VR 2000 Color Video-Cassetten-Recorder

Steckbarer GRUNDIG Farbbaustein

3
1971
18. Jahrgang

Inhaltsübersicht

Heft 3/1971

18. Jahrgang

GRUNDIG TECHN. INFORMATIONEN

Zeitschrift für Electronic, Radio-, Fernseh- und Tonband-Technik

Herausgeber: GRUNDIG WERKE GmbH Technische Direktion

8510 Fürth (Bayern), Kurgartenstraße 37

Redaktion: H. Brauns

GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN erscheinen in zwangloser Folge und werden auf Anforderung kostenlos an Fachgeschäfte und Fachwerkstätten sowie die in diesen Betrieben tätigen Werkstattleiter und Service-Techniker abgegeben. Allen übrigen Interessenten ist der Bezug gegen eine Schutzgebühr von 6.– DM pro Jahr (einschließlich Versandkosten) möglich, zahlbar auf Postscheckkonto Nürnberg 368 79, GRUNDIG Werke GmbH, Fürth (Bayern). (Die Bestellung erfolgt am einfachsten auf Zahlkartenabschnitt.) Die Schutzgebühr für Einzelhefte beträgt 1 50 DM.

Herausgabedatum: August 1971

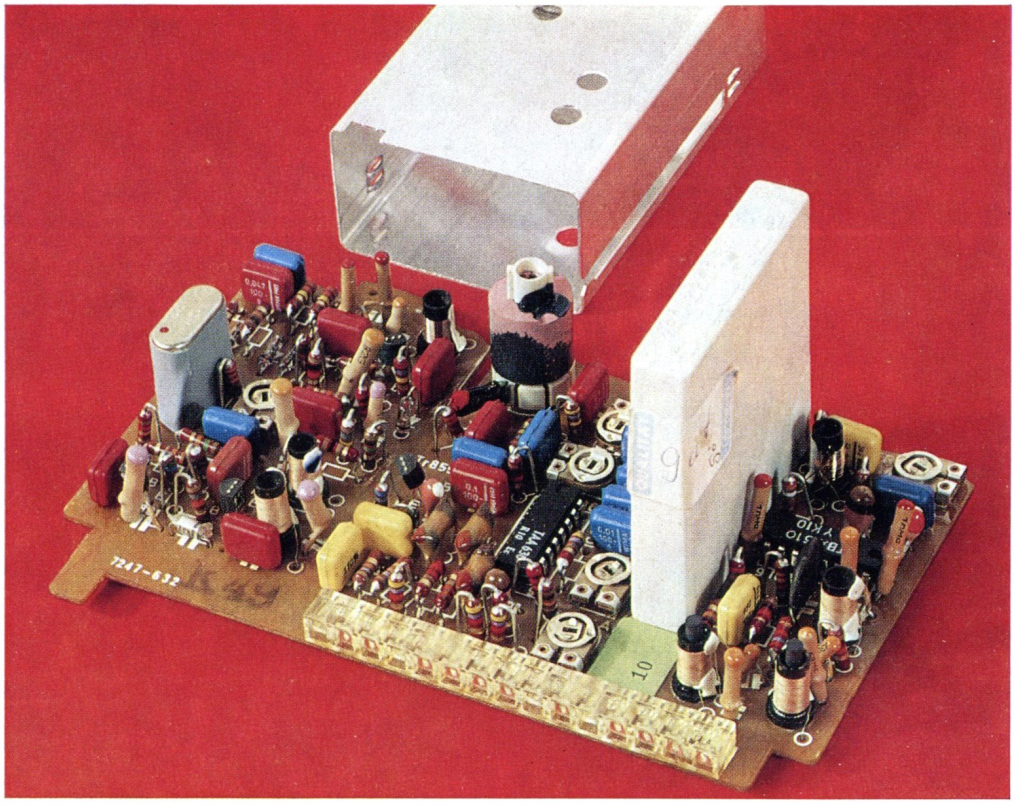
Druck: Karl Müller, Roth bei Nürnberg

Titelfoto:
Dieter „Thomas" Heck exclusiv auf BASF-Schallplatten zu hören täglich auf der EUROPAWELLE SAAR und alle 4 Wochen zu sehen in der ZDF-HITPARADE.

GRUNDIG-Neuheiten auf der Internationalen Funkausstellung Berlin 1971

Vor vier Jahren, auf der Funkausstellung 1967 in Berlin, stellte GRUNDIG anläßlich der Premiere des Farbfernsehens in Deutschland den ersten farbtüchtigen Videorecorder vor. Mit diesem Gerät wurde die erste ARD-Farbsendung, der „Gala-Abend der Schallplatte 1967", aufgezeichnet und auf dem GRUNDIG Ausstellungsstand in erstklassiger Farbtreue laufend vorgeführt. Einer der ersten Zuschauer war Alexis Neve, der Regisseur dieser großartigen Life-Sendung, die er zum erstenmal über den GRUNDIG Videorecorder als Farbaufzeichnung sah.

Vier Jahre später, inzwischen sind GRUNDIG Farb-Videorecorder (BK 200 mit Farbzusatz FAM 200) auf vielen Gebieten im professionellen Einsatz, gibt es auf der Internationalen Funkausstellung 1971 in Berlin wieder eine aufsehenerregende GRUNDIG-Premiere: VR 2000 Color, der Farb-Videorecorder für VCR-Cassetten. Eine Gerätekonstruktion, die auf jahrelanger Erfahrung im Bau von Farb-Videorecordern beruht. In diesem Heft werden die ersten Einzelheiten veröffentlicht. Über weitere bedeutende GRUNDIG Neuheiten, vor allem über die Programmwahl ohne jede Mechanik („GRUNDIG Ultra-Electronic" mit Antippfeldern oder drahtlos fernbedienbar) berichten wir im nächsten Heft. Der auf der Titelseite dargestellte steckbare Farbbaustein wird auf den Seiten 923 ... 925 des vorliegenden Heftes ausführlich beschrieben.



Neu: Steckbarer Farbbaustein bei GRUNDIG Farbfernseh-Empfängern

INTERNATIONALE FUNKAUSSTELLUNG BERLIN 1971

Start des Cassetten - Fernsehens

GRUNDIG VR 2000 Color

Video-Cassetten-Recorder

Fernsehen unabhängig von der Sendezeit · Kein interessantes Fernsehprogramm geht mehr verloren. Aufnahme und Wiedergabe in S/W und Farbe · Eingebautes komplettes Empfangsteil · Allbereich-Diodentuner mit 4 Programmtasten und automatischer Scharfabstimmung · Digitale Schaltuhr für Aufnahmen auch bei Abwesenheit, unabhängig vom Fernsehgerät · Bild- und Ton-Aussteuerungs-Automatik · Wiedergabe über jedes S/W- oder Farbfernsehgerät ohne Adaptierung · Video-Cassetten VC 30, VC 45 und VC 60 für 30-, 45- und 60 Minuten Spielzeit · Bandgeschwindigkeit 14,3 cm/sec. · Jederzeit löschbar und neu bespielbar wie ein Tonband · Zwei gleichwertige, unabhängige Tonspuren, mit oder ohne Aussteuerungsautomatik getrennt bespielbar · Ideal für Eigenaufnahmen mit Fernsehkamera und Mikrofon · Modernste Technik · Von führenden Herstellern angewandtes zukunftsicheres VCR-System

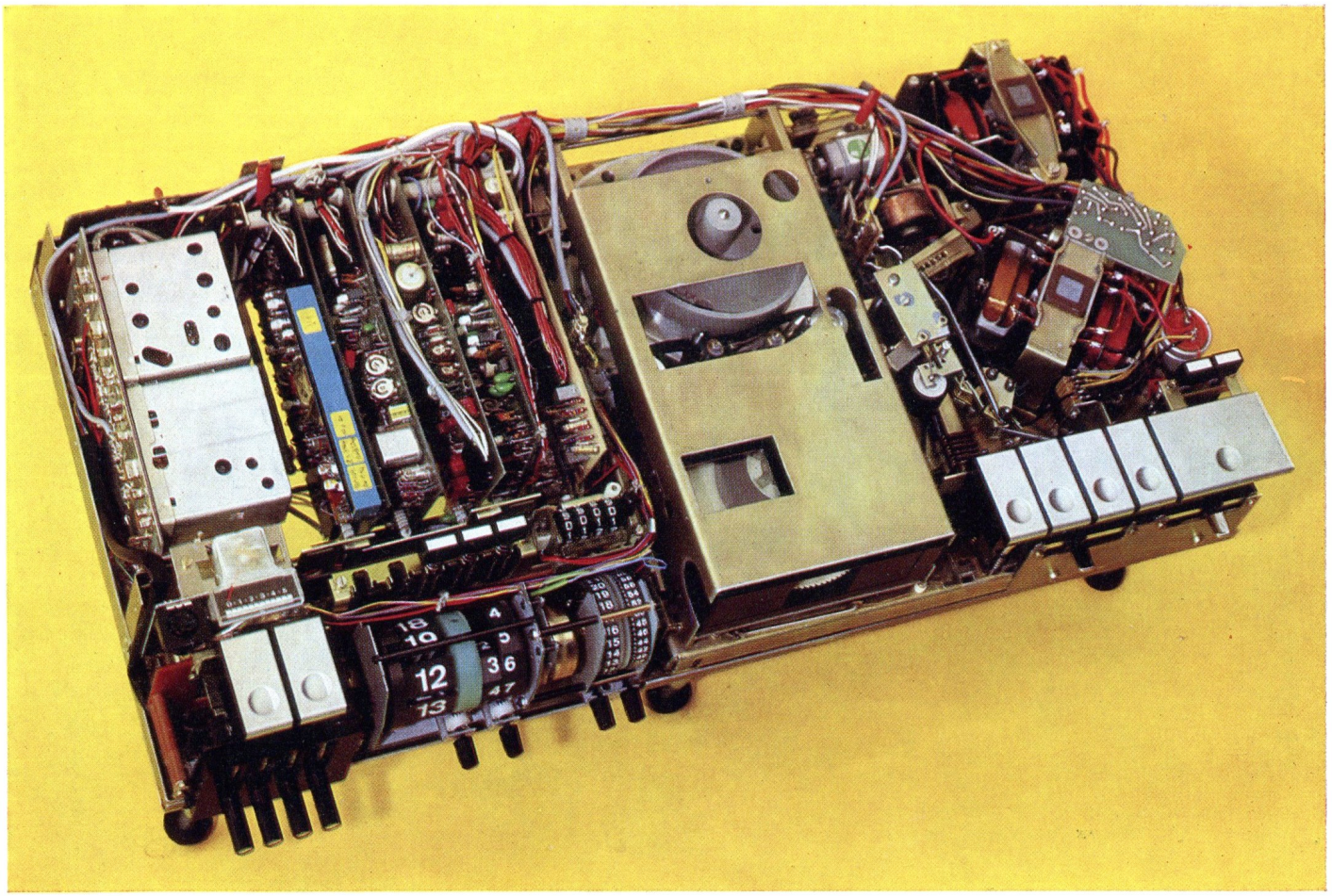


Bild 1 Blick in den Innenaufbau des GRUNDIG Video-Cassetten-Recorders VR 2000 Color

Bild 2 Der GRUNDIG Video-Cassetten-Recorder VR 2000 Color präsentiert sich in der eleganten, flachen Form moderner HiFi-Geräte

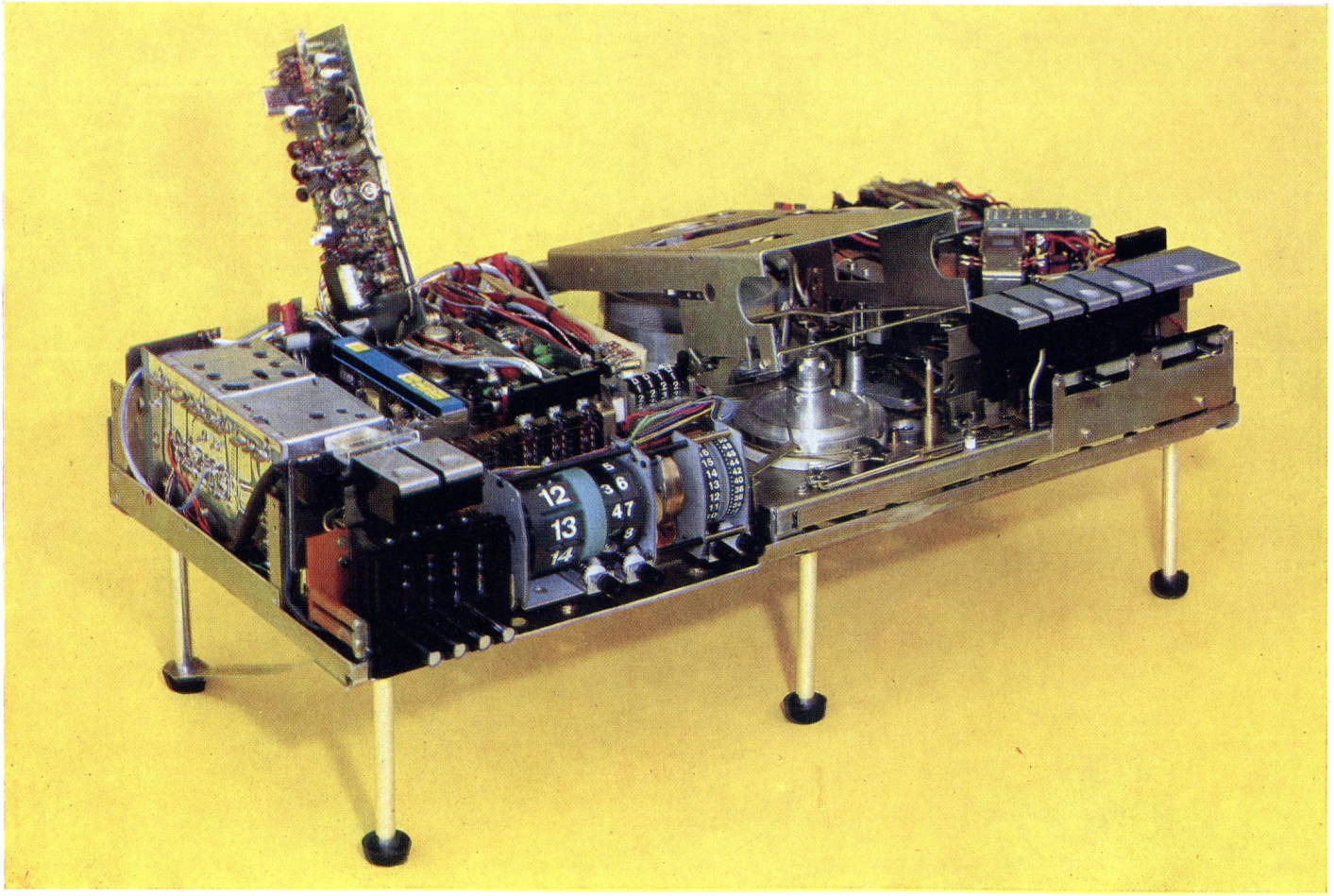


Bild 3 GRUNDIG VR 2000Color mit geöffnetem Cassettenschacht und einer herausgeschwenkten Druckschaltungsplatte

W. MAYER

GRUNDIG VR 2000 Color, der Video-Cassetten-Recorder nach dem VCR-System

Die VCR-Cassette

Wesentlich für die erfolgreiche Einführung eines Videoaufzeichnungssystems ist ein Bedienungskomfort, der den Gerätebenutzer von allen schwierigen Manipulationen befreit. In Analogie zur erfolgreichen Audio-Cassette wurde daher eine Video-Cassette geschaffen **(Bild 4)**, die bei

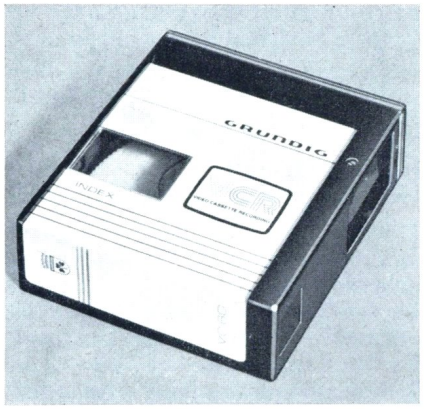


Bild 4 Die VCR-Cassette weist ein handliches Format auf und paßt in alle Video-Cassettengeräte des weitverbreiteten VCR-Systems

den Abmessungen 126 x 148 x 35 mm leicht zu handhaben ist und trotzdem für eine Bandfüllung mit 60 Minuten Spieldauer für Schwarz-Weiß oder Farbe ausreicht.

Wie die Audio-Cassette kann auch die Video-Cassette ohne Rückspulen an jeder beliebigen Bandstelle eingelegt und herausgenommen werden. Das Einlegen erfolgt in einfacher Weise durch Einschieben der Cassette in ein Schubfach, das zur Auslösung der automatischen Bandeinfädelung niedergedrückt wird. Die Bandausfädelung und der Cassettenauswurf werden durch Tastendruck bewirkt.

Eine manuelle Berührung des Magnetbandes ist dabei in keiner Phase erforderlich. Da das Videoband bei dem allgemein üblichen Schrägschriftverfahren die Kopftrommel mit einer Steigung entsprechend der Breite des Bandes umschlingt, sind — wie auch bei den professionellen GRUNDIG Videorecordern — die Bandspulen innerhalb der Cassette übereinander angeordnet. Neben technischer Zweckmäßigkeit wird dadurch ein besonders kompakter Aufbau der Cassette erreicht.

Analog zur Audio-Cassette ist die Wickelfüllung durch ein Fenster von außen sichtbar. Bei herausgenommener Cassette sind die Spulen arretiert, die freie Bandschleife ist abgedeckt.

Es werden drei, durch unterschiedliche Bandlängen und Bandstärken von einander abweichende, Video-Cassetten des VCR-Systems auf den Markt kommen:

VC 30 = 30 Minuten Spielzeit,
VC 45 = 45 Minuten Spielzeit,
VC 60 = 60 Minuten Spielzeit.

Das Spurbild des VCR-Systems

Die magnetische Videoaufzeichnung erfolgt beim VCR-System nach dem bereits weit verbreiteten Schrägspurverfahren. Während jedoch bisher die verschiedensten Firmen Videorecorder nach dem Schrägspurverfahren mit voneinander abweichenden Spurbildern herstellten, so daß ein Bandaustausch nicht möglich war, wird die Einführung des VCR-Systems erstmalig den Austausch der Bandcassetten zwischen Geräten verschiedenen Fabrikates zulassen. Damit ist die Analogie zu der erfolgreichen Audio-Cassette auf dem Gebiet der Videoaufzeichnung geschaffen.

Bei gegebener nutzbarer Grenzwellenlänge der magnetischen Aufzeichnung ist die erzielbare Aufzeichnungsbandbreite beim Schrägspuraufzeichnungsverfahren der Relativgeschwindigkeit zwischen Videokopf und Band proportional. Da andererseits die Kopfrad-Rotationsfrequenz mit der Vertikalfrequenz des Fernsehsignals verkoppelt und deshalb nicht variabel ist, ergibt sich eine direkte Proportionalität zwischen dem Durchmesser der Bandführungstrommel beim Schrägspuraufzeichnungsverfahren und der erzielbaren Signalbandbreite. Bei der Festlegung des VCR-Systems kam es darauf an, den Bandtrommeldurchmesser und damit die Relativgeschwindigkeit zwischen Videokopf und Band so festzulegen, daß einerseits für den vorgesehenen Anwendungsbereich vernünftige Geräteabmessungen entstehen, zum andern aber eine Farbsignalaufzeichnung möglich ist, die zu einer Bildwiedergabe von guter Qualität führt.

Zwischen diesen einander entgegenstehenden Forderungen war ein Kompromiß zu wählen, bei dem zusätzlich noch berücksichtigt werden mußte, daß für die Cassette eine

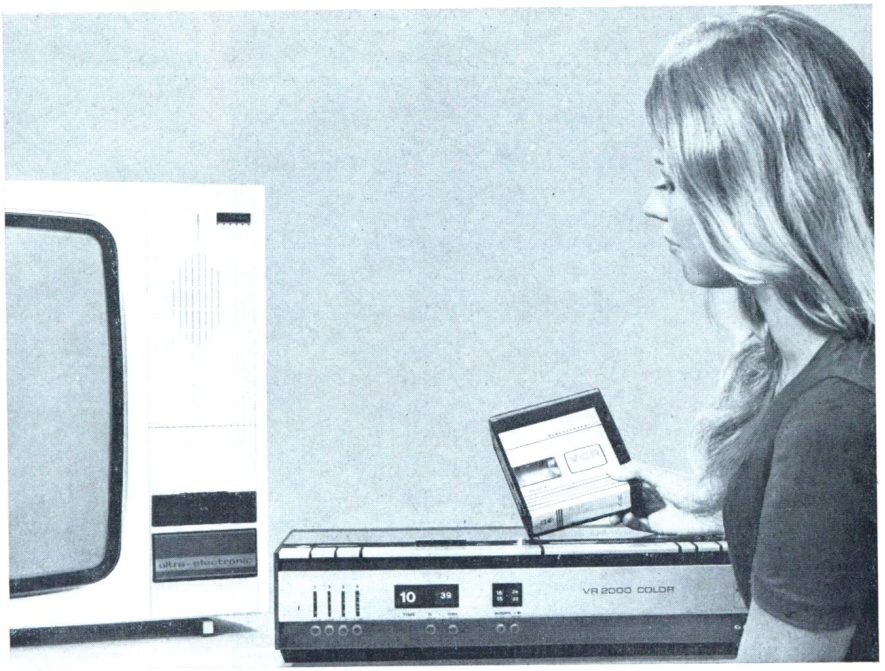


Bild 5 Anschluß und Handhabung des VCR-Recorders sind unübertroffen einfach

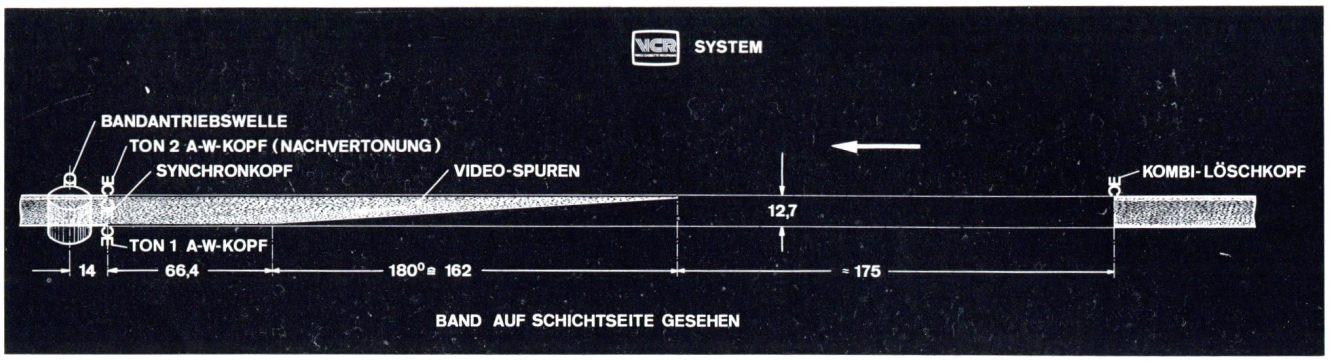


Bild 6 Schematisches Spurbild des VCR-Systems. (Alle Maße in mm.) Die beiden Tonspuren mit je 0,7 mm Breite liegen am Bandrand. Die Synchronspur hat 0,3 mm Breite und liegt unterhalb der oberen Tonspur. Die Winkelangabe 180° bezieht sich auf die Umschlingung der Bandtrommel.

Spieldauer von einer Stunde erreicht werden sollte. Außerdem bestand natürlich die Forderung nach einer kompakten, leicht handzuhabenden Cassette. Nach umfangreicher Vorarbeit in den Philips-Entwicklungslaboratorien wurde schließlich ein System mit zwei rotierenden Videoköpfen und 180°-Umschlingung der Bandführungstrommel ausgewählt, das durch folgende wesentliche Parameter gekennzeichnet ist:

Trommeldurchmesser	105 mm
Relativgeschwindigkeit	8,1 m/sec
Bandgeschwindigkeit	14,29 cm/sec
Videomagnetband	1/2 Zoll breit

Zwei Audiospuren an den Bandrändern außerhalb des Videoaufzeichnungsbereiches

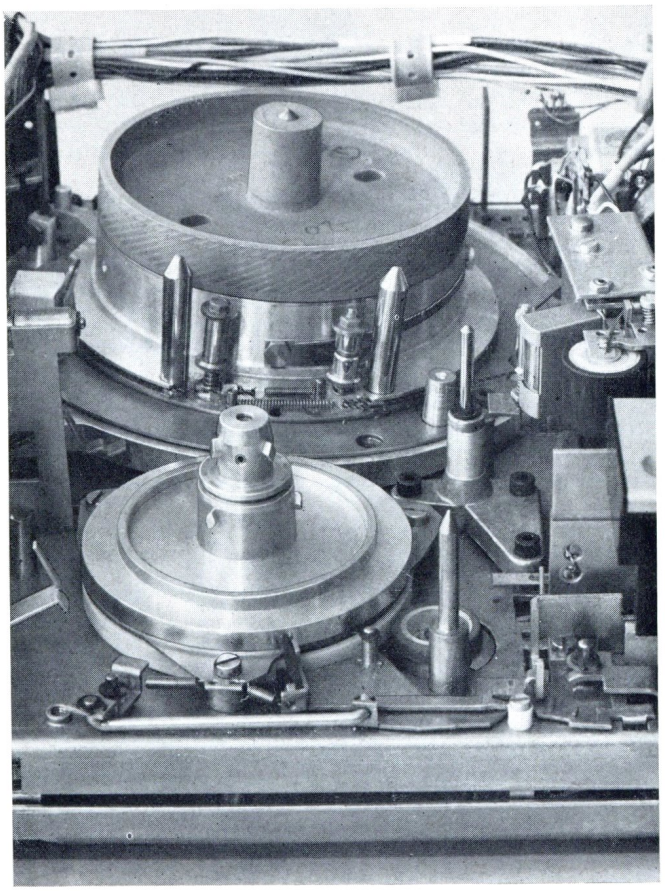
Steuerspur 25 Hz, in der oberen Randzone des Video-Aufzeichnungsbereiches

Bild 6 zeigt das Spurschema des VCR-Systems.

Diese Parameter führen zu einem Gerät, das in mancherlei Beziehung einen beim heutigen Stand der Technik günstigen Kompromiß darstellt. Bei Verwendung hochkoerzitiver Videomagnetbänder und bei Einsatz von Videoköpfen aus speziellem Ferritmaterial kommt man zu nutzbaren Grenzwellenlängen von wenig über ein Mikrometer. Die damit erzielbare Auflösungsgrenze von mehr als 2,5 MHz im Videosignal führt zu einer Bildqualität, die für die meisten Anwendungen vollständig ausreicht. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die subjektiv wahrgenommene Bildqualität, wie sich im Versuch leicht nachweisen läßt, bei begrenzter Reduzierung der Signalbandbreite gegenüber der vollen Bandbreite von 5 MHz beim europäischen Fernsehsystem kaum beeinflußt wird, wenn nur die übrigen Qualitätsparameter wie Bildstand, Störabstand, Gradation usw. gehalten werden. Ferner ist zu beachten, daß die Auflösungsgrenze durch die Reduzierung der Signalbandbreite nur in Richtung der Zeilenabtastung gemindert wird, senkrecht zur Zeilenabtastung bleibt das ursprüngliche Auflösungsvermögen erhalten. Eine wichtige Konsequenz der Wahl eines verhältnismäßig kleinen Trommeldurchmessers ist, daß eine handliche Bandcassette mit den Abmessungen 126 x 148 x 35 mm bei einem Gewicht von 0,4 kg für eine Stunde Spieldauer geschaffen werden konnte. Darüber hinaus sind auch für den Recorder günstige Abmessungen erreichbar.

Das Laufwerk des GRUNDIG Recorders VR 2000 Color

Obwohl das im nächsten Kapitel näher beschriebene Farbaufzeichnungsverfahren gegenüber Zeitfehlern weitgehend unempfindlich ist, müssen trotzdem für das Laufwerk des Recorders gute bis sehr gute Gleichlaufeigenschaften gefordert werden, einmal um die Phasen-Störmodulation des Zeilensynchronimpulses in Grenzen zu halten, zum anderen, um die Phasenvergleichsschaltung für den Frequenzteiler der Farbaufbereitungsschaltung nicht zu überfordern. Ferner sollen auch die Horizontal-, Vertikal- und die umgesetzte Farbträgerfrequenz bei Wiedergabe nur begrenzt von den Nennwerten abweichen. Der Videorecorder ist deshalb mit Band- und Kopfradservo ausgerüstet. Bei Wiedergabe kann daher das Kopfrad und damit die Vertikalfrequenz mit der Netzfrequenz verkoppelt werden, während die Spurhaltung für die Videoabtastung vom Bandservo übernommen wird. Zwei Motore, einer für den Kopfradantrieb, der andere für Band- und Cassettenan-



Ergänzung zum Spurschema Bild 6:

Der GRUNDIG Videorecorder VR 2000 Color weist getrennt einschaltbare Löschkopfsysteme für die beiden Tonspuren auf und ermöglicht daher eine Zusatz- bzw. Nachvertonung

Bild 7 Antrieb der Cassettenspulenteller (vorn) und Bandtrommel mit Umlenkbolzen für den Bandeinzug

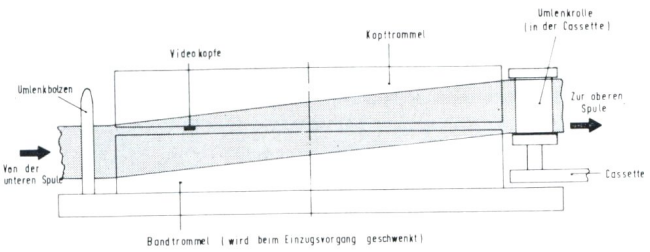


Bild 8 Lage des Bandes an der Kopftrommel

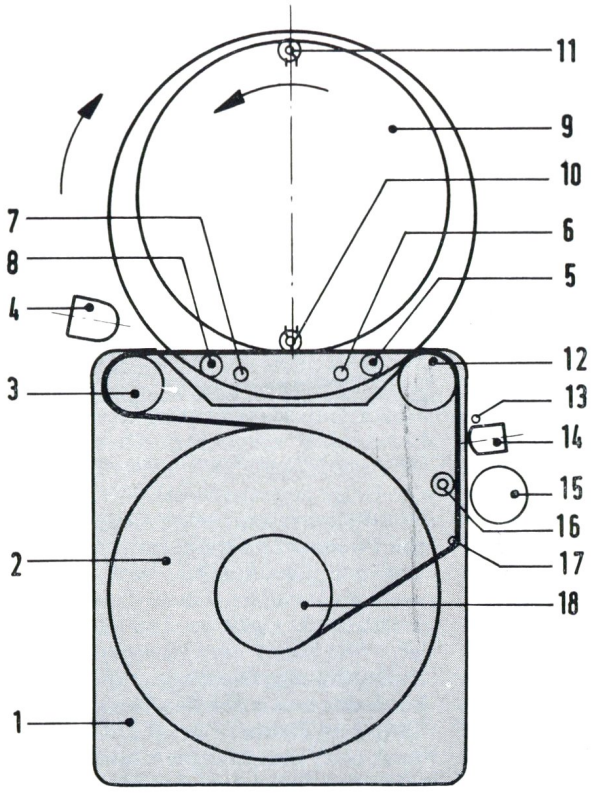


Bild 9 Bandlauf vor dem Einzugsvorgang bei eingelegter Cassette. Das Band kommt hinter die beiden Bolzen 5 und 8 sowie die Bandantriebswelle 16 zu liegen

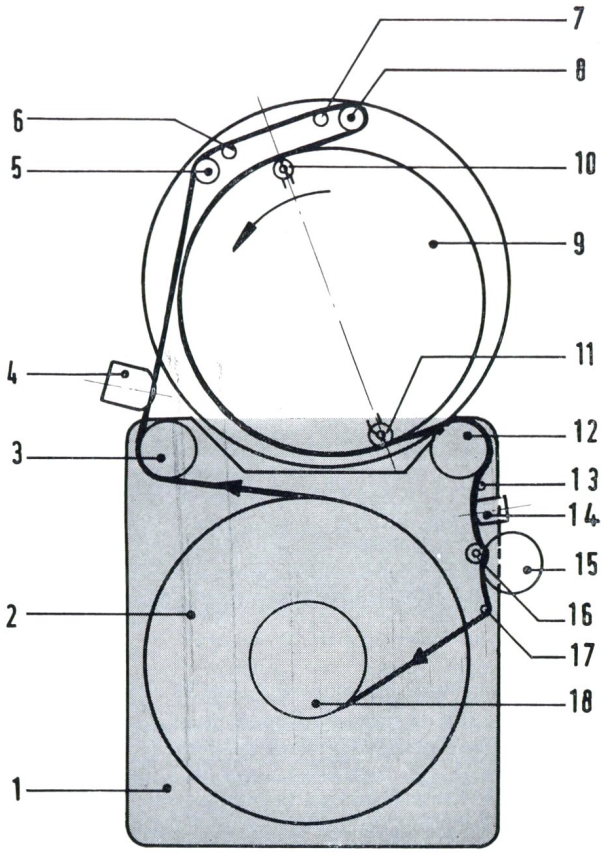


Bild 10 Bandlauf bei eingezogenem Band und gedrückter Starttaste (Aufnahme- und Wiedergabebetrieb)

trieb, werden über Wirbelstrombremsung geregelt, ein zusätzlicher Gleichstrom-Kleinmotor sorgt für die Ein- und Ausfädelung des Bandes, dabei wird die gesamte Bandführungstrommel jeweils derart bewegt und gedreht, daß sich mit Hilfe zweier Führungsbolzen entweder die spiralige Führung des Bandes um die Trommel oder die Bereitschaft zum Auswurf der Cassette ergibt **(siehe Bilder 9 und 10).**

Zu den Darstellungen Bild 9 und 10

1 Cassette
2 Vorratsspule
3 Umlenkrolle
4 Kombi-Löschkopf
5 Führungsbolzen
6 Bandendabschaltung
7 Höhenführung
8 Führungsbolzen
9 Bandführungstrommel, Kopfrad
10, 11 Videoköpfe
12 Führungsrolle
13/17 Führungsstifte
14 Kombi-Ton- und Synchronkopf
15 Andruckrolle
16 Bandantrieb
18 Aufwickelspule

Der Bandeinzugsvorgang

Zum Einlegen der Videocassette wird die Taste „Cassette" des Recorders gedrückt. Es öffnet sich der Cassettenschacht. Die Videocassette läßt sich nun einschieben, wobei automatisch die vor dem Band liegende Schutzklappe nach oben schwenkt. Beim Herunterdrücken des Cassettenschachtes kommt das Band hinter zwei Umlenkbolzen und die Bandantriebswelle zu liegen **(Bilder 9 und**

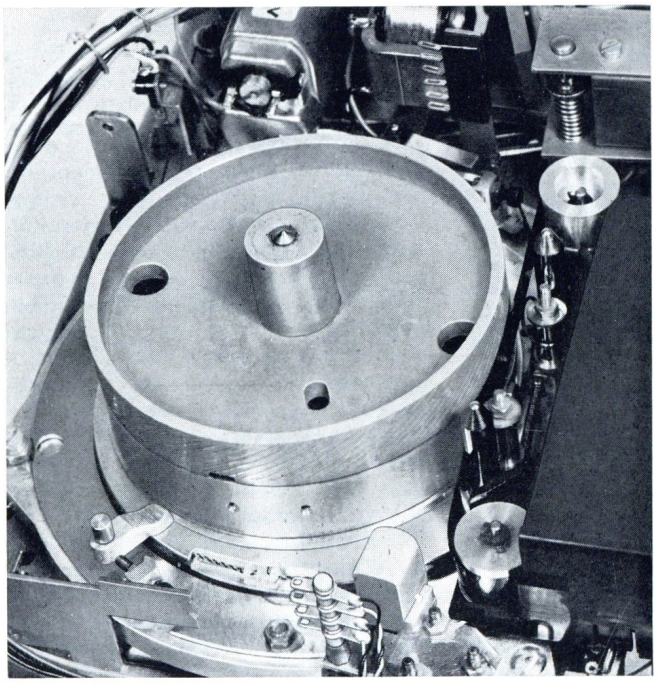


Bild 11 Videoband bei eingelegter Cassette

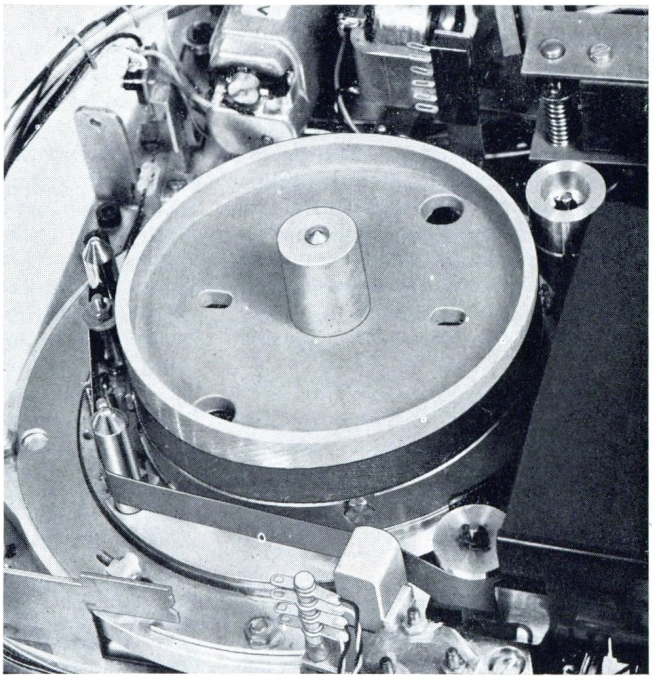


Bild 12 Videoband nach dem automatischen Einzugsvorgang

11.) Außerdem werden die Verriegelungen der Cassetten-Spulenteller gelöst. Beim Einrasten schließt sich ein Kontakt, der den Trommelschwenkmotor einschaltet. Dieser dreht nun über einen Seilzug die Bandtrommel in einer Exzenterbewegung um 160°. Die auf dem unteren Teil der Bandtrommel befestigten Umlenkbolzen führen dabei das Band so um die aus Unter- (Bandtrommel) und Oberteil (Kopfrad) bestehenden Kopftrommel, daß sich ein Umschlingungswinkel von genau 180° ergibt. **(Bilder 10** und **12.)** In der Endstellung der Einzugsbewegung öffnet sich ein im Stromkreis des Einzugsmotors liegender Kontakt. Die Bandtrommel ist dabei durch eine Feder arretiert (Endanschlag). Zugleich wird die Mechanik der Bedienungs-Drucktasten freigegeben.

Durch Drücken der Taste „Start" werden der kombinierte Ton- und Synchronkopf sowie die Gummiandruckrolle an die Tonwelle geschwenkt; der Andruckmagnet erhält Strom und preßt das Band an die Antriebswelle, der Bandlauf beginnt. Er läßt sich durch Drücken der Taste „Stop" beenden. Soll anschließend die Cassette entnommen werden, so wird (bei eingeschaltetem Gerät) die Taste „Cassette" gedrückt. Der Cassetteneinzugsmotor läuft nun in umgekehrter Richtung und dreht die Bandtrommel (Unterteil der Kopftrommel) mit ihren beiden Umlenkbolzen in die Ausgangsstellung zurück. Dabei ist der Cassetten-Wickel-Antrieb noch in Funktion. Anschließend öffnet sich automatisch der Cassettenschacht, die Bandseite wird wieder automatisch durch eine Klappe verschlossen; es kann nun die Cassette entnommen werden.

Soll sich der Video-Cassetten-Recorder zu einer bestimmten vorgegebenen Zeit von selbst einschalten, so geschieht das Cassetteneinlegen genau so wie beschrieben. Es wird die Aufnahmetaste und zusätzlich die links neben der Netz-Einschalttaste liegende Schaltuhrbetriebstaste gedrückt. Die Schaltuhr läßt sich minutengenau einstellen und startet zur eingestellten Zeit den Aufnahmevorgang. Zugleich wird die Gummiandruckrolle über den Hubmagneten an die Bandantriebswelle gedrückt.

Läuft das Band bis zum Ende, so schaltet sich das Gerät automatisch über eine Schaltfolie ab.

Der Aufnahme- und Wiedergabebetrieb

Bekanntlich ist die Schaltung fast aller heute gebräuchlichen Farbfernseh- und Schwarz-Weiß-Empfänger von der Netzspannung nicht schutzgetrennt, so daß die Verbindung mit dem Videorecorder gegenüber der beim Ton geübten Praxis auf Schwierigkeiten stößt. Bisher wurde dieses

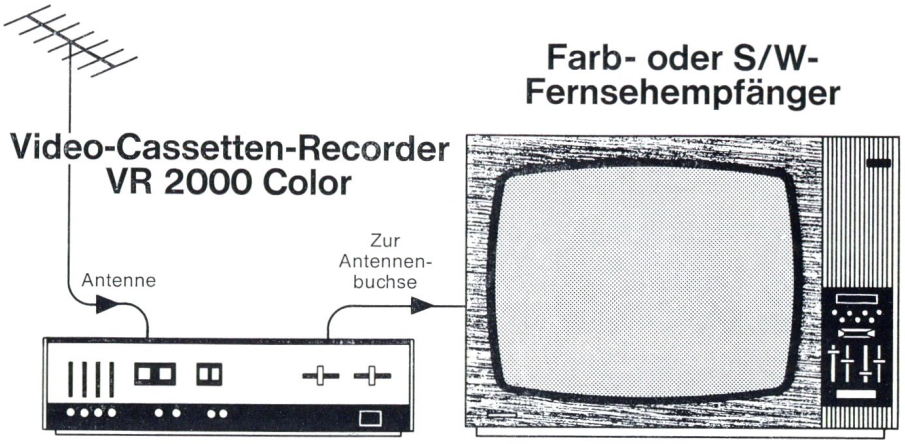


Bild 13 Anschluß des Video-Cassetten-Recorders VR 2000 an ein SW- oder Farbfernsehgerät

Problem durch den Einbau eines Rüstsatzes in den Fernsehempfänger gelöst. Im Rüstsatz war mittels Modulator/Demodulator für Video, schutzisoliertem Übertrager für Ton und schutzisoliertem Relais das Problem der Empfängerumschaltung und der Schutztrennung gelöst. Diese Lösung ist wegen des notwendigen Umbaus des Fernsehempfängers in einer Servicewerkstatt nicht erfreulich, auch die entstehenden Kosten sind nicht zu vernachlässigen. Vielleicht wird es zu einem späteren Zeitpunkt Fernsehempfänger geben, die bereits serienmäßig derart ausgerüstet sind und die entsprechenden Anschlußsteckverbindungen nach dem DIN-Entwurf 45 482 besitzen; im Augenblick ist leider diese Voraussetzung nicht erfüllt.

Um den Anschluß an den Fernsehempfänger so einfach wie möglich zu gestalten, wurde deshalb der Recorder mit einem Video-Audio-Modulator ausgerüstet, dessen Ausgangssignal normgerecht moduliert ist und im UHF-Band IV liegt. Somit kann die Speisung des Empfängers über die Antennenbuchsen erfolgen **(Bild 13).** Die Modulatorfrequenz kann auf einer Programmtaste voreingestellt werden. Um die Signalauskopplung aus dem Fernsehempfänger für Aufnahme zu umgehen, ist im Recorder ein komplettes Fernsehempfangsteil mit Video- und Audiosignalausgang eingebaut, das auf allen Fernsehkanälen für Farbprogramm empfangsbereit ist und vier Programmwahltasten besitzt. Unabhängig vom Farbfernsehempfänger kann ein beliebiges Programm aufgezeichnet werden. Es besteht also die interessante Möglichkeit, ein Programm auf dem Fernsehempfänger zu verfolgen und das andere Programm mit dem Recorder aufzuzeichnen, so daß bei zeitlich kollidierenden hervorragenden Sendungen der Zeitversatz nachträglich realisiert werden kann.

Da im Recorder neben dem Empfangsteil auch eine 24-Stunden-Schaltuhr eingebaut ist **(Bild 2)**, die minutengenau arbeitet, ist zusätzlich die Möglichkeit gegeben, Sendungen von besonderem Wert in Abwesenheit aufzuzeichnen und nach Belieben zu anderer Zeit abzuspielen. **Während des automatischen Aufzeichnungsvorganges ist nur der Recorder und nicht der Fernsehempfänger in Betrieb.** Da die Aufzeichnung auf Video-Magnetband erfolgt, kann das Band natürlich immer wieder gelöscht und neu bespielt werden.

Um die Verbindung des Recorders mit dem Fernsehempfänger herzustellen, wird das Antennenanschlußkabel von der Wanddose zum Recorder umgesteckt. Über ein mitgeliefertes Kabel und eine Entkopplungseinrichtung wird das Antennensignal durchgeschleift und dem Antennenanschluß des Fernsehempfängers zugeführt. Dann wird eine Programmwahltaste des Fernsehempfängers auf das in den Antenneneingang eingespeiste Recorder-Ausgangssignal abgestimmt. Durch Tastendruck erscheint dann jeweils das vom Recorder verarbeitete Signal, und zwar bei Aufnahme wie bei Wiedergabe, so daß auch eine **Aufnahmekontrolle** möglich ist.

Eine besondere Eigenschaft des VCR-Systems ist, daß zwei gleichwertige Tonspuren außerhalb des Videoaufzeichnungsbereiches vorgesehen sind, die unabhängig vom Videosignal gelöscht und aufgezeichnet werden können. Beim GRUNDIG Recorder wird diese Möglichkeit genutzt. Daraus ergibt sich die interessante Möglichkeit zur Nachvertonung der Videoaufzeichnung, so daß zum Beispiel Aufzeichnungen für Schulungszwecke zweisprachig kommentiert werden können. Natürlich ist die zweite Tonspur auch für Stereoaufzeichnung nutzbar. Das Gerät ist mit einem Kombi-Tonkopf und einem Kombi-Löschkopf ausgerüstet, so daß die Tonspur II unabhängig von der Videoaufzeichnung nachvertont werden kann. Für die Aufnahme auf Tonspur II ist eine besondere Drucktaste vorgesehen, bei

Wiedergabe wird mittels eines Schalters Ton I oder Ton II angewählt. Die Tonaufnahme kann für beide Spuren automatisch oder manuell ausgesteuert werden.

Die Farbaufzeichnung beim VCR-System

Eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg eines Videoaufzeichnungsverfahrens ist die befriedigende Lösung des Farbaufzeichnungsproblems. Die Schwierigkeiten bei der Farbaufzeichnung sind im wesentlichen begründet durch zwei Einschränkungen bei der Signalverarbeitung mittels eines einfachen Videobandgerätes, nämlich die begrenzte Videobandbreite und der Zeitfehler. Beim PAL- und NTSC-Fernsehsystem wird die Farbinformation bekanntlich als Quadraturmodulation eines Farbträgers, dessen Frequenz am oberen Ende des Videobereiches liegt, übertragen. Die jeweilige Phasenlage dieses Farbträgers bestimmt den Farbton, die Amplitude die Farbsättigung. Die Frequenz dieses Farbträgers ist beim europäischen PAL-System 4,43 MHz. Da es jedoch mit einem Videobandgerät, bei dem Aufwand und Preis in Grenzen bleiben sollen, beim heutigen Stand der Technik nicht möglich ist, diese Farbträgerfrequenz zu verarbeiten, muß die Farbinformation in einen Frequenzbereich verlagert werden, in dem eine befriedigende Aufnahme und Wiedergabe möglich ist.

Bei der magnetischen Videoaufzeichnung wird bekanntlich das Signal in Form einer Frequenzmodulation aufbereitet, dies ist einmal erforderlich, um das extrem breite Signalfrequenzband verarbeiten zu können, zum anderen, damit die bei der Wiedergabe infolge schwankenden Band-Kopf-Kontaktes entstehende Amplitudenmodulation des Signals ohne Einfluß bleibt. Um Intermodulationen zu vermeiden, wird als Hubbereich für die Frequenzmodulation beim VCR-System ein Frequenzband von 1,2 MHz oberhalb der höchsten Videofrequenz gewählt **(Bild 14)**.

Außerhalb dieses Hubbereiches, in dem sich eine Momentanfrequenz nach Maßgabe der Videomodulation einstellt, entstehen Seitenbänder, die zur Rückgewinnung des Modulationssignals notwendig sind, und zwar wenigstens die Seitenbänder 1. Ordnung. Die höchsten Videofrequenzen treten jedoch nur im Hubbereich zwischen den dem Schwarz- und dem Weißpegel zugeordneten Frequenzen auf, während im Synchronbereich die Signalgrenzfrequenz wesentlich niedriger liegt, wenn man das Farbsynchronsignal unberücksichtigt läßt (siehe **Bild 14**). Bei Beachtung dieser Zusammenhänge erkennt man, daß die Frequenzlage des untersten Seitenbandes für die höchste Videofrequenz durch die Differenz zwischen Momentanfrequenz für den Schwarzpegel und höchster Videofrequenz bestimmt ist. Bei einer Schwarzpegel-Momentanfrequenz von 3,4 MHz und bei 2,5 MHz Videogrenzfrequenz wären also Seitenbänder unterhalb 0,9 MHz entbehrlich, das heißt, dieses Frequenzgebiet könnte anderweitig genutzt werden. Von dieser Möglichkeit wird beim VCR-System Gebrauch gemacht. Der Farbträger wird mittels einer Hilfsfrequenz von der Originalfrequenzlage 4,43 MHz auf 562,5 kHz umgesetzt und dann direkt, also ohne Umwandlung in ein FM-Signal, aufgezeichnet. Diese Direktaufzeichnung ist möglich, weil es sich einmal um ein Signal begrenzter Bandbreite handelt und zum anderen die Amplitudenschwankungen bei Wiedergabe der verhältnismäßig tiefen Frequenz, die einer aufgezeichneten Wellenlänge erheblich über der Spaltlänge des Videokopfes zugeordnet ist, noch in tragbaren Grenzen bleiben. Die bei diesem Verfahren erzielbare Bandbreite des Farbsignales von etwa 600 kHz ist für eine befriedigende Farbwiedergabe voll ausreichend.

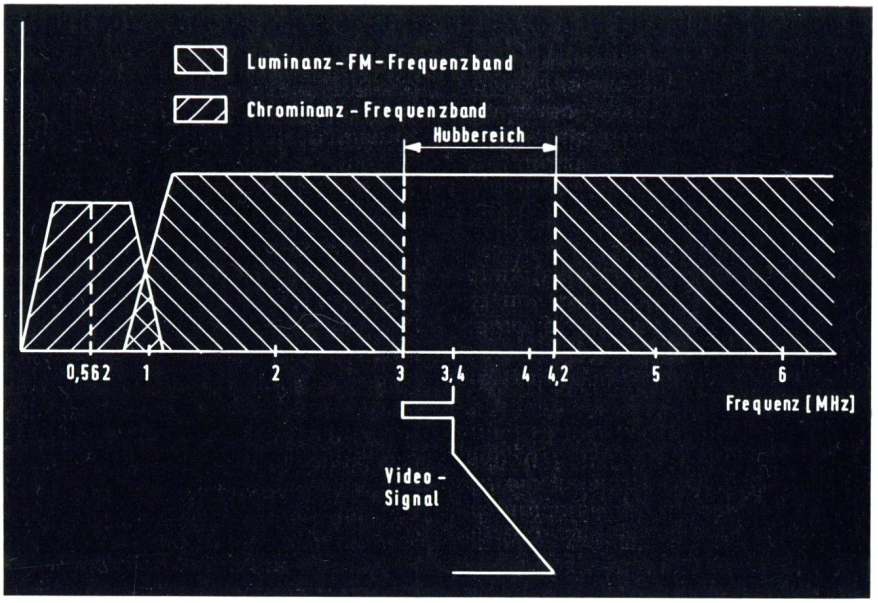


Bild 14 Frequenzbandbelegung beim VCR-System

Es entsprechen: 3 MHz = Synchronimpulspegel; 3,4 MHz = Schwarzpegel; 4,2 MHz = Weißpegel. Diese Frequenzzuordnungen der Synchron- und Helligkeitspegel des Bildinhalts bestimmen den Hubbereich des FM-Trägers. Die zusätzlich enthaltenen Videofrequenzen, die aus den mehr oder weniger schnellen Helligkeitsänderungen innerhalb der Zeilenabtastung des Bildes entstehen (bei krassen Schwarz-Weiß-Übergängen sind sie am höchsten), ergeben den gestrichelt dargestellten Seitenbandbereich beidseitig des Hubbereiches bzw. der momentanen Trägerfrequenz. (Luminanz-FM-Frequenzband. Die Farbträger-Seitenbänder liegen unterhalb dieses Bereiches beidseitig des Aufzeichnungs-Farbträgers von 562 kHz. Sie ergeben das Frequenzband des transponierten Chrominanzsignals. Dieses niederfrequente Signal wird dem hochfrequenten Videosignal überlagert, ohne daß eine gegenseitige Beeinflussung erfolgt.

Die Quadraturmodulation des Farbträgers ist beim NTSC-Verfahren und in geringerem Ausmaß auch beim PAL-Verfahren empfindlich gegenüber Phasen- und Frequenzschwankungen, die durch die Signalaufzeichnung verursacht werden. Leider ist das sonst so vorteilhafte Schrägspuraufzeichnungsverfahren mit solchen Zeitfehlern behaftet, so daß eine Farbaufzeichnung ohne zusätzliche Maßnahmen nicht möglich ist. Dies rührt daher, daß durch unvermeidliche mechanische Unvollkommenheiten gewisse statische Schwankungen der Winkelgeschwindigkeit des Kopfrades verursacht werden. Außerdem liegen die Videoaufzeichnungsspuren durch ihre starke Schräglage praktisch in Richtung des Bandvorschubs, so daß Unregelmäßigkeiten der Bandbewegung ebenfalls als Zeitfehler im Signal wirksam werden. Schließlich ist der Aufzeichnungsträger, also das Magnetband, ein elastisch und plastisch verformbares Material und kann deshalb ebenfalls Signalveränderungen hervorrufen.

Von diesen Zeitfehlern, die eine Stör-Phasenmodulation des Signals verursachen, ist aber das Farbsynchronsignal ebenso betroffen wie das Farbsignal. Da das Farbsynchronsignal die Phasenreferenz bei der Farbdemodulation liefert, sollte man annehmen, daß die Störmodulation ohne Einfluß bleibt. Leider ist dies nicht der Fall, weil die Synchronisierschaltung für die Farbträgerregeneration im Farbfernsehempfänger aus Gründen der Störsicherheit eine sehr geringe Bandbreite und eine größere Regelzeitkonstante besitzt, so daß sie den Phasenschwankungen, die sich natürlich auch als Frequenzschwankungen auswirken, nicht zu folgen vermag. Dann aber ist die Wiedergabe eines Farbbildes nicht möglich, im praktischen Versuch kommt es nur gelegentlich zur Farbsynchronisation, meistens bleibt das Bild farblos oder farbverfälscht.

Dieses Ergebnis wird verständlich,

wenn man bedenkt, daß für den Fangbereich der Farbsynchronisierschaltung von etwa ± 200 Hz eine maximale Schwankung der Relativgeschwindigkeit zwischen Videokopf und Band von $5 \cdot 10^{-5}$ zulässig wäre. Eine derart geringe Gleichlaufschwankung ist nur mit hohem Aufwand an Mechanik und Regelung erreichbar, eine Lösung, die für einen Heimrecorder nicht in Betracht kommt.

Wegen der begrenzten verfügbaren Aufzeichnungsbandbreite ist — wie bereits erläutert — ohnehin eine Umsetzung des Farbträgers in einen niedrigeren Frequenzbereich notwendig; es bietet sich daher die Möglichkeit an, bei der Rückumsetzung in die Originalfrequenzlage eine Hilfsfrequenz zu benutzen, die vom Band kommt und deshalb ebenfalls mit dem Zeitfehler behaftet ist, so daß eine Aufhebung zustandekommt. Wählt man außerdem die Differenz zwischen Hilfsfrequenz und umgesetztem Farbträger gleich der Original-Farbträgerfrequenz, dann erhält man als Mischergebnis das ursprüngliche Farbsignal ohne Zeitfehler.

Beim VCR-System wird nun diese Hilfsfrequenz aus der Zeilenfrequenz abgeleitet, und zwar wird die Summe aus 36-facher Zeilenfrequenz entsprechend 562 kHz und der Farbträgerfrequenz 4,433 MHz, also 4,995 MHz, als Hilfsfrequenz benutzt. Als umgesetzter Farbträger für die Aufzeichnung dient ebenfalls die Frequenz 562 kHz, so daß die Rückmischung mit 4,995 MHz wieder zur Original-Farbträgerfrequenz führt, der Zeitfehler jedoch eliminiert ist.

Der besondere Vorteil dieses Verfahrens ist, daß mit der Zeilenfrequenz eine Zeitfehlerreferenz gewählt wird, die ohnehin vorhanden ist und außerdem noch in einem Frequenzbereich liegt, in dem die Aufzeichnungssicherheit wegen der verhältnismäßig großen zugeordneten Wellenlänge auf dem Magnetband sehr gut ist. Voraussetzung für die Zeitfehlerbefreiung ist natürlich, daß die Vervielfachung der Zeilenfrequenz auf das 36-fache phasengetreu erfolgt, das heißt, alle Phasenschwankungen bzw. Zeitfehler des Zeilensynchronsignals müssen im Ausgangssignal des Vervielfachers enthalten sein. Dies gelingt auf dem Umweg über eine Frequenzteilung derart, daß die Hilfsfrequenz 562 kHz mit einem nachsteuerbaren Oszillator erzeugt, dann auf $^1/_{36}$ heruntergeteilt und mit der Zeilenfrequenz in der Phase verglichen wird. Die aus dem Vergleich resultierende Regelspannung steuert dann den 562-kHz-Oszillator immer exakt auf die 36-fache Zeilenfrequenz. Da bei der Wiedergabe zur Erzeugung der Hilfsfrequenz ein quarzgesteuerter Farbträgergenerator benutzt wird, ist auch die Farbträgerfrequenz im wiedergegebenen Signal quarzgenau, so daß die Empfängerschaltung einwandfrei synchronisiert. Zum besseren Verständnis ist die Verarbeitung des Farbsignals in den Blockschaltungen **(Bilder 15 und 16)** dargestellt. Die Blockschaltung des Gesamtgerätes GRUNDIG VR 2000 zeigt **Bild 17** (herausklappbare nebenstehende Seiten).

Technische Daten des GRUNDIG Video-Cassetten-Recorders VR 2000 Color

System	VCR (Video Cassette Recording)			
Videoband	12,7 mm bzw. ½ Zoll (Chromdioxydband)			
Cassette	mit konzentrisch übereinander angeordneten Bandwickeln Automatische Bandverschlußklappe. Sperre der Wickelteller (wird erst bei Einschub in den Cassettenschacht entarretiert)			
	Typ	Bandlänge	Bandstärke	Spieldauer
Cassetten-Ausführungen Bandstärke und Spieldauer	VC 30	260 m	30 µm	30 Minuten
	VC 45	390 m	22 µm	46 Minuten
	VC 60	520 m	17 µm	60 Minuten
	Aufnahmesperre bei fertig bespielten Programm-Cassetten			
Cassetten-Abmessungen	126 x 145 x 41 mm			
Gewicht der Cassette	400 g (bei vollem Bandwickel)			
Kopftrommel	105 mm Durchmesser			
Zahl der Videoköpfe	2; Kopfrad in Richtung des Bandvorschubs drehend			
Bandumschlingungswinkel der Kopftrommel	180°			
Bandtransportgeschwindigkeit	14,29 cm/sec			
Schreib- und Abtastgeschwindigkeit der Videospuren	8,1 m/sec Relativgeschwindigkeit (Schreibgeschwindigkeit der Videoköpfe abzüglich Bandtransportgeschwindigkeit)			
Breite der Videospuren	0,13 mm			
Zwischenräume	0,057 mm			
Videospurlänge	162 mm			
Tonspuren (Audio) (getrennt bespielbar)	2 (an den Bandrändern außerhalb des Videoaufzeichnungsbereiches)			
Breite der Tonspuren	je 0,7 mm			
25-Hz-Steuerspur	0,3 mm in der oberen Randzone des Videoaufzeichnungsbereiches			
Servoeinrichtungen	für Kopftrommel und Bandtransportgeschwindigkeit			
Köpfe	1 Kombi-Löschkopf (getrennte Löschsysteme für die beiden Tonspuren) 1 Kombikopf für Tonspur I, Tonspur II und Synchronspur (Aufnahme und Wiedergabe) 2 Videoköpfe (Ferrit)			
Horizontalauflösung	> 2,7 MHz			
Signal-Störabstand	> 40 dB (Video)			
Fernseh-Empfangsteil	Allbereich-Diodentuner mit automatischer Feinabstimmung 4 Programmtasten			
Ausgang	Einstellbar auf die Kanäle 32 . . . 42			
Tonaufzeichnung	abschaltbare Aussteuerungsautomatik Tonband-Normbuchse für Mikrofon, Mischpult, Verstärker etc. Misckpult, Verstärker etc.			
Abmessungen	615 x 130 x 305 mm			
Gewicht	ca. 14 kg			

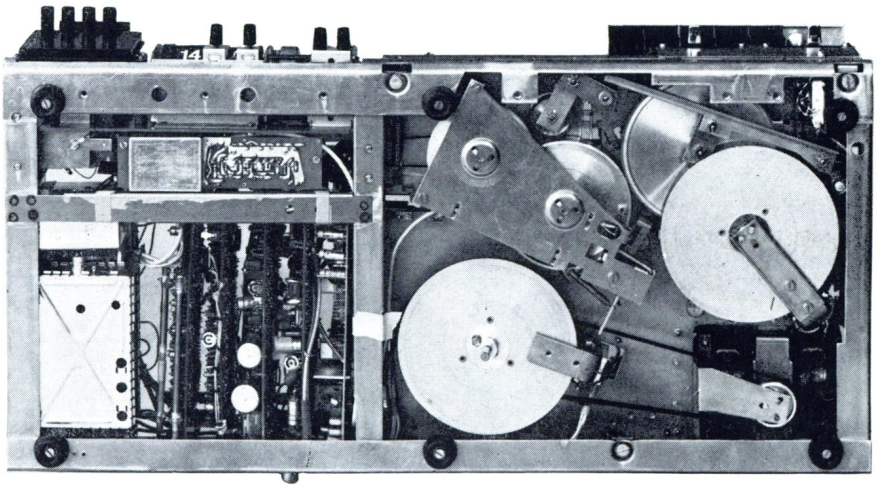


Bild 18 Unteransicht des GRUNDIG Video-Cassetten-Recorders VR 2000

Blockschaltbilder VR 2000

VON DER ANTENNE
ZUM FERNSEHEMPFANGER
62 Ω
VHF/UHF EMPFANGSTEIL
UHF VIDEO-AUDIO MODULATOR
MISCHSTUFE 4,99 MHZ - 4,433 MHZ
MISCHSTUFE 4,433 MHZ + 0,562 MHZ
0,562 MHZ OSZILLATOR
GEREGELTER QUARZOSZILLATOR 4,433 MHZ
TEILER 36:1
PHASENVERGLEICH UND REGELVERSTÄRKER
ADDIERSTUFE LUMINANZ + CHROMA
AUTOMATISCH GEREGELTER CHROMA-VERSTÄRK. + BURST AUFT.
AMPLITUDENSIEB H+V IMPULS ABTR.
TIEFPASS FÜR FARBE + VERZÖGERUNG
TIEFPASS S/W
CRISPENING-SCHALTUNG
CHROMA BANDPASS + 5,5 MHZ SPERRE
UMSCHALTER FARBE - SCHWARZ WEISS
AUTOMATISCH GEREGELTER LUMINANZ-VERSTÄRKER
TIEFPASS UND VERZÖGERUNG
KLEMMUNG + FM-MODULATOR
BEGRENZER UND DEMODULATOR
MISCHSTUFE 4,99 MHZ - 0,562 MHZ
FM + CHROMA AUFSPRECH-VERSTÄRKER
VORVERSTÄRKER + FREQUENZGANGKOMP.
CHROMA VERSTÄRKER
LUMINANZ
CHROMA
VIDEOKÖPFE
NETZTRAFO
50 HZ BEGRENZER
TEILER 2:1 (25 HZ)
SYNCHRON-KOPF
REGELNETZTEIL
BANDENTSPANNUNG
BREMSENDSTUFE KOPFSERVO
PHASENVERGLEICH
TRAPEZFORMER
TRAPEZFORMER
SPURREGLER
SYNCHRON-VERSTÄRKER
PHASENVERGLEICH
BREMSENDSTUFE BANDSERVO
LAGENGEBER BANDSERVO
LAGENGEBER KOPFSERVO
MIKROFON-VORVERSTÄRKER
AUFN.-WIEDERG. VERSTÄRKER
REGEL-AUTOMATIK
AUTOM.
HAND
LÖSCHOSZILLATOR
TONSPUR I
TONSPUR II
VIDEO
TON I
TON II

Bild 17: Blockschaltung des VR 2000 Color

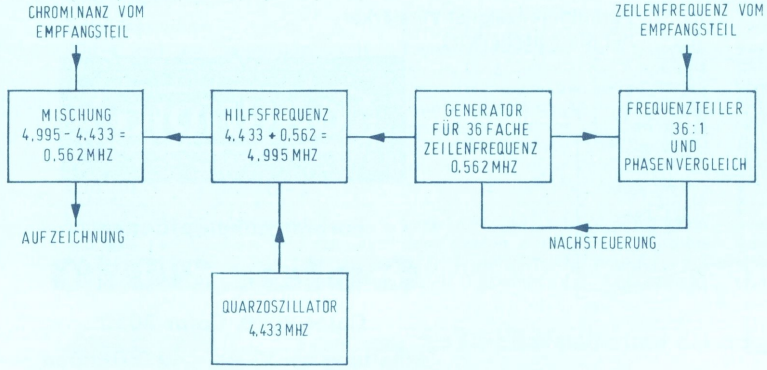


Bild 15: Verarbeitung des Chrominanzsignals bei Aufnahme

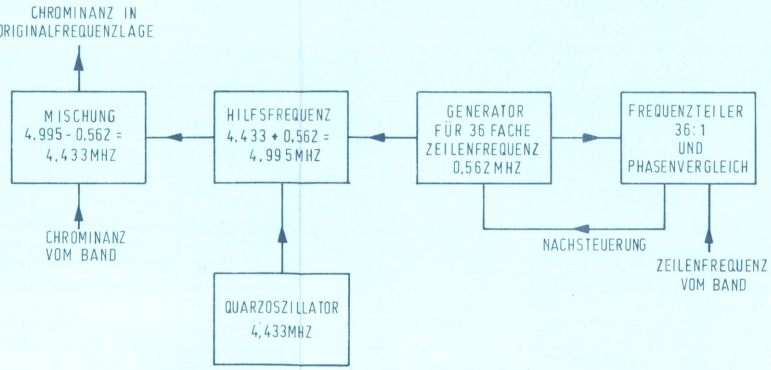
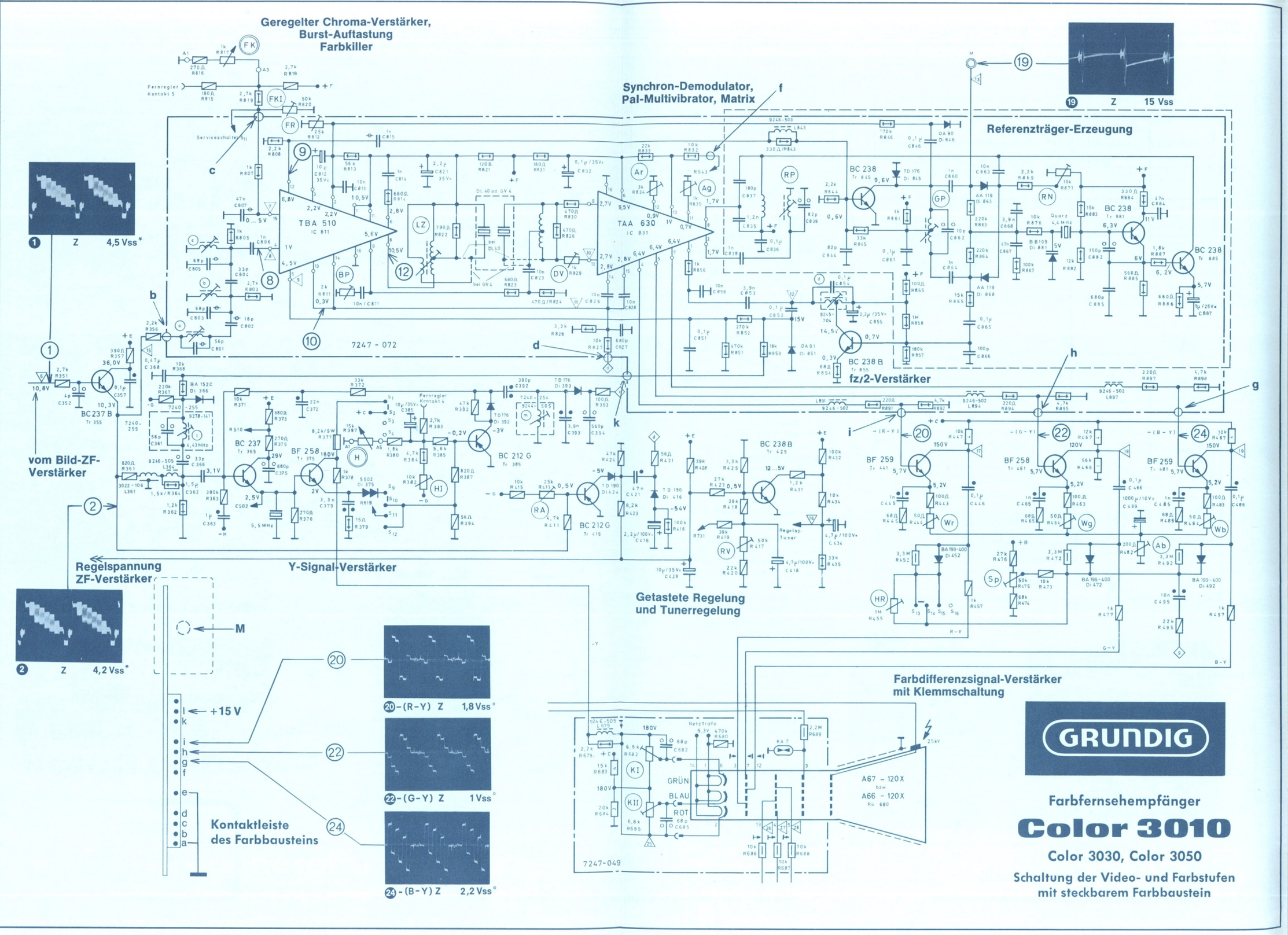


Bild 16: Verarbeitung des Chrominanzsignals bei Wiedergabe

GRUNDIG

Video-Cassetten-Recorder
VR 2000 Color

VCR
VIDEO CASSETTE RECORDING



GRUNDIG

Farbfernsehempfänger

Color 3010

Color 3030, Color 3050

Schaltung der Video- und Farbstufen mit steckbarem Farbbaustein

W. KÖNIG

Steckbarer Farbbaustein mit zwei integrierten Schaltungen

Beginn einer neuen Servicetechnik

Die neue integrierte Schaltung TBA 510 von der Firma Valvo erlaubte es zusammen mit der schon bekannten TAA 630 einen Farbdecoder zu entwickeln, der in den Abmessungen etwa um ein Drittel kleiner ist als sein Vorgänger. Außerdem sind die automatische Farbkontrastregelung und die Farbsynchronsignal-Austastung des Chromaverstärkers, die vorher auf dem Grundchassis plaziert waren, jetzt ebenfalls auf dem Farbbaustein untergebracht. Somit ist, abgesehen von den drei Endverstärkerstufen für die Differenzsignale B-Y, R-Y und G-Y, der **komplette Farbteil** auf dieser Einheit konzentriert.

Der Baustein kommt erstmals bei den Geräten Color 3010, 3030, 3050 zum Einsatz, die das bewährte Senkrecht-Klappchassis und im wesentlichen die Schaltung der Geräte Color 2000 und 3000 aufweisen.

Aus Gründen der Servicefreundlichkeit wurde der Farbbaustein als Steckeinheit **(Bild 1)** entwickelt. Er läßt sich bei Servicearbeiten auch auf der Lötseite des Grundchassis anstecken, da die Kontaktstifte auf beiden Seiten herausragen.

Bei herausgenommenem Farbbaustein kann das Farbfernsehgerät in schwarz / weiß weiterbetrieben werden. Das ist sehr nützlich für Reparaturen beim Kunden; der Techniker kann den defekten Decoder zur Reparatur mit in die Werkstatt nehmen, währenddessen der Kunde sein Gerät wenigstens für Schwarz/Weiß-Betrieb behalten kann.

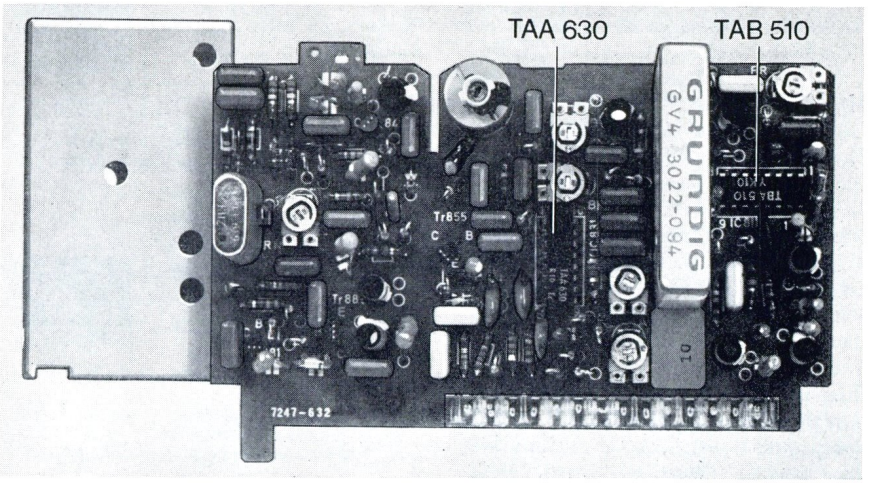


Bild 1 **GRUNDIG Steckbarer Farbbaustein**
(Die rechte IS muß richtig TBA 510 heißen)

Schaltungstechnik

Bild 2 (auf den herausklappbaren Seiten) zeigt die Gesamtschaltung des Farbbausteins mit den angrenzenden Stufen. **Bild 3** gibt die Innenschaltung der TBA 510 wieder, **Bild 4** die der TAA 630 mit einer Unterteilung nach Funktionsstufen. Über R 356 (2,2 kΩ) wird das FBAS-Signal zugeführt, das im Y-Signalverstärker am Emitter des Transistors Tr. 355 ausgekoppelt wird. Auf dem Farbbaustein wird das Signal zunächst durch den Sperrkreis (a) von Tonträgerresten 5,5 MHz befreit, und anschließend sorgt das Bandfilter mit den Abgleichpositionen (b) und (c) für eine Trennung des Chromasignals von dem Y-Signal.

Bild 5 gibt die Durchlaßcharakteristik der Siebschaltung wieder bei niederohmiger (60 Ω)-Einspeisung des Wobbelsignals vor R 356 und Abnahme hinter C 806. Eine Kontrolle des Frequenzganges kann bei ausgeschaltetem Gerät erfolgen. Über C 806 (1 nF) wird das Farbartsignal (4,4 MHz) an den Eingang (Stift 4) der integrierten Schaltung TBA 510 gebracht. Bevor das Signal über die Stifte 8 und 9 verstärkt an die Pal-Aufspaltstufe gegeben wird, sorgt in der IS eine automatische Farbkontrastregelung für konstanten Pegel.

Das Eingangssignal an Stift 4 kann bekanntlich durch Verstimmung des Tuneroszillators oder beim Umschalten der Programme in der Amplitude stark schwanken. Die nötige Regelspannung wird aus dem Burstsignal gewonnen und über Stift 2 an die IS geführt. Die Einstellung des Regeleinsatzes erfolgt über den Regler FR, mit dem an dem Meßpunkt 13 des Burstphasenvergleichs 15 V_{ss}-Signal eingestellt wird. Der Meßpunkt ist an dem Zapfen oberhalb des Bechers leicht zugänglich. Die Regelzeitkonstante bestimmt der Kondensator

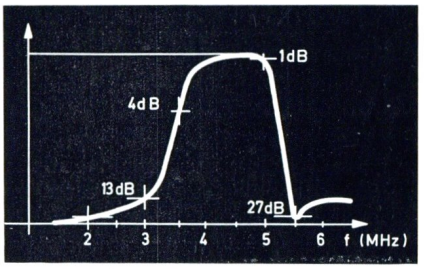


Bild 5 **Filterkurve (Trennung des Chromsignals vom Y-Signal)**

C 812 (10 μF), der zwischen Stift 3 und Stift 2 liegt. Er blockt die beiden Basen eines Differenzverstärkers innerhalb der IS gegeneinander ab. Neben der automatischen Farbkontrast-Regelung erfolgt ebenfalls die von Hand zu bedienende Einstellung über die IS. Abhängig von der Gleichspannung, die an Stift 15 steht, ändert sich der Farbkontrast. Der Regelbereich bewegt sich zwischen 2 V und ca. 4,5 V Gleichspannung an Stift 15. Es bedeuten 2 V minimalen und 4,5 V maximalen Farbkontrast.

An Stift 13 und 14 steht ein negativer Zeilenimpuls von 4 V_{ss}. Er dient einmal dazu über Stift 14 den Burst aus dem Farbartsignal auszutasten, und zum zweiten als Ansteuerung für die Torschaltung des internen Burstverstärkers, der das Farbsynchronsignal von dem Chromasignal trennt und

Bild 2. Schaltung des Farbbausteins und der angeschlossenen Stufen

verstärkt. Das so isolierte Burstsignal wird an Stift 12 niederohmig (interner Emitterfolger) entnommen und über C 815 und das Phasendrehglied L 843 / R 843 an den externen Burstendverstärker Tr. 845 gebracht. Auf 15 V_{ss} (durch Fr eingestellt) verstärkt, erzeugt der Kollektorkreis mit der Abgleichposition GP zwei gegenphasige Burstsignalspannungen, die an den Phasenvergleichsdioden AA 119 liegen. Als Vergleichsgröße steht an den Gegenseiten der beiden Dioden der Referenzträger, der vom Quarzoszillator Tr. 881 und dem sich anschließenden Verstärker Tr. 885 kommt. Die am Phasenvergleich entstehende Regelspannung wird über eine Siebschaltung C 868 und C 867 / R 867 direkt an die Kapazitätsdiode BB 109 geführt, die ihrerseits den Quarzoszillator in Frequenz und Phase nachsteuert. Auf einen Regelspannungsverstärker konnte gegenüber früheren Schaltungen verzichtet werden, weil die Kapazitätsdiode BB 109 einen größeren Kapazitätshub als die früher verwendete BA 102 hat. Zur Einstellung der Nullfrequenz dient der Regler RN. Er bestimmt die Grundgleichspannung der Kapazitätsdiode, zu der sich die Regelspannung addiert, die ihrerseits von der Frequenzabweichung zwischen Sender- und Oszillator abhängt.

Neben der Synchronisation des Quarzoszillators erfüllt das Burstsignal noch zwei weitere Aufgaben.

Mit Hilfe der Diode Di 846 wird die Regelspannung für die automatische Farbartregelung gewonnen, die wie schon erwähnt der TBA 510 über Stift 2 zugeführt wird. Die Richtung der Regelspannung ist negativ, d. h. bei steigendem Burstsignal sinkt die Regelspannung (siehe Polarität der Diode Di 846). Die an Stift 2 erforderliche Grundgleichspannung von ca. 2 V wird über R 813 (56 kΩ) zugeführt.

Die dritte Aufgabe des Burstsignals ist die Erzeugung der halbzeilenfrequenten Sägezahnspannung am Phasenvergleich. Durch die senderseitige 90°-Umschaltung des Burstsignals von Zeile zu Zeile entsteht an

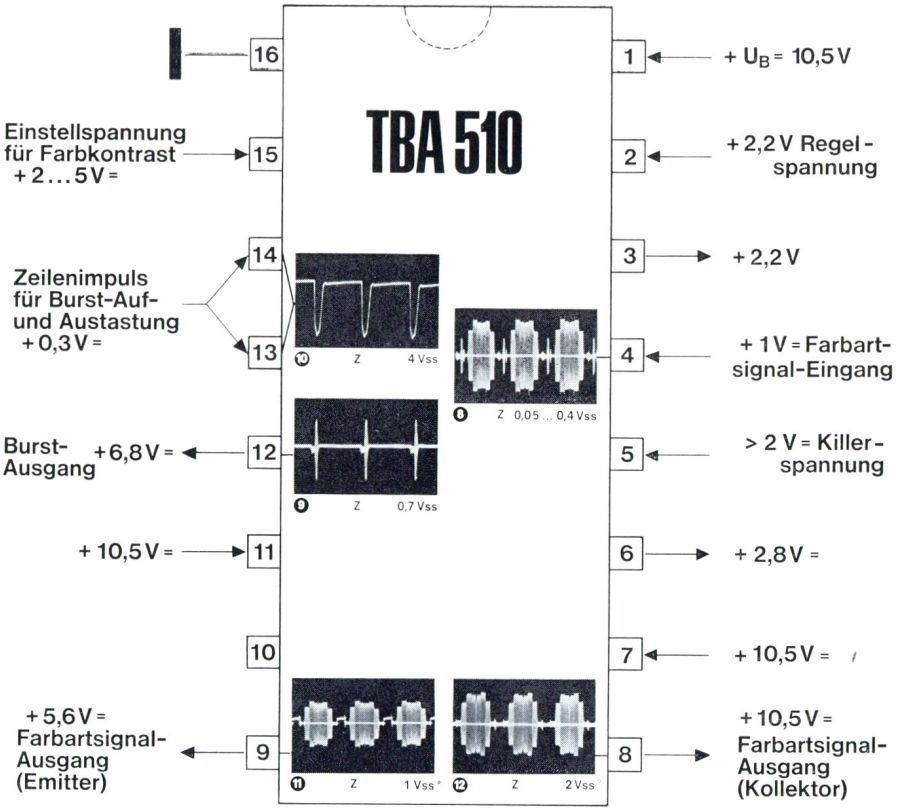


Bild 5 Meßdaten und Oszillogramme an der TBA 510. Die Meßwerte gelten für das Farb-Testbild. (Blick auf die Lötseite)
Die Meßdaten und Oszillogramme der IS TAA 630 brachten wir bereits im Heft 2/1970, Seite 710

der Kathode der Diode Di 868 ein Sägezahn mit halber Zeilenfrequenz.

Er wird dazu benutzt, über den Verstärker Tr. 855 und den Selektivkreis (d) eine sinusförmige Spannung von 25 V_{ss} zu gewinnen.

Der Sinus entsteht durch Aussiebung der Grundwelle aus dem Sägezahn. Nach Gleichrichtung über die Diode Di 851 wird eine Gleichspanung gewonnen, die den Killer in der integrierten Schaltung TBA 510 steuert.

Die Gleichspannung liegt an Stift 5 und öffnet den Farbartverstärker sobald sie über ca. 2 V ansteigt. Bei Schwarz-Weiß-Sendungen fehlt das Burstsignal und damit auch der halbzeilenfrequente Sinus. Die Gleichspannung sinkt dann unter 2 V ab und der Farbartverstärker wird gesperrt.

Zur weiteren Verarbeitung des Farbartsignals in der Pal-Aufspaltstufe wurde eine in den Abmessungen kleinere Laufzeitleitung GV 4 entwickelt. Sie enthält den gleichen Glaskörper wie die bekannte GV 3, hat aber keine eingegossenen Wandlerspulen mehr. Die Spulen befinden sich außerhalb der Leitung, wobei die Ausgangsspule als Festspule nicht abgeglichen wird, und die Eingangsspule LZ zum Einstellen der exakten Laufzeit dient.

Das für die Aufspaltung erforderliche direkte Signal wird an Stift 9 entnommen und über R 823 / R 824 geteilt der Mittelanzapfung der Ausgangswandlerspule zugeführt. An den beiden Spulenenden entstehen einmal die Summe aus verzögertem und direktem Signal (Fu) und einmal die Differenz ($\pm$ F_v).

Der Einstellregler BP dient als Betragsregler für den Pal-Abgleich. Er legt die dynamische Gegenkopplung des Chroma-Ausgangstransistors in der TBA 510 fest und damit seine Verstärkung. Bei annähernd konstantem direkten Signal an seinem Ermitter (Stift 9) ändert sich beim Betätigen des Reglers nur die Farbträgeramplitude am Kollektor. Es ist also durch den Regler BP die Amplitude des verzögerten Farbartsignals einstellbar, was dazu führt, daß Dämpfungsstreuungen der Laufzeitleitung beim Pal-Abgleich automatisch ausgeglichen werden.

Die TAA 630 enthält die beiden Synchrondemodulatoren für B-Y und R-Y, die durch die in der entsprechen-

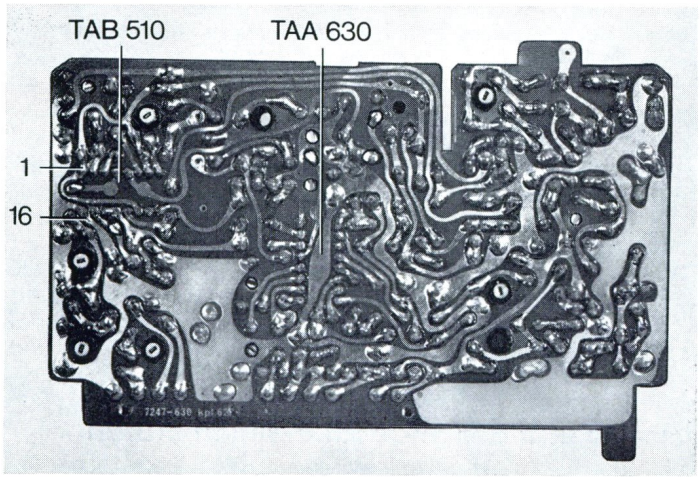


Bild 6 Rückansicht des steckbaren GRUNDIG Farbbausteins (Es muß richtig TBA 510 heißen)

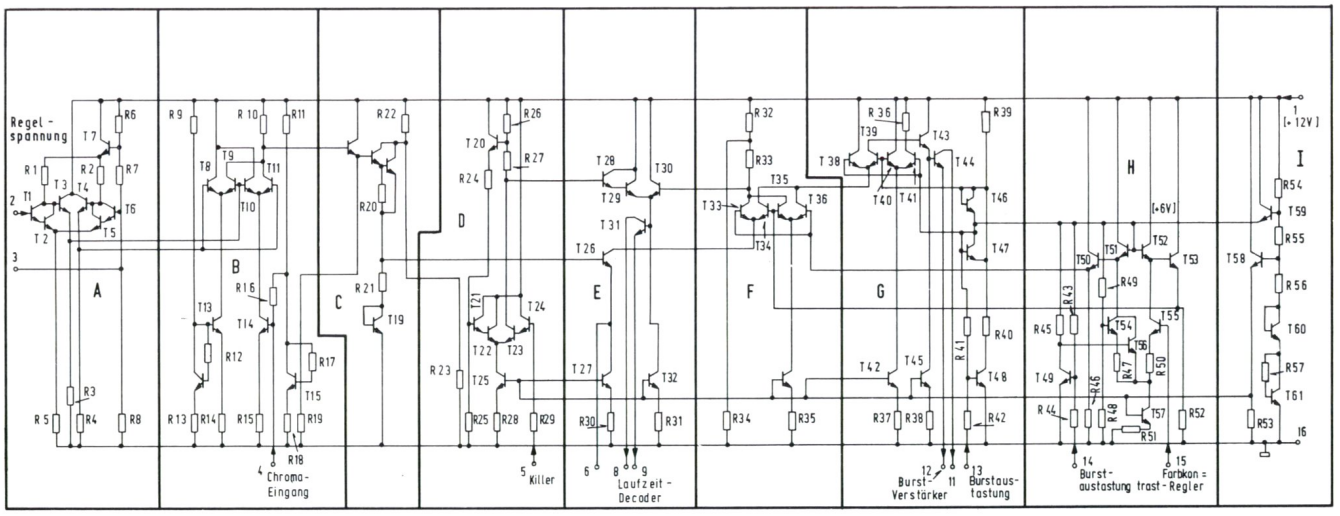


Bild 3 Innenschaltung der TBA 510. Sie enthält 61 Transistoren

TBA 510	TAA 630
A = Regelspannungs-Verstärker	A = Begrenzer des Referenzträgers für B-Y
B = Regelstufe für automatische FK-Regelung	B = (B-Y)-Synchron-demodulator
C = Zwischenverstärker für das Chroma-Signal	C = (G-Y)-Matrix und Treiber für die Differenzsignale
D = Schmidt-Trigger für Killerschaltung	D = (R-Y)-Synchron-demodulator
E = Killer und Treiber für Laufzeitdecoder	E = Begrenzer des Referenzträgers für R-Y
F = Regelstufe für Farbkontrast-Einsteller	F = Pal-Schalter
G = Torschaltung und Burstverstärker	G = Identifikationsstufe für den Multivibrator
H = Burstaustastung und Farbkontrast-Einstell-Schaltung	H = Multivibrator
I = Stabilisierungsschaltung	I = Killerschaltung (bei GRUNDIG nicht verwendet)
	K = Stabilisierungsschaltung

Bedeutung der einzelnen Stufen der TBA 510 und TAA 630

den Phase angeordneten Referenzträger über Stift 8 und 2 gesteuert werden, weiterhin die Treiber für die Differenzsignale neben der (G-Y)-Matrix und den Pal-Multivibrator.

Die Multivibratoransteuerung erfolgt über die Kondensatoren C 826 und C 828 durch einen 4 V_{SS} großen Zeilenrückschlagimpuls. Seine Identifikation, d. h. das Schwingen mit richtiger Phasenlage garantiert die halbzeilenfrequente Sinusspannung, die an Stift 1 geführt wird.

Die TAA 630 enthält ebenfalls eine Killerschaltung, die hier wie im alten Farbbaustein nicht für ihre Bestimmung genutzt wird, da sie bei Schwarz-Weiß-Betrieb die drei Farbdifferenz-Signal-Endverstärker vollen Strom ziehen läßt, was sich auf die nachfolgende Klemmschaltung mit Niveauverschiebung und damit durch Farbverfälschungen auf dem Bildschirm auswirkt.

In der vorliegenden Schaltung ist dagegen der Killereingang der TAA 630 für eine sehr wirksame Bildrücklaufaustastung genutzt worden. Über R 832 liegt ein negativer Bildimpuls an Stift 10, der in der IS begrenzt wird und an den drei Ausgängen 4, 5 und 7 für die Differenzsignale sauber begrenzte positive Bildaustastlücken erzeugt, die nach Drehung durch die Farbendstufen die Wehneltzylinder der Bildröhre dunkeltasten. Wenn also der Farbbaustein aus dem Gerät entfernt wird, entfällt damit automatisch die Bildrücklaufaustastung, was bei vorübergehendem Schwarz-Weiß-Betrieb aber nicht störend sein muß. **Bild 5** zeigt die Meßdaten und Oszillogramme an den Kontakten der IS TBA 510, **Bild 6** zeigt die Anordnung der beiden integrierten Schaltungen und die Lage der Anschlußpunkte auf der Lötseite des Farbbausteins.

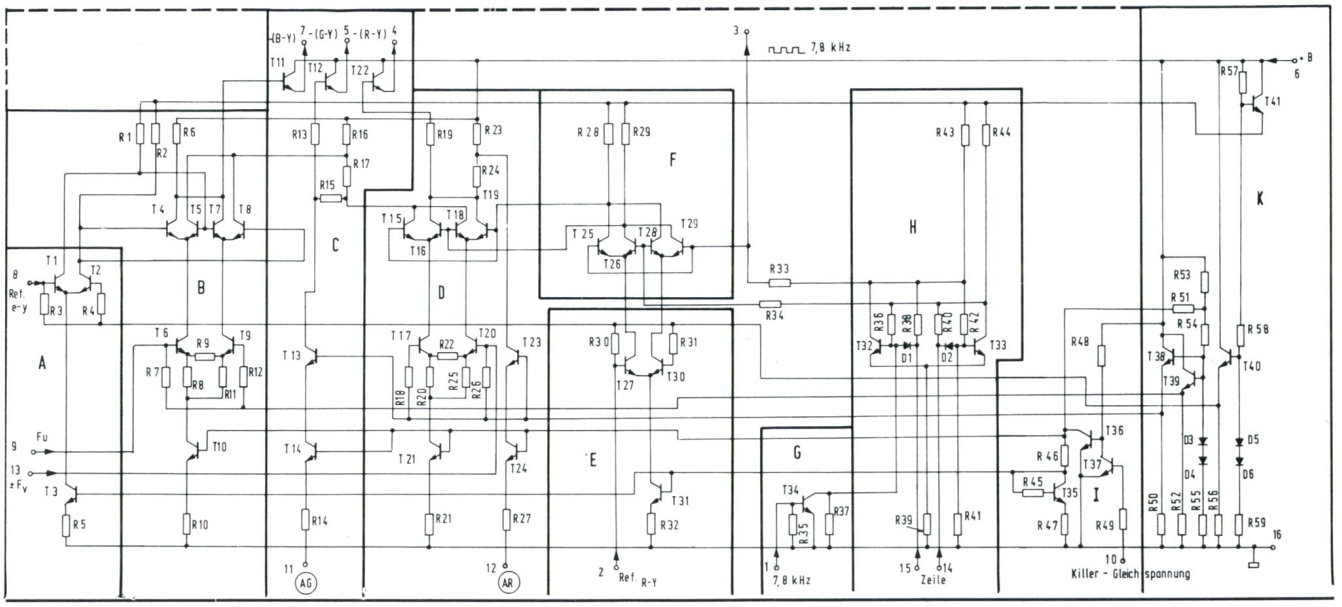


Bild 4 Innenschaltung der TAA 630. Sie enthält 39 Transistoren

Das GRUNDIG Videorecorder-System

BK 300
BK 200
BK 201

GRUNDIG Videorecorder BK 201 mit elektronischem Schnitt zur Produktion und Gestaltung kompletter Programme

Als Parallelgeräte zum professionellen GRUNDIG Videorecorder BK 200 wurden die Geräte BK 300 und BK 201 herausgebracht. Beim Videorecorder BK 300 handelt es sich um ein vereinfachtes Modell, mit Fernbedienung für Aufnahme, Wiedergabe, Stop, Vorlauf und Rücklauf. Der günstige Preis läßt auch den Einsatz für eine Reihe semiprofessioneller Anwendungen zu, bei denen bisher die Qualität kleinerer Geräte nicht ausreichte. Es ist, da völlige Übereinstimmung mit dem System gegeben ist, ein Zusammenarbeiten mit den größeren Geräten BK 200 und BK 201 möglich (und natürlich ebenfalls mit den professionellen Videorecordern Philips LDL 8700 und Siemens Sirecord X). Für spezielle professionelle Zwecke wurde der GRUNDIG Videorecorder BK 201 geschaffen. Er weist die Möglichkeit des elektronischen Schnitts auf und ist zur Produktion und Gestaltung von kompletten Programmen unentbehrlich. In ein bespieltes Band können neue Abschnitte störungsfrei elektronisch eingesetzt werden. Einzeln aufgenommene Szenen lassen sich zu fertigen Programmen zusammenstellen. Dieses wird durch rotierende Löschköpfe auf dem Kopfrad erreicht, die für eine spurgenaue Löschung bei der Aufnahme sorgen.

In einem der nächsten Hefte werden wir ausführlich diese interessante Technik beschreiben.

Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über die wichtigsten Unterschiede zwischen den drei GRUNDIG Videorecordern BK 300, BK 200 und BK 201. Die Grundschaltungen und der mechanische Aufbau entsprechen dem BK 200, so daß der nachfolgende Beitrag in nahezu allen Punkten auch für die Geräte BK 300 und BK 201 gilt. Das betrifft vor allem die Normung der Aufzeichnungsdaten (Zweikopfsystem, Kopftrommeldurchmesser, Bandtransportgeschwindigkeit, Video-Schreibgeschwindigkeit, Spurlage und Anordnung der Köpfe).

Diese Daten sind im nachstehenden Beitrag ausführlich dargestellt. Eine Normung auf dem Gebiet der Videorecorder für professionelle bzw. kommerzielle Anwendungen ist genauso erstrebenswert, wie die jetzt erfolgte einheitliche Übernahme des VCR-Video-Cassetten-Systems durch eine Reihe führender Hersteller. Gerade durch die große Verbreitung des VCR-Systems ist eine Normung auch für die Programm-Produktion ein Gebot der Stunde.

	BK 300	BK 200	BK 201
Bedienung	Drucktasten	Leuchtdrucktasten	Leuchtdrucktasten
Anzahl der Tonkanäle	1 Kanal umschaltbar Spur 1 oder 2	2 Kanäle für Stereobetrieb geeignet	2 Kanäle für Stereobetrieb geeignet
Nachvertonung	beide Spuren	beide Spuren	beide Spuren
Fernbedienung	Aufnahme, Wiedergabe, Stop, Vorlauf, Rücklauf	mit Zählwerk für alle Funktionen einschließlich Standbild und Zeitlupe	mit Zählwerk für alle Funktionen einschließlich Standbild und Zeitlupe
Anzahl der Fernbedienungen	eine	beliebig	beliebig
Standbild	ja	ja	ja
Zeitlupe vorwärts	ja	ja	ja
rückwärts	nein	ja	ja
Elektronischer Schnitt	nein	nein	ja

Mit dem GRUNDIG Videorecorder BK 200 sind auch die professionellen Videorecorder Philips LDL 8700 und Siemens Sirecord X in allen wichtigen Daten identisch.

Videorecorder BK 200

Das Fernseh-Aufzeichnungsgerät für professionelle und semiprofessionelle Anwendungen in Schwarz-Weiß und Farbe

Die im Heft 3/1970 begonnene Beitragsreihe über den professionellen GRUNDIG Videorecorder BK 200 wird nachstehend mit der Beschreibung der Technik der Kopftrommel und des Kopfrades sowie des Spurschemas fortgesetzt (Teil 3).

Der daran anschließende 4. Teil behandelt das Videosignal, die Videosignal-Aufzeichnung und -Wiedergabe.

3. Teil

H. BRAUNS

Kopftrommel und Spurbild des BK 200

Dimensionierung

Bei dem im BK 200 angewandten Zweikopfsystem wird die Kopftrommel in einem Winkel von etwas mehr als 180° vom Videoband umschlungen **(Bild 42)**. Innerhalb der Kopftrommel, die zur Bandführung für die Videoaufzeichnung bzw.. Abtastung dient, läuft das Kopfrad, auf welchem die beiden Videoköpfe um exakt 180° versetzt, auf gleicher Ebene angeordnet sind. Jeder Kopf schreibt abwechselnd ein Zeilensprung-Teilbild in einer Zeit von 1/50 sec. Somit beträgt die Drehzahl des Kopfrades 25 U/sec = 1500 U/Min. Die Umschaltung der Köpfe geschieht kurz vor dem Bildsynchronimpuls mit einer Zeit von weniger als 1 µs synchron mit der Stellung des Kopfrades. Über das im vorigen Heft ausführlich beschriebene Servosystem wird erreicht, daß der Anfang der Aufzeichnungszeile jeweils mit dem Bildwechsel-Synchronimpuls des Fernsehsignals übereinstimmt.

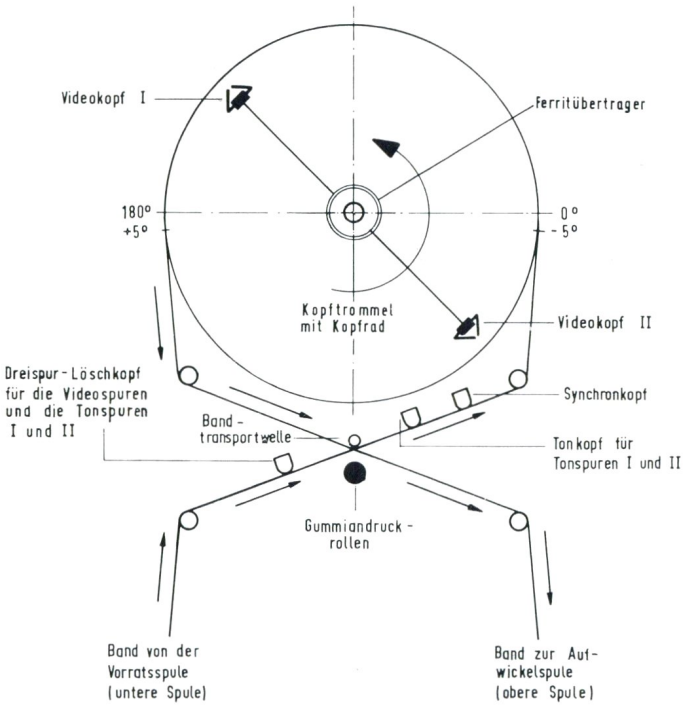


Bild 42
Prinzipschema des Kopfrades und der 190°-Kopftrommel-Bandumschlingung

Als Vorteil des Zweikopfsystems gegenüber dem Einkopfsystem ist vor allem der nahezu nur die Hälfte betragende Umschlingungswinkel zu nennen, der eine wesentlich geringere Reibung des Bandes an der Trommel bietet, was sich vor allem beim schnellen Rangieren des Bandes günstig bemerkbar macht. Der Bandzug-Unterschied zwischen Anfang und Ende der Trommelumschlingung wird gegenüber einer Vollumschlingung (Einkopfsystem) erheblich kleiner.
Außerdem ergibt sich beim Zweikopfsystem mit Spurüberlappung und elektronischer Umschaltung der beiden Videoköpfe bei Wiedergabe (im BK 200 angewandt) eine lückenlose Signalaufzeichnung, wie sie bei Spezialanwendungen, z. B. in der Flugsicherung für die Aufzeichnung von Radarbildern, wichtig ist.
Ein weiterer Vorteil des Zweikopfsystems besteht darin, daß die obere Hälfte der Kopftrommel mit außen angeordneten Halterungen sehr stabil befestigt werden kann, ohne daß dadurch ein Eintädeln des Bandes notwendig ist.

Gegenüber Einkopfsystemen (mit ca. 360°-Umschlingung) erfordert das Zweikopfsystem mit ca. 180°-Umschlingungswinkel einen doppelt so großen Trommeldurchmesser. Da der GRUNDIG Videorecorder von vornherein für hochwertige Farbaufzeichnungen konzipiert wurde, also eine große Frequenzbandbreite erfordert, wurden die Bandspulen übereinander angeordnet. Dieses Prinzip läßt einen großen Kopftrommeldurchmesser zu und kommt dem erforderlichen Schräglauf des Bandes an der Kopftrommel günstig entgegen. Mit der doppelstöckigen Spulenanordnung konnten bei einem optimalen Kopftrommeldurchmesser und sehr langer Spieldauer trotzdem recht handliche Abmessungen des Gerätes erreicht werden. Dieses Grundprinzip findet auch bei dem neuen GRUNDIG Video-Cassetten-Recorder VR 2000 (System VCR) Anwendung.

Schreibgeschwindigkeit der Videoköpfe

Von einem professionellen Video-Aufzeichnungsgerät wird eine besonders hohe Auflösung, also Bildschärfe, verlangt. Der Videofrequenzgang soll bis nahe an 5 MHz heranreichen. Diese Frequenzgrenze bestimmt neben der Kopfspaltbreite und der Güte des verwendeten Videobandes in erster Linie die Schreibgeschwindigkeit der Videoköpfe und somit den Durchmesser der Kopftrommel. Für einen hohen Signal/Störabstand (bei professionellen Geräten 50 dB) ist außerdem eine ausreichende Breite der Videospuren (Spaltlänge der Videoköpfe) erforderlich. Daraus wird im wesent-

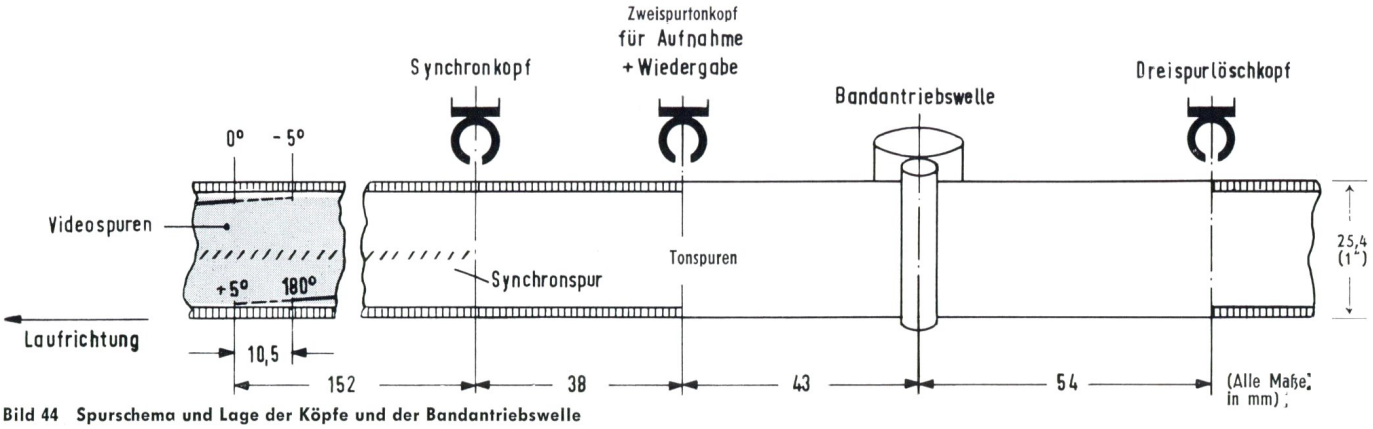


Bild 44 Spurschema und Lage der Köpfe und der Bandantriebswelle

lichen die Bandtransportgeschwindigkeit abgeleitet. Bei der Festlegung der Daten der Kopftrommel und der Bandtransportgeschwindigkeit wird folgendermaßen vorgegangen:

Die Spaltlänge*) der Videoköpfe beträgt unter Berücksichtigung einer hohen Grenzwellenlänge und eines guten Signal-Störabstandes ca. 1 µm (= 1/1000 mm). Spaltlängen dieser Dimension lassen sich auch fertigungstechnisch beherrschen. Unter Berücksichtigung einer für eine hochwertige Farb-Videoaufzeichnung und vor allem Abtastung notwendigen hohen Signalspannung wird mit einem Spalt von 1 µm Länge eine Grenzwellenlänge von ca. 1,9 µm erreicht. Um die Schreibgeschwindigkeit errechnen zu können, muß die oberste aufzuzeichnende Frequenz festgelegt werden. Der GRUNDIG Videorecorder BK 200 arbeitet, wie nahezu alle Videorecorder, nicht mit der direkten Aufzeichnung des Videofrequenzbandes, sondern mit einem Frequenzmodulationssystem. Bei diesem Verfahren werden einem höherfrequenten Träger die Videofrequenzen aufmoduliert. Der FM-Träger liegt oberhalb der höchsten Videofrequenzen bei 7 MHz. Wie bei jedem Modulationssystem, entstehen auch beim FM-Verfahren Seitenbänder. Je nach zu erreichender Qualität der Bildauflösung müssen sie mehr oder weniger gut mit aufgezeichnet und abgetastet werden. Während das untere Seitenband voll zu übertragen ist, kann beim oberen Seitenband ein gewisser Abfall zugelassen werden, wie der nachfolgende Beitrag noch ausführlich zeigt. Die Dimensionierung der Kopftrommel des GRUNDIG Videorecorders BK 200 wurde vorausschauend derart auf die Übertragung des oberen Seitenbandes abgestimmt, um auch den bei Farbaufzeichnungen erforderlichen Anforderungen gerecht zu werden. Dabei muß von einer oberen Grenztrequenz von ca. 10 MHz ausgegangen werden. Bei der schon erwähnten, von der Kopfspaltlänge abhängigen Grenzwellenlänge von ca. 1,9 µm läßt sich die erforderliche Schreibgeschwindigkeit nach der Formel

$$v_V = f_{max} \cdot \lambda \quad \text{bestimmen.}$$

V_V = Schreibgeschwindigkeit der Videoköpfe; f_{max} = Grenzfrequenz des FM-Verfahrens; λ = von der Spaltbreite der Videoköpfe abhängige Grenzwellenlänge; die Größenordnungen Mega bei f und Mikro bei λ heben sich auf.

Für f_{max} = 10 MHz und λ = 1,9 µm ergibt sich also eine Schreibgeschwindigkeit

$$v_V = 10 \cdot 1{,}9 = \underline{19 \text{ m/sec.}}$$

Die genaue Geschwindigkeit hängt von weiteren Feinheiten sowie von der Breite und Länge der schräggeschriebenen Videospuren ab, die jedoch bei der groben Bestimmung der Geschwindigkeit und somit des Kopftrommeldurchmessers noch nicht berücksichtigt zu werden brauchen. Ebenfalls braucht die Vorschubgeschwindigkeit des Videobandes in diese überschlägige Berechnung noch nicht einbezogen zu werden, denn diese beträgt mit ca. 20 cm/s nur ca. 1/100 der Videokopf-Schreibgeschwindigkeit, fällt also nicht ins Gewicht.

Kopftrommel-Durchmesser

Der Durchmesser der Kopftrommel ergibt sich nach der Formel

$$D = \frac{v_V \cdot \text{Kopfzahl}}{\text{Teilbilder pro Sekunde} \cdot \pi}$$

Gemäß europäischer Norm wird mit 50 Zeilensprung-Teilbildern pro Sekunde gearbeitet. Nach Einsetzen der weiteren bereits erörterten Daten beträgt der Kopftrommel-Durchmesser somit überschlägig

$$D = \frac{19 \cdot 2}{50 \cdot 3{,}14} = \underline{0{,}24 \text{ m}}$$

Die Festlegung der exakten Daten von Schreibgeschwindigkeit, Bandtransportgeschwindigkeit und Kopftrommel-Durchmesser hängt von dem gewünschten Signal-Störabstand, der Breite des verwendeten Videobandes sowie dem Versatz bei der Zeilendeckung der benachbarten Videospuren ab.

Beim GRUNDIG Videorecorder BK 200 wird ein 1 Zoll (= 25,4 mm) breites Videoband verwendet. An den Rändern kommt je eine Tonspur von jeweils 1 mm Breite zu liegen. Der verbleibende Raum dient unter Abzug eines Abstandes von 2 · ca. 0,6 mm zur Unterbringung der Videospuren, einschließlich der durch eine Kopftrommel-Umschlingung von 190° bedingten Überlappung von 2 · 5°. Die Länge der von jedem Zeilensprung-Teilbild geschriebenen Spur ist neben der von den Qualitätsansprüchen bestimmten Schreibgeschwindigkeit von der Fernsehnorm abhängig. Bei der CCIR-Norm wird ein Zeilensprung-Teilbild in jeweils 1/50 sec geschrieben. Unter Berücksichtigung der bereits überschlägig bestimmten Schreibgeschwindigkeit von ca. 19 m/sec ergibt sich pro Zeilensprung-Teilbild eine Spurlänge von $\frac{19}{50}$ = 0,38 m. Diese bezieht sich auf eine Drehung des Kopfrades von genau 180°. Bezogen auf die bei 180° Drehwinkel der Videoköpfe für die aktiven Videospuren verbleibende Höhe von ca. 21 mm ergibt sich bei der errechneten Videokopf-Schreibgeschwindigkeit von 19 m/sec und der Spurlänge von ca. 380 mm eine Schräglage der Videospuren von ca. 3°, wie **Bild 45** zeigt.

Bandtransportgeschwindigkeit

Die überschlägige Berechnung der Bandtransportgeschwindigkeit geht zuerst von der erforderlichen Videospurbreite aus. Diese hängt vom gewünschten Signal-Störabstand und dem Zwischenraum zwischen den Videospuren ab. Für den professionellen GRUNDIG Videorecorder BK 200 wird ein sehr hoher Signal-Rauschabstand von 53 dB gefordert. Hierzu ist nach den Ergebnissen der Laborversuche eine Spurbreite von ca. 150 µm erforderlich. Die beiden Videoköpfe müssen also diese Spaltlänge aufweisen. Infolge des konusförmigen Schlittes der Ferritpole am Spalt wird die Spurbreite mit zunehmendem Abschliff etwas größer. Sie kann bis zu 180 µm betragen. Als Sicherheitsabstand zwischen den Spuren ist eine Breite von 40 ... 50 µm ausreichend. Ein zu großer Abstand wäre nachteilig bei Standbild- und Zeitlupenwiedergabe, wo die Abtastung der Videoköpfe infolge Fortfall oder Änderung der Wiedergabe-Transportgeschwindigkeit von dem Schreibwinkel der Aufnahme abweicht.

Bei der exakten Festlegung der Bandtransportgeschwindigkeit muß bei Geräten, die auch mit veränderbarer Bandgeschwindigkeit (für Standbild- oder Zeitlupenwiedergabe) arbeiten sollen, außerdem noch beachtet werden, daß die Zeilenanfänge und -enden von Spur zu Spur exakt übereinanderliegen müssen. Die Videoköpfe tasten in diesem Fall zwei Spuren zugleich ab, z. B. beginnen sie zuerst mit der Abtastung einer Spur und gehen dann allmählich unter Abtastung beider nebeneinanderliegender Spuren im mittleren Bereich auf die danebenliegende Spur über. Es leuchtet ein, daß der Zeileninhalt und die Zeilensynchronisierimpulse dabei genau fluchten müssen, um Einbußen an der Bildqualität und vor allem Störungen der Zeilensynchronisation beim wiedergebenden Fernsehgerät zu vermeiden.[1])

*) Mit Spaltlänge wird bei Videoköpfen die in der Bandlaufebene liegende Dimension des Kopfspaltes bezeichnet. Im Gegensatz dazu spricht man in der Tonaufzeichnungstechnik meist von Spaltbreite.

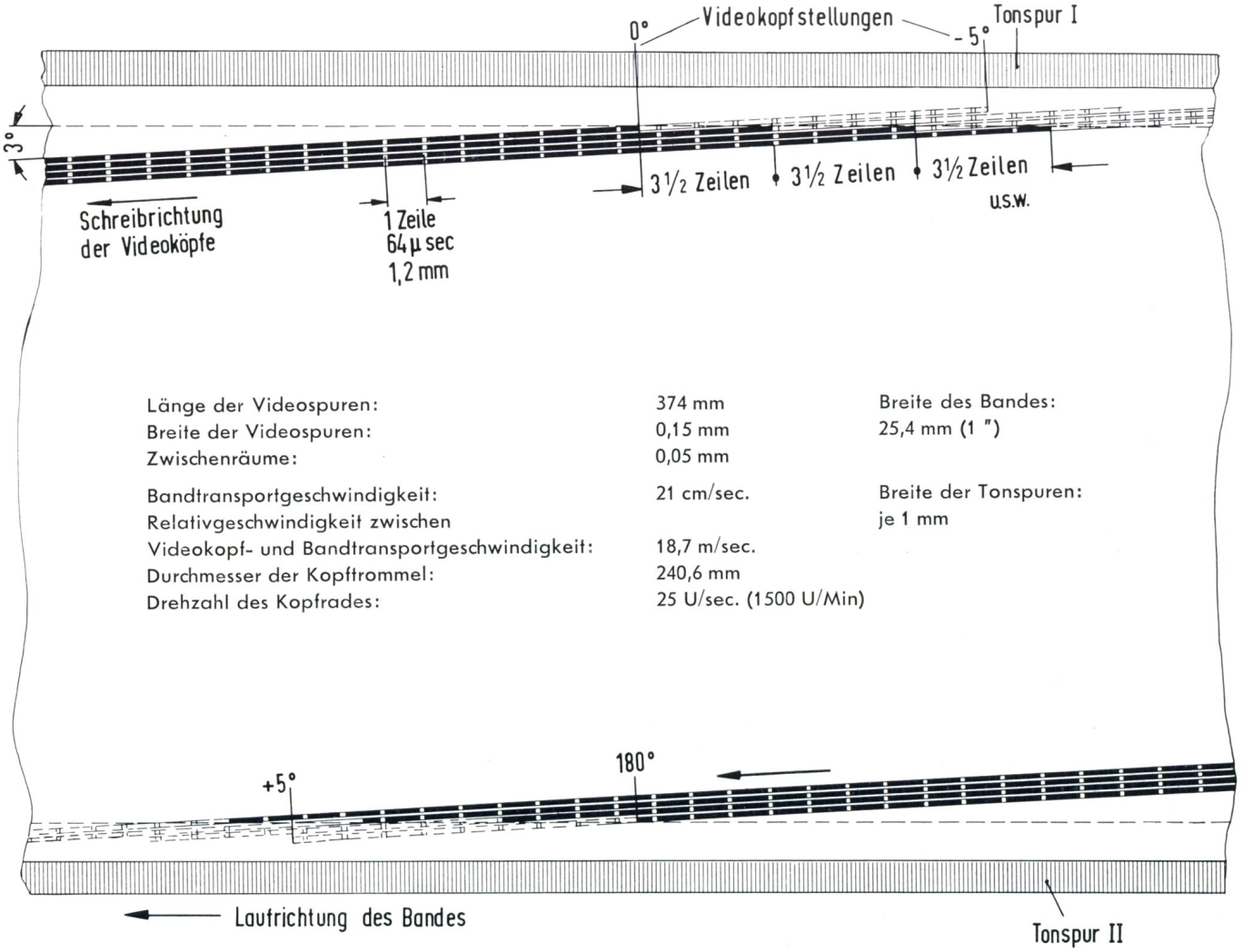


Bild 45 Maßstäbliche Darstellung der Videospuren und der beiden Tonspuren. Die am Beginn jeder Videospur liegenden Bildwechselimpulse sind gesondert im Bild 46 dargestellt

Um eine Fluchtung der Zeilensynchronimpulse zu erreichen, muß folgendes berücksichtigt werden. Bei der Schrägschrift-Aufzeichnung wird jede Videospur von der danebenliegenden um eine bestimmte Länge versetzt aufgezeichnet. Der erforderliche Versatz ergibt sich überschlägig gesehen aus der Transportgeschwindigkeit und der Breite des Videobandes. Wegen des Zeilensprunges muß aber jede zweite Videospur mit dem Inhalt einer halben Zeile beginnen. Unter Berücksichtigung der bereits überschlägig berechneten, für die Videospuren zur Verfügung stehenden, Breite (= Höhe) des Videobandes (ca. 21 mm), der Länge der Videospuren eines Zeilensprung-Teilbildes (ca. 380 mm) und des daraus resultierenden Winkels der Videospuren zur Längsrichtung des Bandes (ca. 3°) sowie der benötigten Spurbreite (150 µm mit Zwischenräumen von 50 µm), ergibt sich ein Versatz von ungefähr 4,2 mm, der 3½ Zeilen der CCIR-Norm entspricht.[2])

Bei dem erforderlichen Versatz von 3½ Zeilen für die CCIR-Norm und den weiteren bereits erläuterten Daten muß beim BK 200 die Bandtransportgeschwindigkeit ca. 21 cm/sec betragen. Diese Geschwindigkeit eignet sich zugleich sehr gut für eine hochwertige Tonaufzeichnung.

Die exakte Einstellung der Bandtransportgeschwindigkeit bei **Aufnahmebetrieb** erfolgt im Prüffeld durch Feinabgleich des Bandservo-Sollimpuls-Oszillators (Bild 25 im vorigen Heft) so, daß sich auf der Meßmaschine eine einwandfreie Zeilendeckung (wie im **Bild 45** gezeigt) ergibt. Diese Geschwindigkeit wird dann vom Bandservo konstant gehalten.

Bei **Wiedergabebetrieb** wird der Bandservo von den aufgezeichneten Synchronimpulsen gesteuert (**Bild 26** im vorigen Heft). Durch Eingriff in die Phasenlage (**„Spurregler"**) kann eine Verschiebung der Abtastposition erreicht werden, so daß eine genaue Deckung der aufgenommenen Videospuren zum abtastenden Videokopf gewährleistet ist.

Aus diesen Betrachtungen ist zu erkennen, daß die Daten eines Videorecordersystems nicht willkürlich gewählt werden können, sondern zueinander in festen Beziehungen stehen. Daher erge-

[1]) Bei Standbildwiedergabe wird die Vertikal-Synchronisation dadurch gewährleistet, daß ein im Gerät separat erzeugter Vertikal-Synchronisierimpuls in das Wiedergabesignal eingeblendet wird, so daß sich eine durch den Spurwechsel u. U. ergebende Übergangszone nicht nachteilig auf die Bild-Synchronisation des zur Wiedergabe verwendeten Fernsehgerätes auswirken kann.

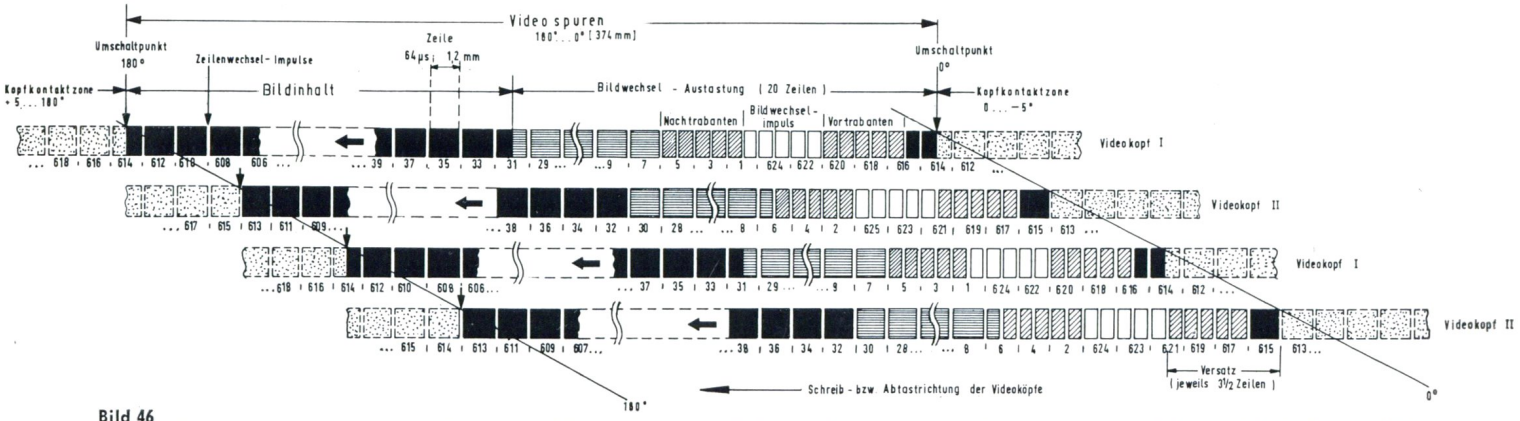


Bild 46
Lage der Bildwechselimpulse bei einem Zeilensprung-Fernseh-Signal am Anfang der Videospuren und Umschaltzeitpunkt der Videoköpfe bei 0° und 180°

ben sich, im Gegensatz zu Tonaufzeichnungsgeräten oft Daten mit mehreren Stellen hinter dem Komma.

Nach exakter Berechnung wurden beim BK 200 endgültig folgende Daten festgelegt:

Schreibgeschwindigkeit der Videoköpfe	18,91 m/sec
Kopftrommel-Durchmesser	240,6 mm
Bandtransportgeschwindigkeit	21 cm/sec
Relativgeschwindigkeit zwischen Videoköpfen und Band	18,7 m/sec
Länge der Videospuren	374 mm

Bild 45 zeigt die Spurlage und Spurbreiten in maßstäblicher Vergrößerung. Aus dem Verhältnis der Länge der effektiven Videospur zur Zeilenzahl eines Zeilensprung-Teilbildes (374: 312,5) ergibt sich eine Länge von 1,2 mm für jede Zeile. Die Dauer einer Zeile beträgt 64 µsec. ($^1/_{15625}$ sec).

Diese geringe Länge von 1,2 mm auf dem Videoband ist mit der vollen Breite des Bildschirmes identisch. Dieses Beispiel zeigt deutlich die außerordentlich feine Auflösung der Videoaufzeichnung und -abtastung.

Beim Schreiben jeder Videozeile der Fernsehnorm wird mit dem Bildwechselimpuls begonnen **(Bild 46)**. Kurz zuvor erfolgt die Umschaltung der Videoköpfe, so daß ca. 1 Zeile vom vorherigen Teilbild geschrieben wird, in der die Umschaltzeit von weniger als 1 Mikrosekunde zu liegen kommt. Der anschließende Bildwechsel erfolgt gemäß der Fersehnorm mit 5 Vortrabanten ($2^1/_2$ Zeilen Dauer), dem eigentlichen, mit Zeilenimpulsen durchsetzten, Bildwechselimpuls ($2^1/_2$ Zeilen Dauer) und 5 Nachtrabanten von ebenfalls $2^1/_2$ Zeilen Dauer. Der gesamte Bildwechsel verlangt entsprechend der Norm eine Austastzeit von 20 Zeilen. Über die Kopf-Servoschaltung (ausführliche Beschreibung im vorigen Heft), die auf die Drehzahl des Kopfradmotors einwirkt, wird die genaue Lage der Bildwechselimpuls-Aufzeichnung bei Aufnahme und Wiedergabe gewährleistet. Die Impulsgeber für den Kopfservo-Istimpuls und die Kopfumschaltung werden im Werk exakt justiert.

Der mechanische Aufbau der Kopftrommel und des Kopfrades

Die gesamte Kopftrommel-Baugruppe **(Bild 5**, Seite 801, Heft 3/1970 und **Bild 15**, Seite 868, Heft 2/1971) besteht aus einem feststehenden Unterteil, einem durch drei stabile Säulen verspannungsfrei befestigten Oberteil und dem innerhalb der beiden Kopftrommelhälften rotierenden Kopfrad. Diese drei Hauptteile bestehen aus Aluminiumguß. Sie sind auf Spezialmaschinen exakt bearbeitet. Die Lauffläche des Videobandes besteht aus einem hochlegierten antimagnetischen Chromnickelstahlband, das jeweils um Ober- und Unterteil der Kopftrommel geschlungen ist. Es liegt fest an den bereits vorher exakt geschliffenen Kopftrommelhälften an. Die ringsum an der Kopftrommel angebrachten Bolzen dienen beim BK 200 nicht zur eigentlichen Führung des Bandes bei Aufnahme und Wiedergabe. Vielmehr ist die Maschine so präzise gebaut und justiert, daß ein exakter Lauf des Bandes auf der Kopftrommel bereits ohne diese Führungsbolzen erfolgt. Das ist für die Schonung des Videobandes von großer Bedeutung. Die Einjustierung in der Fertigung erfolgt mit einem sehr präzise aufgenommenen Testband. Jedes geringste Auswandern von der vorgeschriebenen Bandlage ist damit durch elektrische Kontrollmittel exakt feststellbar. Erst zum Schluß werden die Bolzen an der Kopftrommel befestigt. Sie dienen als Führung beim Bandeinlegen und geben dem Band auch in der Stopstellung, wo es durch ein Luftkissen leicht von der Trommel abgehoben ist, eine Führung.

Das Kopfrad ist, ebenso wie die Kopftrommel, ein feinmechanisches Präzisionsteil. Die Drehrichtung entspricht der Richtung des Bandlaufs. An das Kopfrad werden die höchsten präzisionsmechanischen Anforderungen gestellt. Durch spezielle Nachbehandlungen wird gewährleistet, daß der Rundlauf derartig exakt ist, daß der Radialüberstand der Videoköpfe an allen Stellen, wo sie mit dem Band in Berührung kommen, so gleichmäßig ist, daß ein hochkonstanter Band-Kopf-Kontakt gewährleistet ist. Diese Präzisionsforderung schließt natürlich auch die Lagerung ein. Es werden Kugellager der höchsten Genauigkeitsklasse verwendet. Die am Unterteil der Kopftrommel feststehende Achse der Kopfradlagerung dient gleichzeitig als

[2]) Bei anderen Normen ergibt sich ein kleinerer oder größerer Versatz. Da aber alle Normen mit dem Zeilensprung-Verfahren arbeiten, also jedes zweite Teilbild mit der halben Zeile beginnt, kann nur ein Versatz angewandt werden, der neben einigen vollen Zeilen stets eine halbe Zeile berücksichtigt, z. B. $4^1/_2$ Zeilen bei der amerikanischen Norm. Zur genauen Anpassung wird die Bandtransportgeschwindigkeit entsprechend festgelegt. Das Kopfrad dreht sich mit der dem Teilbildwechsel und der Videokopfzahl entsprechenden Drehzahl (z. B. $\frac{60}{2}$ = 30 U/sec bei der amerikanischen Norm.

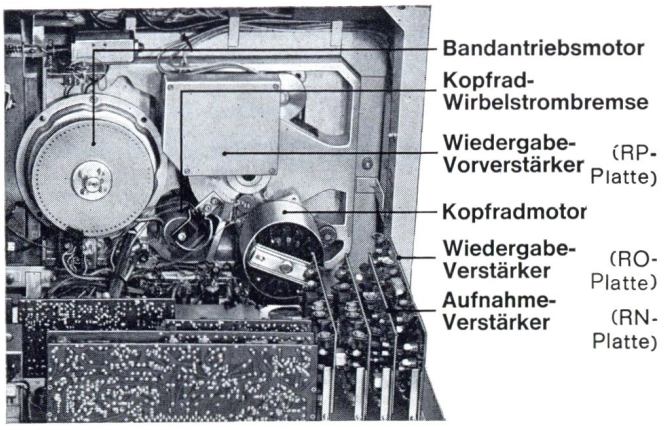


Bild 47 Anordnung des Wiedergabe-Vorverstärkers unmittelbar unterhalb des Kopfrad-Ferrit-Doppelübertragers

dritte Verbindung des Kopftrommel-Oberteils mit dem Unterteil. Die Verbindung der Kopftrommelhälften durch eine feststehende Mittelachse und zwei weitere Säulen, die innerhalb der Bandschleife angeordnet sind, sichert ein einfaches Bandeinlegen, ohne daß ein umständliches Einfädeln erforderlich ist. Dies ist ein wesentliches Merkmal des im BK 200 angewandten Prinzips der 180°-Kopftrommel-Bandumschlingung.

Durch entsprechende Werkstoffauswahl und spezielle Fertigungsverfahren der Trommel- und Kopfrad-Roh- und Fertigteile sind die Eigenspannungen auf ein Minimum gebracht, so daß es sichergestellt ist, daß geometrische Veränderungen über Zeit praktisch ausgeschlossen sind.

Das Kopfrad erhält durch eine zweiachsige Feinst-Auswuchtung eine Unwuchtfreiheit der höchsten Güteklasse. Die Feinstwuchtung geschieht mit modernsten elektronischen Mitteln. Der Antrieb des Kopfrades erfolgt beim BK 200 durch einen Papst-Außenläufer-Asynchronmotor. Die Servoschaltung wirkt auf die unterhalb des Kopfrades angeordnete Wirbelstrombremse (Aluminiumscheibe) ein.

Die Videoköpfe

Die im Videorecorder BK 200 verwendeten GRUNDIG Videoköpfe bestehen aus einem Spezialferrit, der in einem speziellen Verfahren bearbeitet wird. Einzelheiten über die Technik der GRUNDIG Videoköpfe bringen wir zu einem späteren Zeitpunkt in GRUNDIG Technische Informationen.

Die beiden Videoköpfe sind radial und tangential durch Feingewinde-Stellschrauben einjustierbar. An diese Schrauben und die Mutterteile werden besondere Anforderungen gestellt. Sie werden höchstpräzis gefertigt, so daß Nachstellungen im Bereich von einem tausendstel Millimeter (µm) möglich sind. Ein spezielles Verfahren ermöglicht das exakte Einstellen der Kopfauflage und somit des Spurabstandes. Es wurde eine Halterung gewählt, die ein Auswechseln der Videoköpfe in allerkürzester Zeit gewährleistet. Die aus Phosphorbronzefedern bestehenden Halterungen dienen gleichzeitig als Anschlußklemmen. Die Zuleitungen von den Kopfhalterungen zu dem rotierenden Ferrit-Doppelübertrager sind durch Kupferbleche abgeschirmt.

Rotierender Ferrit-Duploübertrager für die beiden Videoköpfe

Die Verbindung der rotierenden Videoköpfe mit dem feststehenden Video-Vorverstärker erfolgt durch ein Ferrit-Übertragersystem, das aus zwei zentrisch angeordneten Übertragern besteht. Die Wicklungen sind in Druckschaltungstechnik ausgeführt. Die mit den Videoköpfen verbundene Hälfte des Übertragersystems rotiert zusammen mit dem Kopfrad, die andere Hälfte ist am feststehenden Trommel-Unterteil angebracht. Der Abstand zwischen beiden Hälften des Doppelübertragers beträgt 0,1 mm. Jeweils drei Schrauben gewährleisten eine genaue Justierung. Unmittelbar unter dem Übertrager ist der Vorverstärker für die von den Videoköpfen abgetasteten FM-Signalspannungen angeordnet **(Bild 47)**. Somit werden Verluste durch lange Zuleitungen vermieden. Das Ferritübertragersystem arbeitet ohne Verschleißteile und ist daher im Gegensatz zu Schleifkontaktanordnungen völlig wartungsfrei. Im Vorverstärker befinden sich auch die Aufnahme/Wiedergabe-Umschaltrelais für die beiden Videoköpfe.

Der folgende Beitrag behandelt das Videosignal und bringt eine ausführliche Beschreibung der FM-Modulations- und Demodulationsvorgänge, der FM-Begrenzung und -Verstärkung des gewonnenen Videosignals sowie der dafür erforderlichen Schaltungen.

4. Teil

M. OBREMSKI

Aufzeichnung und Wiedergabe des Videosignals

Der gegenüber Audiofrequenzen um mehr als zwei Zehnerpotenzen größere Frequenzumfang des Videosignals zwingt dazu, von der Audiotechnik abweichende Verfahren für die magnetische Aufzeichnung anzuwenden. Nach verschiedenen unbefriedigenden Versuchen (Umsetzverfahren, Aufteilung des Frequenzbandes usw.) hat sich die von der Firma Ampex eingeführte Aufzeichnungsmethode der Schmalband-Frequenzmodulation durchgesetzt. Dabei wird zwangsläufig die notwendige Bandbreite erhöht (mindestens um den Betrag des Frequenzhubes), es läßt sich aber eine Wiedergabequalität der gespeicherten Signale (bei entsprechendem Aufwand) erreichen, die — besonders bei Aufnahmen mit elektronischen Kameras — kaum der Originalsendung nachsteht. Diese Schmalband-Frequenzmodulation (bzw. Phasenmodulation, je nach der Art der Preemphasis) unterscheidet sich natürlich von der aus dem UKW-Rundfunk bekannten FM.

Das FM-Video-Aufzeichnungsverfahren

In erster Linie wird ein Hubbereich (für tiefe Frequenzen) von $\Delta f = 1{,}5 \ldots 2{,}5$ MHz verwendet. Damit wird die maximale Bandbreite nur um ca. 40 ... 50 % erhöht, da die dem Synchronsignal entsprechende Frequenz **(Bild 48)** in unmittelbarer

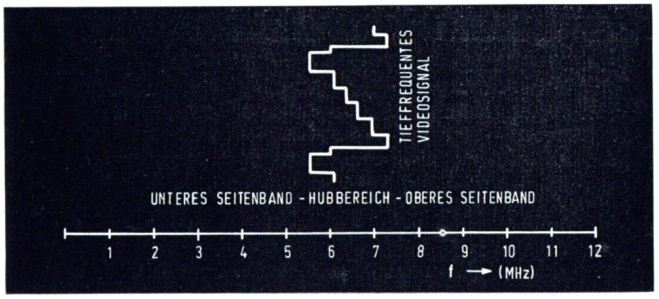


Bild 48 Hubbereich des FM-Modulators

Nähe der höchsten Videofrequenz (ca. 5,5 MHz) gewählt werden kann. Bei der weiteren Betrachtung der Schmalband-Frequenzmodulation muß man zwischen dem Bereich des Modulationsindex $p = \frac{\Delta F_o}{f_{mod}} > 1$ und dem für „p"-Werte < 1 unterscheiden. Das Verhältnis zwischen der Amplitude des Trägers und den bei der FM entstehenden Seitenbändern im Abstand $n \cdot f_m$ vom Träger ist vom Modulationsindex abhängig, für bestimmte Werte von „p" kann der Träger zu Null werden. In diesem Fall ist die gesamte Information nur in den Seitenbändern enthalten **(Bilder 49 und 50)**. Die genauen Werte der Amplituden für die einzelnen Frequenzen können mit Hilfe der Besselfunktionen errechnet werden.

Ausgangsgleichung: $\Delta f(t) = \Delta F_o \cos \omega_m \cdot t$

Da in der magnetischen Videoaufzeichnungstechnik, abgesehen von der Studioanwendung, aus wirtschaftlichen Erwägungen (Bandverbrauch) nur das untere Seitenband voll übertragen werden kann, müssen bestimmte Maßnahmen getroffen werden, um die Verfälschung der ursprünglichen Informationen genügend klein zu halten. Die für den Rauschabstand bei Verwendung von FM im UKW-Rundfunk bekannten Betrachtungen über den Modulationsgewinn haben hier nur für tiefe Modulationsfrequenzen Gültigkeit. Die Information ist beim UKW-Rundfunk in mehreren Seitenbändern enthalten, und auch ein verrauschtes Signal liefert nach Begrenzung und Demodulation einen nach Maßgabe des Modulationsindex verbesserten Rauschabstand.

Für die hohen Frequenzen des Videospektrums ist die Übertragung der Seitenbänder höherer Ordnung nicht ohne weiteres möglich (Bandbreitenerhöhung), außerdem nehmen die Amplituden der Seitenbänder höherer Ordnung mit kleiner werdendem „p" rasch ab, so daß die Information fast nur in den Seitenbändern erster Ordnung enthalten ist. Damit ist der Rauschabstand im demodulierten Signal von dem des Trägers und der ersten Seitenbänder (bzw. bei den meisten Gerätetypen des unteren Seitenbandes) abhängig.

Spaltlänge, Aufzeichnungsfrequenz, Wiedergabepegel

Wie aus der Tonbandtechnik bekannt, steigt die Spannung des Wiedergabekopfes (konstanter magnetischer Fluß vorausgesetzt) mit höher werdender Frequenz linear an. Das trifft zu, solange die Wellenlänge der Aufzeichnung nicht in die Größenordnung des Wiedergabespaltes kommt. Bei der Wellenlänge, die gleich der doppelten Spaltlänge des Wiedergabekopfes ist, beträgt der Abfall ca. 5 dB, bei etwa dem 1,2 fachen der Spaltlänge gibt es die erste Nullstelle in der Wiedergabespannung. Hinzu kommt, daß bei hohen Frequenzen durch Wirbelstromverluste eine zusätzliche Dämpfung im Videokopf entsteht, wodurch die Nutzspannung nochmals heruntergesetzt wird. Da z. Zt. Videoköpfe mit einer mechanischen Spaltlänge von ca. 1 µm reproduzierbar hergestellt werden können, kann man mit einer minimalen zu übertragenden Wellenlänge von ca. 2 µm rechnen. Einer weiteren Herabsetzung der Spaltlänge steht außerdem noch die Tatsache im Wege, daß bei einem Abstand des Videokopfes vom Band in der Größenordnung der Spaltlänge ebenfalls ein starker Abfall der Wiedergabespannung auftritt, wobei die Bauweise der Videobandgeräte für Schrägspuraufzeichnung einen zusätzlichen Andruck des Magnetbandes an den Videokopf

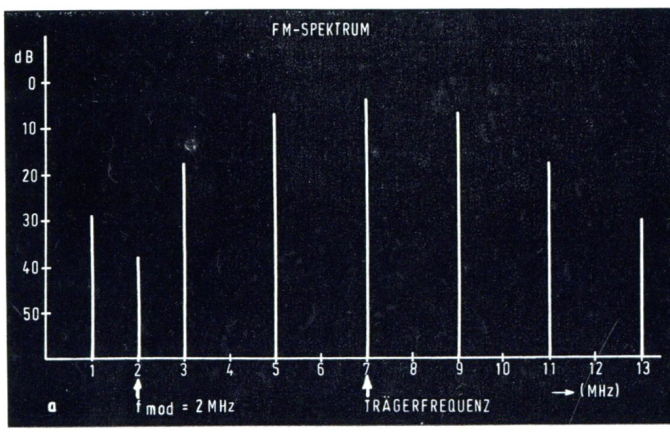


Bild 49 FM-Spektrum bei einer Modulationsfrequenz von 2 MHz

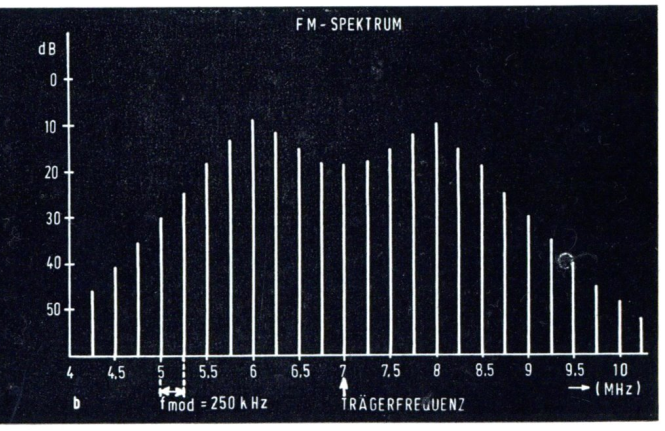


Bild 50 FM-Spektrum bei einer Modulationsfrequenz von 250 kHz

Technische Daten des GRUNDIG Videorecorders BK 200

ALLGEMEINES

Verfahren:
Zweikopf-Schrägspurverfahren mit 190° — Umschlingung

Magnetbandtyp:
1-Zoll-Magnetband auf Chromdioxydbasis

Bandgeschwindigkeit:
21 cm/sec.

Relativgeschwindigkeit
zwischen Videokopf und Band:
18,7 m/sec.

Aufnahme bzw. Wiedergabezeit:
110 Minuten

Umspulzeit:
ca. 1,5 Min. pro Stunde Spielzeit

Max. Spulendurchmesser:
10,5 Zoll (267 mm) mit NARTB-Kern

Motore:
3 Asynchronmotore (Außenläufer; Papst)
1 Gleichstrommotor (Scheibenläufer)

Gleichlaufschwankungen:
< 0,15 % (bewertet)

Aufzeichnungsspuren:
Videospur
2 Tonspuren
Steuerspur (Synchronspur)

Magnetköpfe:
2 Videoköpfe (2 Videolöschköpfe bei BK 201)
1 Steuerkopf (Synchronkopf)
1 Zweispur Ton-Kombikopf
1 Dreispur Löschkopf

Lebensdauer der Videoköpfe:
ca. 1000 Betriebsstunden

Bestückung:
156 Siliziumtransistoren und 8 integrierte Schaltkreise

Stromversorgung:
117 V, 220 V, 240 V ± 10 %,
50 Hz, 60 Hz ± 1 %, max. 250 VA

Zulässige Umgebungstemperatur:
+ 10 ° C bis + 40 ° C

Luftfeuchte:
50 % bis 80 %

Abmessung:
B 650 mm, H 290 mm, T 380 mm

Gewicht mit Spulen und Abdeckhaube:
47 kg

VIDEOKANAL

Fernsehnorm:
625 Zeilen / 50 Hz
In Sonderausführung:
875 Zeilen / 50 Hz
525 Zeilen / 60 Hz, 735 Zeilen / 60 Hz

Eingangspegel:
1 V_{ss} — 2 + 6 dB positives BAS-Signal (für Vollaussteuerung),
75 Ω Koaxialkabel, durchschleifbar

Ausgangspegel:
1 V_{ss} oder 1,4 V_{ss} positives BAS-Signal an 75 Ω

Frequenzgang und Auflösungsvermögen:
Bis 4,5 MHz max. — 6 dB, Auflösungsgrenze 5 MHz entsprechend 400 Zeilen,
Flankensteilheit 110 ns

Störabstand:
> 53 dB
bewertet mit CCIR-Rauschbewertungsfilter; gemessen mit Chromdioxyd-Magnetband

Linearitätsmaß:
> 0,9 im BA-Bereich

Signalaufbereitung:
Frequenzmodulation

Fremdsynchronisierung:
Eingangsspannung 4 V_{ss}
negativer V-Impuls oder S-Signal an 75 Ω

AUDIOKANAL

(Daten gelten für beide Audiokanäle)

Eingangspegel:
2 mV_{eff} bis 40 mV_{eff} an 40 kΩ symmetrisch,
2 mV_{eff} bis 40 mV_{eff} an 20 kΩ unsymmetrisch,
0,25 mV_{eff} bis 50 mV_{eff} an 25 kΩ (Mikrofoneingang) unsymmetrisch

Ausgangspegel:
max. 3 V_{eff} an 600 Ω symmetrisch,
max. 1,5 V_{eff} an 300 Ω unsymmetrisch

Lautsprecherausgang:
5 Ω 2 W (Sinus-Dauerton)

Eingebauter Lautsprecher:
7,5 Ω / 0,8 W

Frequenzgang:
60 Hz bis 12 500 Hz ± 4 dB

Geräuschspannungsabstand:
40 dB nach DIN 45511

Klirrfaktor:
< 5 % bei 1 kHz

Signalaufbereitung:
Direktaufzeichnung mit HF-Vormagnetisierung

BEDIENUNGSKOMFORT:

- Aussteuerungsautomatik und Anzeige für Video und Ton.
- Fotoelektrischer Bandendabschalter.
- Automatische Bandentspannung.
- Anschlußbuchse für HF-Monitor.
- Regelbare Zeitlupe.
- Tonaufzeichnung unabhängig von der Videoaufzeichnung möglich.

LIEFERBARES ZUBEHÖR:

Kamera, Bildwiedergabegerät, Mikrofon, Stereoverstärker, Fernbedienung, Videomagnetband Leerspule, 19"-Gestelleinsatz, Farbzusatz, Video-Ton-Adapter

Für alle professionellen GRUNDIG Videorecorder wird Bandaustausch auch bei Standbild- und Zeitlupenwiedergabe gewährleistet. Das gilt auch für den Bandaustausch mit den gleichartigen Videorecordern „LDL 8700" (Philips) und „Sirecord X" (Siemens).

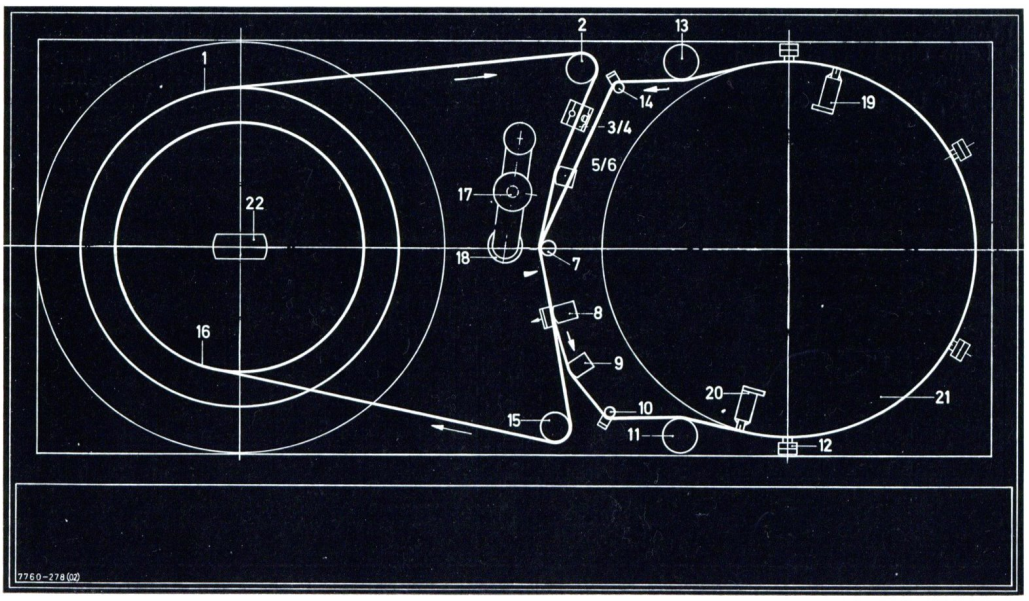


Bild 43 Bandlaufschema des BK 200

1 Vorratsspule
2 Umlenkrolle
3, 4 Lichtschranke für fotoelektrische Bandendabschaltung
5, 6 Bildlöschkopf
Löschkopf für Ton I, II
7 Bandantriebswelle
8 Kombikopf für Ton I, II
9 Steuerkopf (Synchronkopf)
10 Umlenkbolzen
11 Bandberuhigungsrolle
12 Bandführungsbolzen
13 Bandberuhigungsrolle
14 Umlenkbolzen
15 Umlenkrolle
16 Aufwickelspule
17 Sicherheitsstift für Bandandruckeinheit
18 Andruckrollen
19, 20 Videoköpfe
21 Bandführungstrommel
22 Knebelknopf-Arretierung

Die Bilder 30 . . . 41 (Schaltungen) befinden sich im vorigen Heft auf den Seiten 875 . . . 886.

ausschließt und die Unebenheiten der Bänder und in der Luft schwebende Schmutzteilchen durchaus diese Größenordnung besitzen.

Von diesen Voraussetzungen ausgehend und unter der Berücksichtigung der Tatsache, daß die höchsten Videofrequenzen ganz selten die volle Videoamplitude erreichen, versucht man den Rauschabstand durch eine Anhebung der hohen Frequenzen vor dem Modulator (Preemphasis) zu verbessern (der Modulationsindex „p" wird erhöht). Einen Vorteil bringt die Verwendung hochkoerzitiver Videobänder (z. B. mit CrO_2-Schicht) mit dünnen magnetischen Schichten (ca. 5 µm). Bei diesen Bändern ist der Effekt der teilweisen Selbstlöschung beim Aufsprechen hoher Frequenzen geringer, und man kann höhere Wiedergabespannungen bei kurzen Wellenlängen erreichen. Der Verlauf des Schreibstromes ist aus der Kurve (im **Bild 51**) ersichtlich. Abweichend von der Tonbandtechnik ist eine Vormagnetisierung (sei es mit Gleichstrom oder HF-Strom) nicht notwendig, da der Hauptanteil des Aufsprechstromes aus hohen Frequenzen besteht, bei denen eine Vormagnetisierung keinen Vorteil bringt.

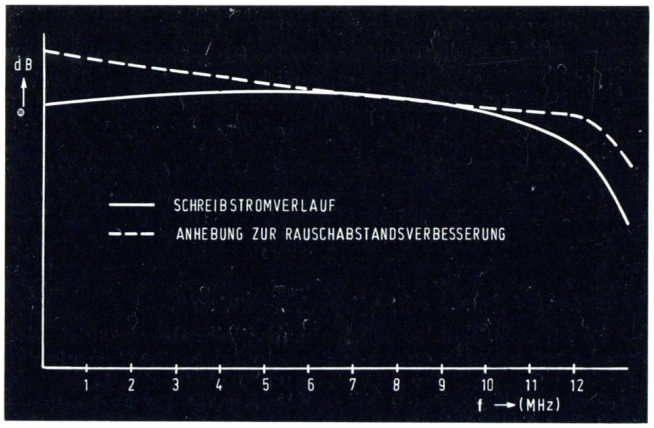


Bild 51 Videokopf-Schreibstrom in Abhängigkeit von der Frequenz

Für die in Seitenbändern vorhandenen tieffrequenten Anteile bewirkt die Trägerfrequenz, bzw. die nahe am Träger liegenden Seitenbänder, die mit hoher Amplitude auftreten, die notwendige Vormagnetisierung. Zur Verbesserung des Rauschabstandes kann man außerdem die Amplitude der Seitenbänder, die auf Grund zu kleiner Werte von „p" in der Größenordnung von mehr als 20 dB unter der Trägeramplitude liegen, im Aufsprechstrom anheben. Bei dem im **Bild 38** angegebenen Schreibstrom, einem Videoband mit CrO_2-Schicht, und Verwendung von Wiedergabeköpfen mit ca. 1 µm Spaltlänge kann man Leerlaufspannungen von ca. 100 µV bei hohen Frequenzen und ca. 3 . . .5 mV bei tiefen Frequenzen an ca. 10 µH Kopfinduktivität erwarten. Da die Spannung für die oberen Seitenbänder weit unter diese Werte absinkt und eine Anhebung im Verstärker den Rauschabstand nur verschlechtern würde, ist es unter bestimmten Voraussetzungen zweckmäßiger, die Amplitude der unteren Seitenbänder in dem Verhältnis anzuheben, wie die der oberen auf Grund der Übertragungseigenschaften absinkt. Damit ergibt sich ein Gesamtfrequenzgang zwischen Modulator und Begrenzereingang wie aus der Kurve im **Bild 52** ersichtlich. Um einen Überblick über die im FM-Kanal vorhandenen Amplituden und Rauschabstände zu geben, sind die Frequenzanalysatorkurven im **Bild 53** wiedergegeben. Der Rauschpegel gibt den Frequenzgang „über alles", von der Eingangsstufe bis zum Eingang des Begrenzers, wieder.

Durch die Unterdrückung der oberen Seitenbandfrequenzen verbessert man zwar den Rauschabstand, muß aber in Kauf nehmen, daß vor allem bei hohen Frequenzen ein aussteuerungsabhängiger Frequenzgang entsteht. Wird eine vertikalfrequente fünfstufige Treppe mit einer im Rhythmus der Horizontalfrequenz gewobbelten HF-Schwingung (Bereich 0.5 . . . 5 MHz) überlagert und aufgezeichnet, so stellt man nach Wiedergabe z. B. die in **Bild 54** dargestellte Charakteristik der „frequenzabhängigen differentiellen Verstärkung" fest.

Besonderheiten der Farbaufzeichnung

Dieser von den Videosignalamplituden abhängige Frequenzgang und, was noch schwerwiegender ist, die durch Ungleichmäßigkeiten des Bandlaufs und der Winkelgeschwindigkeit des Kopfrades hervorgerufenen Zeitfehler erschweren die Farbaufzeichnung. Um trotzdem auf eine für viele Anwendungen wichtige Information der Farbe bei der Videoaufzeichnung

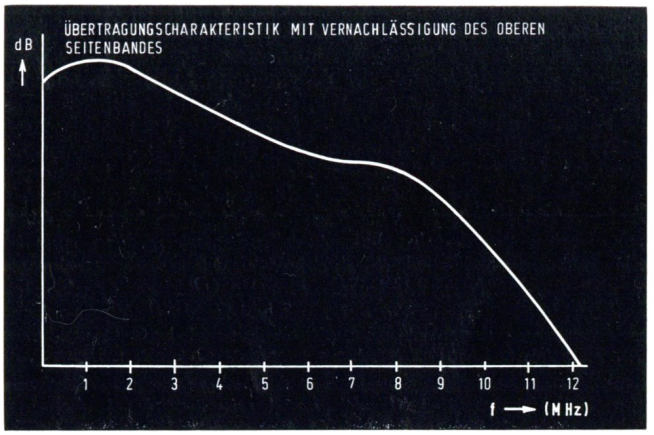


Bild 52 Übertragungscharakteristik mit Vernachlässigung des oberen Seitenbandes

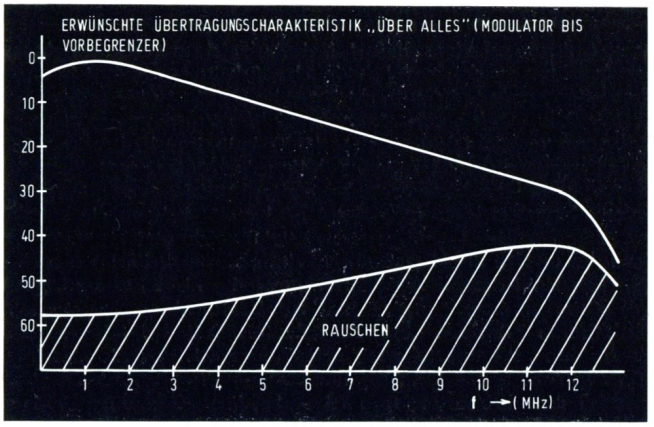


Bild 53 Erwünschte Übertragungscharakteristik „über alles" (Modulator bis Vorbegrenzer)

nicht verzichten zu müssen, ist eine Reihe von Verfahren bekanntgeworden, die zum Ziel haben, vor allem den Zeitfehler auszuschalten. Zwar ist das SECAM-Farbübertragungsverfahren gegen die Zeitfehler prinzipiell wenig empfindlich, da die Farbinformation frequenzmoduliert übertragen wird, doch wirkt sich bei SECAM der größere Bedarf an Bandbreite nachteilig aus. Dagegen wird bei den beiden anderen Farbnormen NTSC und PAL mit Quadraturmodulation gearbeitet und die Hilfsfrequenz im Demodulator über die im Burst übertragene Information in der Frequenz bzw. Phase nachgesteuert. Diese Regelschaltung im Empfänger ist mit großer Zeitkonstante behaftet und kann den schnellen vom Videorecorder verursachten Schwankungen nicht folgen, was bei Wiedergabe zu Bildern mit farbigen horizontalen Streifen führt. Meistens sind die Schwankungen aber so groß, daß vor allem bei PAL die automatische Farbabschaltung anspricht und keine Farbinfor-

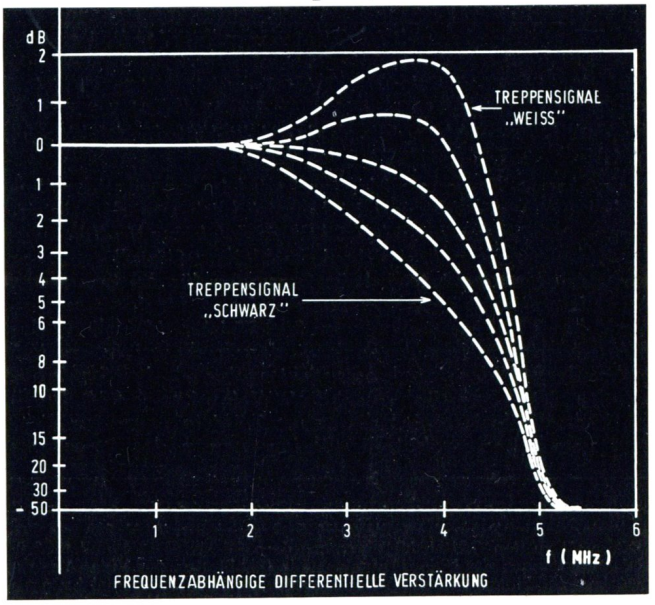


Bild 54 Charakteristik der frequenzabhängigen differentiellen Verstärkung

mation zur Bildröhre gelangt. Ein von Dr. Ing. N. Mayer (Institut für Rundfunktechnik) vorgeschlagenes Farbübertragungsverfahren FAM (Frequenz + Amplituden-Modulation) bietet gute Voraussetzungen für die magnetische Aufzeichnung und hat auch (erstmals beim BK 180, dem Vorläufer des BK 200, auf der Funkausstellung in Berlin 1967 mit großem Erfolg vorgeführt) zu guten Ergebnissen geführt. Dieses Verfahren wurde schon oft in der Fachpresse beschrieben, deshalb ist nur zu erwähnen, daß zur Beseitigung der durch die frequenzabhängige differentielle Verstärkung hervorgerufenen Fehler eine Kompensation des (als Amplitudenmodulation aufgezeichneten) B−Y-Signals durch das Y- und R−Y-Signal durchgeführt werden muß. Als besonderer Vorteil dieser Aufzeichnungsart ist die gute Farbtreue auch bei Stehbild-Wiedergabe zu bemerken.[1]) Nach einem weiteren von einigen Herstellern verwendeten Verfahren wird das NTSC- oder auch PAL-Signal direkt aufgezeichnet, das Chromasignal mit einer Spezialschaltung demoduliert, anschließend neu moduliert und der Helligkeitsinformation zugemischt. Bei diesem Verfahren kann man außerdem den in eine tiefere Frequenzlage umgesetzten Farbträger, den man natürlich erst aus dem Eingangssignal erzeugen muß, zusätzlich aufzeichnen, um den Spezial-Demodulator zu steuern.

Sehr gute Ergebnisse liefert bei Aufzeichnung auf Videobandgeräten nach dem Prinzip der Schrägspuraufzeichnung ein weiteres von Ir. W. van der Bussche (Philips) vorgeschlagenes Verfahren, das von einer doppelten Frequenzumsetzung Gebrauch macht. Die von dem Helligkeitssignal abgetrennte Farbinformation wird unter Zuhilfenahme einer mit Zeilenfrequenz und Farbträger gekoppelten Hilfsfrequenz in eine tiefere Frequenzlage umgesetzt und zusätzlich zu dem frequenzmodulierten Luminanzsignal aufgezeichnet. Bei der Wiedergabe erfolgt die Umsetzung in die ursprüngliche Frequenzlage mit Hilfe derselben Hilfsfrequenz, die aber nun von den Zeilensynchronimpulsen der Wiedergabesignale nachgesteuert wird. Dieses Prinzip umgeht die Schwierigkeiten der frequenzabhängigen differentiellen Verstärkung und ist auch wie das FAM-Verfahren für Geräte anwendbar, die nicht das volle Frequenzband übertragen und außerdem gegen Zeitfehler weitgehend unempfindlich, da durch die zweimalige Umsetzung die Farbinformation ihre exakte Frequenz und Phasenlage wiederbekommt. Ein FAM-Farbmodulator befindet sich im Lieferprogramm der GRUNDIG Videorecorder.[2])

Schaltungstechnik der Videostufen

Die in den Geräten BK 200 und BK 300 verwendete Schaltung zur Videoaufbereitung ist auf den Druckplatten RN (Modulator), RP (Vorverstärker) und RO (Hauptverstärker und Demodulator) untergebracht (siehe **Bild 47**).

Regelverstärker

Das von der Eingangsbuchse kommende Videosignal wird in der Regelverstärkerstufe **(Bild 55)** T 1, T 2 (RN) auf eine Amplitude von 4 V_{ss} gebracht (wobei das Eingangssignal zwischen 0,75 und 2 V_{ss} schwanken kann) über C 6 in Verbindung mit T 3 (als Diode geschaltet) auf den Negativwert (Synchronspitze) geklemmt und über T 4 und T 6 (Emitterfolger) dem eigentlichen Frequenzmodulator zugeführt.

Der Regelverstärker ist ein NPN-PNP-Verstärker, der über R 7 und R 4 gegengekoppelt ist (Stromgegenkopplung). Der Gegenkopplungsgrad bestimmt die Stufenverstärkung und erhöht den Eingangswiderstand des Transistors. Die dem R 4 parallel geschaltete Serienschaltung von R 6 und R 5 ändert die Verstärkung abhängig von der Helligkeit der Glühlampe LA 1.

Der wirksame Eingangswiderstand wird im ganzen Regelbereich kaum verändert und ist hauptsächlich von dem Basisspannungsteiler bestimmt (ca. 8 kΩ), so daß keine Verfälschung der Kabelimpedanz (beim durchgeschleiften Signal) auftreten kann. Am Meßpunkt 3 wird die Spannung für die Erzeugung der automatischen Regelspannung und auch für den Anzeigeverstärker T 18 abgenommen. Im **Bild 55** ist die Schaltung der Video-Aussteuerungsautomatik wiedergegeben. Das am M 3 vorhandene Videosignal entspricht während der Synchronimpulse einem Potential von + 5 V (Weißspitze + 9 V). Durch die Zenerdiode D 8 wird dieses um 7,5 V in negativer Richtung verschoben, wobei die Basisspannung des Transistors T 17 für Synchronimpulse zwischen − 2,7 V und ca. − 3,5 V, in Abhängigkeit von dem für R 66 eingestellten Wert, beträgt.

Da der T 17 mit + 0,7 an der Basis leitend wird, bewirken Signalanteile zwischen + 7 V und + 10 V am M 3 (Spannungsteilung über R 66, einstellbar, + R 77 zu R 63 / R 64) eine Aufladung der im Kollektorkreis über R 61 angeschlossenen Kondensatoren C 36 und C 37 (C 34 wird nur zugeschaltet, wenn eine extrem große Zeitkonstante der Automatik gewünscht wird). Die kurze Zeitkonstante C 37 / R 59 (Aufladung 10 µsec, Entladung 250 µsec) bewirkt ein kurzzeitiges Herunterregeln des Verstärkers bei kurzen Weißspitzen (Blitzlichter in die Kamera und ähnliches) oder Störimpulsen. Die eigentliche Zeitkonstante C 36 / R 58 wird langsamer aufgeladen (ca. 40 msec) und ermöglicht auch bei längeren „Schwarzblenden" (ca. 1,5 sec) eine unverfälschte Aufzeichnung. Als Emitterfolger geschaltete Transistoren T 16 T 14 steuern als Impedanzwandler den Lampenstrom und damit die Helligkeit von LA 1, was, wie schon erläutert, die Änderung der Verstärkung bewirkt. Durch diese automatische Regelung wird der Frequenzhub nach oben (höhere Frequenz) begrenzt, um eine Übermodulation zu vermeiden (bei zu großem Hub, was mit Handaussteuerung möglich ist, kann es passieren, daß die Amplitude im Wiedergabeverstärker infolge des Frequenzganges nicht ausreicht, um den Begrenzermultivibrator durchzusteuern). Das führt dann zu Drop-out-ähnlichen Signalausfällen bei steilen Signalsprüngen von Schwarz nach Weiß. In der Stellung „Handaussteuerung" verbindet der Schalter S 13 die Basis des T 14 mit dem Schleifer des Reglers R 4, und der Lampenstrom (und damit die Verstärkung) kann von Hand nach der Anzeige von I 3 eingestellt werden. Stift 7 ist gleichzeitig von der Plusspannung abgetrennt, und die Speicherkondensatoren der Automatikschaltung werden über R 62 entladen.

Frequenzmodulator und Aufsprechverstärker

Als Frequenzmodulator wird ein Multivibrator benutzt, der über T 7 mit Videofrequenz gesteuert wird. Im Emitterkreis des T 7 wird mit R 18, R 19, C 12 die zur Störabstandverbesserung notwendige Preemphasis erzeugt. Der Regler R 22 bestimmt (durch Gleichspannungseinstellung) die Frequenzlage des Multivibrators während der Synchronimpulse, und da der T 3 auch bei fehlendem Signal über R 16 durchgeschaltet bleibt, die Ruhefrequenz des Modulators. Der Regler R 26 im Modulator wird auf beste Symmetrie (gleichbedeutend mit optimaler Unterdrückung der ersten Oberwelle des Modulators) eingestellt. Die bei Modulation entstehenden Frequenzen und Seitenbänder wurden bereits erläutert. Der vor den Aufnahme-Verstärker geschaltete Tiefpaß C 23, L 6, C 22 unterdrückt die oberhalb des oberen Seitenbandes vorhandenen Frequenzen der zweiten Oberwelle (Nullstelle bei 17 MHz). Die zwischen die beiden Stufen des Verstärkers geschaltete Höhenanhebung R 46 / C 29 bewirkt eine Linearisierung des Aufnahmestroms (da wegen der Bedämpfung der Kopfresonanz der Ausgang des Aufsprechverstärkers niederohmig ist, muß dafür gesorgt werden, daß die Spannung an der Kopfinduktivität für konstanten Strom linear mit der Frequenz ansteigt). Mit R 51 wird die Spannungsgegenkopplung des T 13 und damit der optimale Aufnahmestrom eingestellt. Zwischen den Kontakten 30, 31 sind über die Relais S bzw. Q (auf der RP-Platte) und die rotierenden Übertrager, die beiden Videoköpfe angeschlossen. Der Aufnahmestrom kann an R 1 (RP) gemessen werden.

Wiedergabeverstärker, Entzerrer und Mitziehmultivibrator-Begrenzer

Bei Wiedergabe liegen die rotierenden Übertrager an der Primärwicklung der Eingangsübertrager Ü 1 und Ü 2 des Wiedergabe-Vorverstärkers (LP-Platte), der in einem Abschirmkästchen unterhalb der Kopftrommelplatine des Laufwerks **(Bilder 47 und 59)** untergebracht ist. Die eingebauten Relais Q und S dienen mit ihren Kontakten Q 1 / Q 2 und S 1 / S 2 zur Aufnahme/Wiedergabe-Umschaltung der Videoköpfe. Der zwischen der zweiten und dritten Verstärkerstufe (T 2, T 3) eingeschaltete Tiefpaß (C 11, C 12, L 1) begrenzt die Bandbreite des Verstärkers (Nullstelle bei ca. 12 MHz). Die dritte Verstärkerstufe hat durch die Spannungsgegenkopplung einen niedrigen Ausgangswiderstand, der vorteilhaft ist für die nachfolgende Frequenzkorrekturschaltung (T 5). Diese bewirkt durch zweimaliges Differenzieren der an der Basis wirksamen Signale und frequenzunabhängige Zumischung der nicht differenzierten Signale am Emitter eine Anhebung der hohen Frequenzen ohne Phasenfehler (Differenzier-Entzerrerschaltung). Mit R 23 (bzw. R 57 im zweiten Verstärkerzug) werden die Signale der beiden Videoköpfe aneinander angeglichen (Vermeidung der 50-Hz-Flimmererscheinung).

Über T 5 (bzw. T 10) gelangen die Signale auf die RO-Platte.

---

[1]) Einzelheiten zum FAM-Farbaufzeichnungsverfahren bringen wir zusammen mit der Beschreibung des GRUNDIG Farbmodulators FAM 200, ein Zusatzgerät zu den GRUNDIG Videorecordern BK 200, BK 201 und BK 300. Die Schaltungen des Video-Aufnahmeteils (RN-Platte), des Video-Vorverstärkers (RP-Platte) und des Video-Hauptverstärkers (RO-Platte) befinden sich auf den herausklappbaren Seiten 937 ... 942 dieses Heftes.

[2]) Der GRUNDIG Farbmodulator FAM 200 wird im nächsten Heft der Technischen Informationen ausführlich beschrieben.

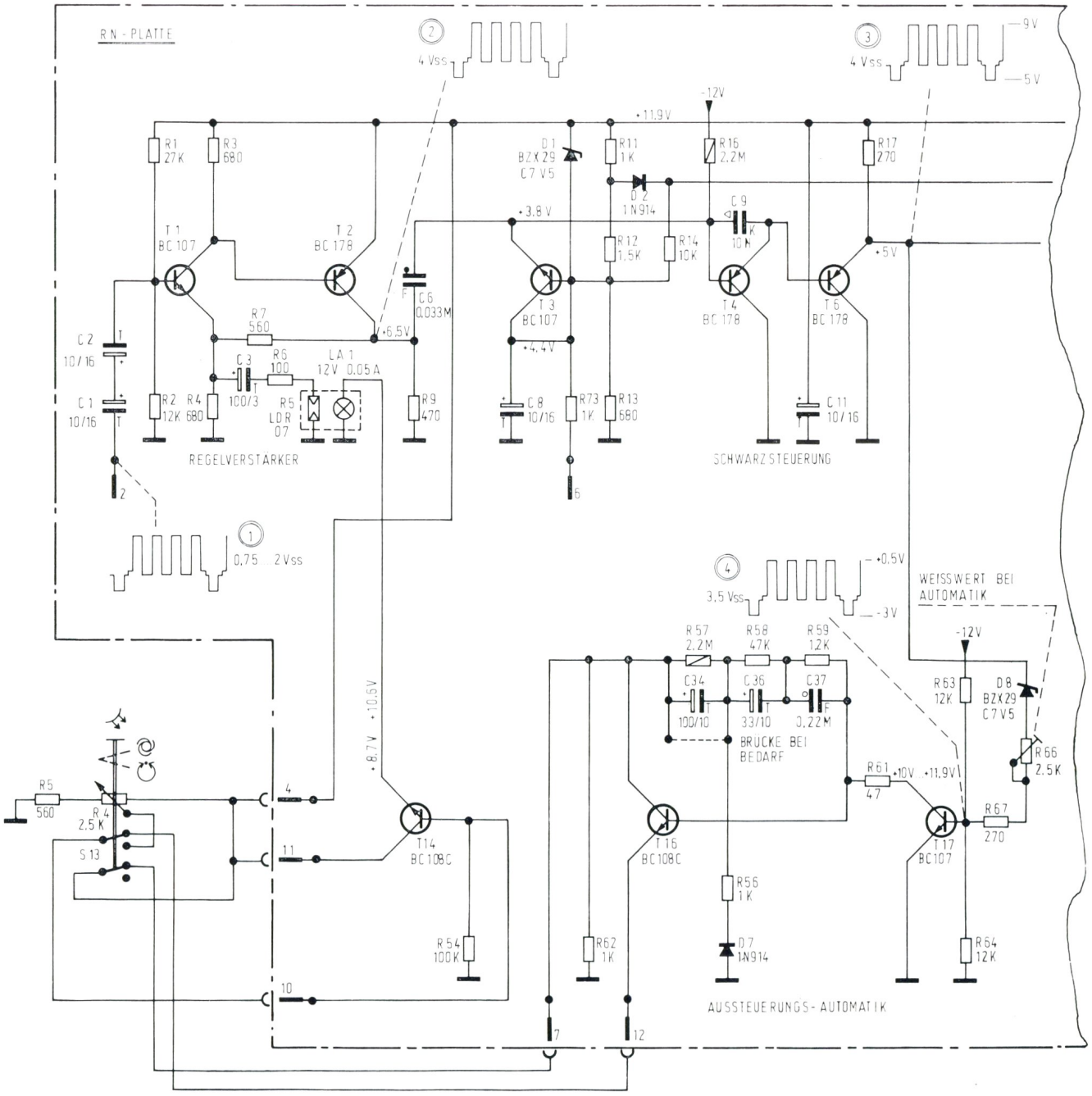


Bild 55 Die Videosignal-Aussteuerungs-Automatik des BK 200

Der am Eingang der RO-Platte angeordnete Umschalter ist notwendig, da jeweils nur ein Kopf (von der Überlappungszone abgesehen) das Signal liefert. Die Umschaltimpulse liefert die von den Kopfscheibenlageimpulsen gesteuerte Schaltung auf der RG-Platte, wobei bei Standbild bzw. Zeitlupe während der dem Vertikalsynchronimpuls entsprechenden Zeit beide Kanäle gesperrt werden und eine auf die Frequenz der Synchronimpulsspitze im FM-Signal abgeglichene Spannung über C 7, R 8 eingekoppelt wird. Durch die Umschaltimpulse werden abwechselnd die Dioden D 2, D 4 leitend und D 1, D 3 gesperrt bzw. D 2, D 4 gesperrt, während D 1, D 3 durchgeschaltet wird. Da jeweils D 1, D 2 und D 3, D 4 je einen Spannungsteiler bilden, ist einer der Kanäle gesperrt und gleichzeitig über die zweite Diode die zugehörige Seite des Eingangsübertragers an Masse gelegt.

Die erste Hauptverstärkerstufe ist wieder spannungsgegengekoppelt, um einerseits eine definiert niederohmige Eingangsimpedanz, andererseits die für die nachfolgende Frequenzgangentzerrung notwendige niederohmige Ausgangsimpedanz zu erreichen. Diese Entzerrerstufe (T 3) ist analog der T 4-Stufe im Vorverstärker (RP) geschaltet. Die Anhebung der hohen Frequenzen wird dabei nach dem Videofrequenzgang im demodulierten Signal eingestellt. (Anhebung der Trägerfrequenz gegenüber den Seitenbandfrequenzen.) Der nachfolgende Tiefpaß begrenzt wiederum die Bandbreite auf ca. 13 MHz. Ein der folgenden Stufe (T 4) nachgeschalteter Sperrkreis soll die durch die Lagengeberoszillatoren abgestrahlte Frequenz (ca. 500 kHz), die evtl. in den Verstärker gelangen kann, unterdrücken und damit unerwünschte Moiré-Effekte vermeiden.

Nach der nächsten Verstärkerstufe wird das noch unbegrenzte FM-Signal für die FM-Pegelanzeige abgenommen und gleichgerichtet. Relais X schaltet mit Kontakt X 1 das Anzeigeinstrument um, wobei Kontakt X 2 die Videoausgangsstufe entweder mit dem Eingangssignal oder mit dem Demodulator verbindet. Die im Gegenkopplungszweig der nächsten Stufe eingefügten Dioden erfüllen eine Begrenzerfunktion (FM-Vorbegrenzer). Der im Kollektorkreis angeschlossene Übertrager (Ü 2) symmetriert die FM-Spannung für die anschließende Begrenzerschaltung (Mitziehmultivibrator). Diese Art der Begrenzung bietet den Vorteil, daß während der Zeit der etwa durch Fehlstellen im Band hervorgerufenen Spannungseinbrüche, die am Regler R 66 eingestellte Eigenfrequenz des Multivibrators an die anschließende Demodulatorschaltung gelangt und nicht etwa unkontrollierte Rauschspannungen.

FM-Demodulator

In der zwischen die Abgriffe der Arbeitswiderstände des Begrenzer-Multivibrators geschalteten Spule L 6, die mit C 6 zu einem Resonanzkreis ergänzt ist, entsteht eine mit der Fre-

quenz ansteigende Spannung (bis zu der eingestellten Resonanzfrequenz). Mit dieser symmetrischen Spannung wird eine Addierstufe (T 11, T 12) angesteuert, und zwar ist der Arbeitspunkt (R 70) so eingestellt, daß nur jeweils eine Halbwelle den zugehörigen Transistor öffnet. Die Symmetrie (Grundwellenunterdrückung) wird mit Regler (R 78) justiert. Dadurch entsteht am gemeinsamen Kollektorwiderstand eine Wechselspannung doppelter Frequenz und eine der Frequenzänderung entsprechende Gleichspannung (Videosignal). Im vor der nächsten Stufe geschalteten Tiefpaß C 63 bis C 72 und L 7 bis L 9 mit Allpaß C 73 bis C 78 sowie L 11 bis L 14 werden die Frequenzen oberhalb des Videobereiches unterdrückt. Im Kollektor des T 13 ist die Deemphasis-Zeitkonstante analog der im Modulator vorhandenen Preemphasis wirksam und ein Regler (R 92) vorgesehen, der die Amplitudeneinstellung des Videoausgangssignals ohne Änderung des Gleichspannungspotentials für Synchronspitzen erlaubt.

Wiedergabe-Endstufe

Die über den Umschalter X 2 angeschlossene Endstufenschaltung (T 14, T 16) erfüllt eine doppelte Funktion. In allen Betriebsarten, außer bei Wiedergabe, ist sie als Trennverstärker für das am Eingang vorhandene Videosignal wirksam, um Fehlabschluß der Eingangsleitung bei gleichzeitig angeschlossenem zweiten Monitor (entweder am Durchschleifausgang oder Adapterausgang) zu vermeiden. Aus dem **Bild 56** ist der Verlauf der Video-Eingang- und -Ausgang-Umschaltung mit der HF-Monitorbuchse (Adapterausgang) ersichtlich. Das AB-Relais schaltet, sobald das Gerät eingeschaltet wird und die +24-V-Spannung vorhanden ist. Im stromlosen Zustand ist B 3 über S 14 der Schaltbuchse B 2 mit B 1 verbunden. Wenn dabei der Ausgangsmonitor an B 3 angeschlossen ist, muß S 16 geöffnet sein, und somit ist, da AB 2 offen, der Abschlußwiderstand unwirksam. Die Eingangsleitung ist am Monitor abgeschlossen. Wird zusätzlich eine Leitung in die Durchschleifbuchse B 2 eingesteckt, unterbricht S 14 (Vorrang) die Verbindung zu B 3. Dann ist das Eingangssignal nur mit B 2 verbunden und abgeschlossen. Nach dem Einschalten wird R 8 zwar an Masse gelegt (AB 2), aber da S 14 geöffnet ist, bleibt es ohne Bedeutung. B 3 wird aber durch AB 1 mit RO 26 verbunden und über die Videoendstufe (solange nicht „Start" ohne „Aufnahme Video" betätigt wird) mit dem Eingangssignal verbunden. Ebenso ist, solange S 12 in Stellung „Kamera" verbleibt, der Kontakt 2 (B 4, HF-Monitor) mit RO 25 (Videoausgang 2) verbunden, und über Kontakt 1 liegt die Schaltspannung am Adapter. Somit ist der HF-Monitor auch auf Wiedergabe geschaltet. Wird S 12 in Stellung „HF-Monitor" gelegt, ist das Relais AC stromlos, solange nicht „Start" ohne „Aufnahme Video" betätigt wird. Dadurch ist Kontakt 1 ohne Spannung, der Adapter im HF-Monitor ist auf Aufnahme geschaltet, und über Kontakt 2 (B 4) und AD 1 liegt das Signal des HF-Monitors am Videoeingang. (Buchse 1 ist dann abgeschaltet.) Über AD 3 und AC 2 wird dazu entsprechend das Audiosignal umgeschaltet. Es ist also mit HF-Monitor an B 4 und/oder Videomonitor an B 3, Kamera-Signal an B 1 eine Fehlbedienung des Gerätes nahezu ausgeschlossen, und der Bedienende ist nicht gezwungen, Kabel zu entfernen bzw. andere anzuschließen. Dadurch kann das Videobandgerät ohne Bedenken auch in unzugängige Gestellschränke eingebaut werden.

Die BK 200-Beitragsreihe wird im nächsten Heft fortgesetzt.

Veröffentlichungen über Videorecorder-Technik in GRUNDIG TECHN. INFORMATIONEN

Das GRUNDIG Bildbandgerät BK 100, ein Gerät zur magnetischen Fernsehaufzeichnung
Dieser Beitrag behandelte den Prototyp des BK 100 und brachte vor allem grundlegende Details der magnetischen Bildaufzeichnung, des Servosystems und der Signalverarbeitung.
(Heft September 1965, Seiten 953 . . . 955)

Der Videorecorder BK 100
Prinzipielle Funktion und Technik des Laufwerks.
(Heft 3/1969, Seiten 385 . . .390)

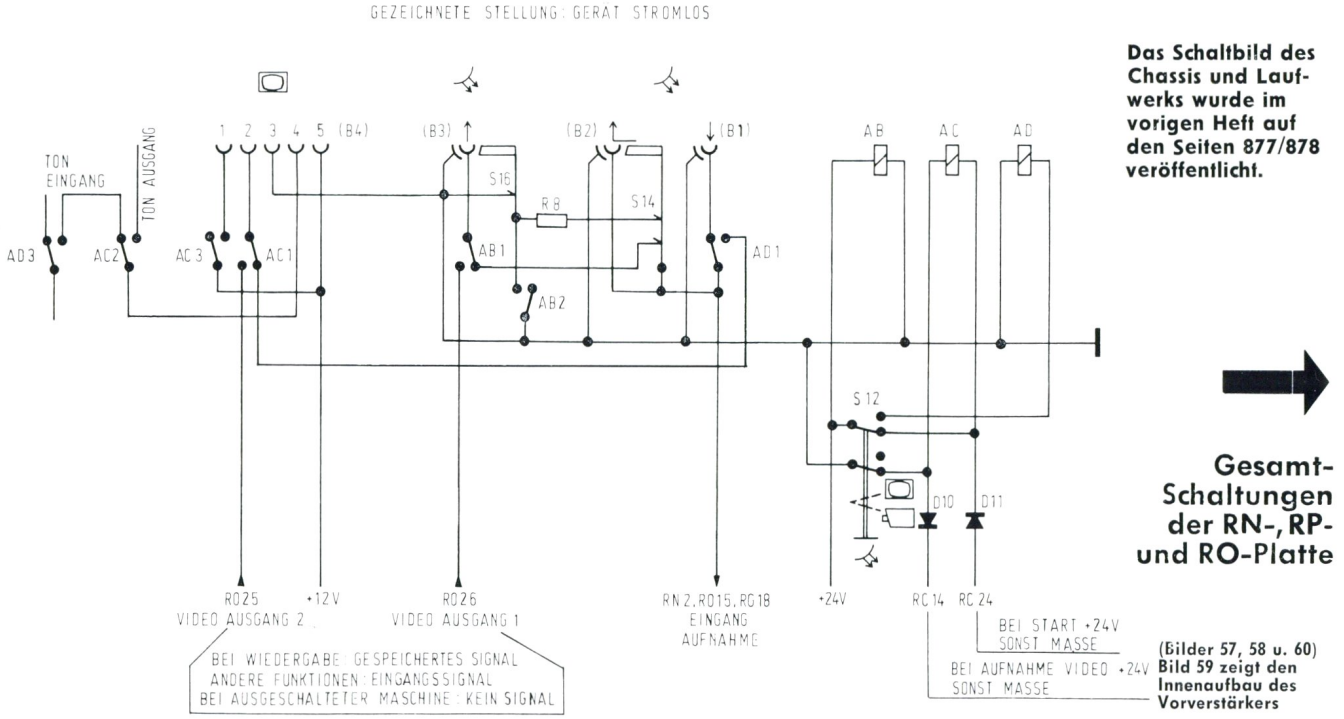
Schaltungstechnik des Videorecorders BK 100
Ausführliche Schaltungsbeschreibung mit Gesamtschaltbild.
(Heft 3/1969, Seiten 383/384, 391 . . . 394)

Der Bild-Ton-Adapter 900 zum Anschluß des Videorecorders BK 100 an Fernsehempfänger
Mit ausführlichem Schaltbild und Anschluß-Anweisungen.
(Heft 3/1969, Seiten 397 . . . 400)

Verbesserung des Bildeindrucks beim Heimvideorecorder BK 100
Beschreibung des Crispening-Zusatzes, der beim BK 100 S serienmäßig eingebaut wird. Weitere Hinweise für die zweckmäßige Änderung der Zeilensynchronisationsschaltung bei Fernsehempfängern, die zusammen mit einem BK 100 betrieben werden sollen.
(Heft 1/1971, Seiten 847 . . . 849)

GRUNDIG Videorecorder BK 200
Das Fernseh-Aufzeichnungsgerät für professionelle Anwendungen in Schwarz-Weiß und Farbe.
1. Teil: Zusammengefaßte Darstellung, Grundlagen, prinzipieller Aufbau, wesentlichste technische Merkmale, technische Daten.
(Heft 3/1970, Seiten 798 . . . 804)

GRUNDIG Videorecorder BK 200
2. Teil: Laufwerk des BK 200, Schaltungstechnik der Funktionssteuerung und des Servoteils. Mit vielen Detail-Schaltungen.
(Heft 2/1971, Seiten 867 . . . 886)

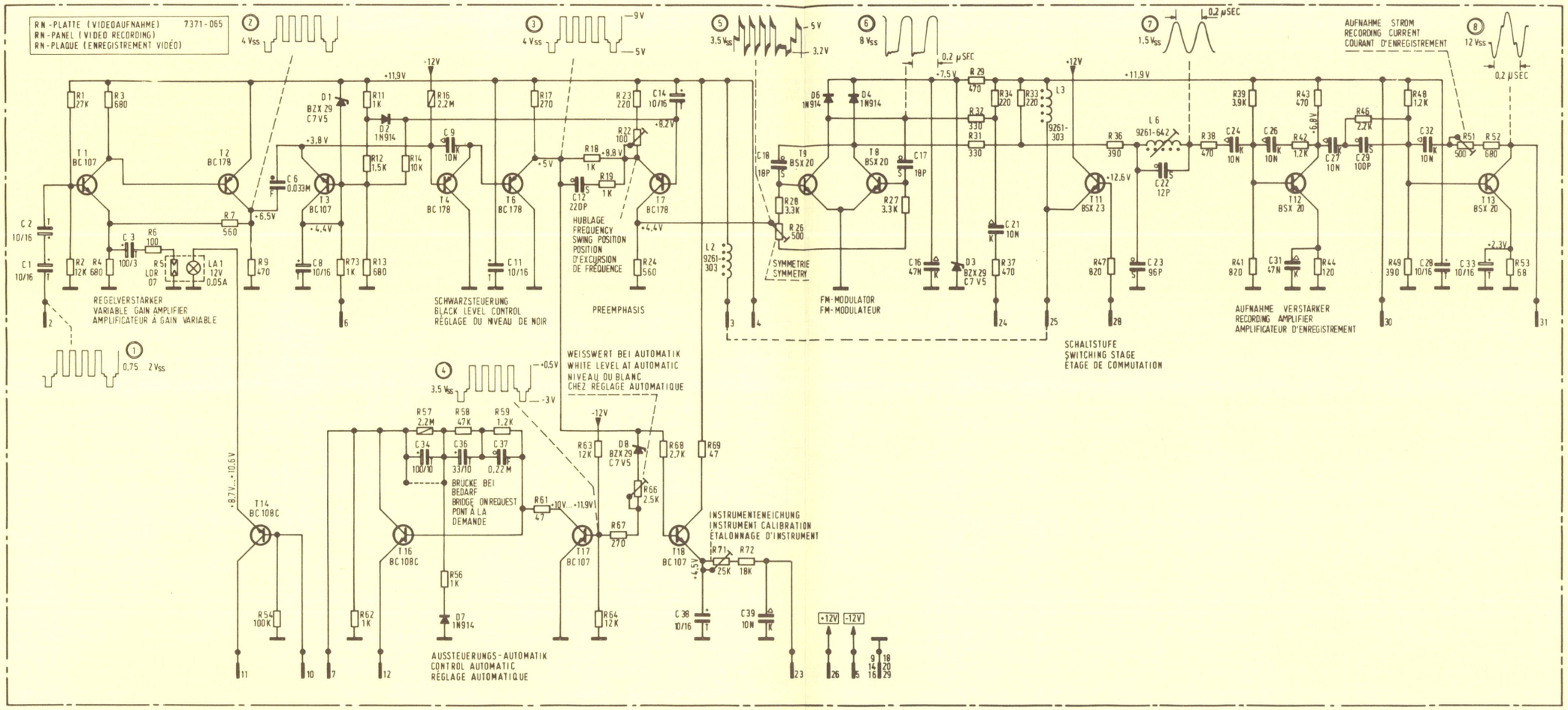


Das Schaltbild des Chassis und Laufwerks wurde im vorigen Heft auf den Seiten 877/878 veröffentlicht.

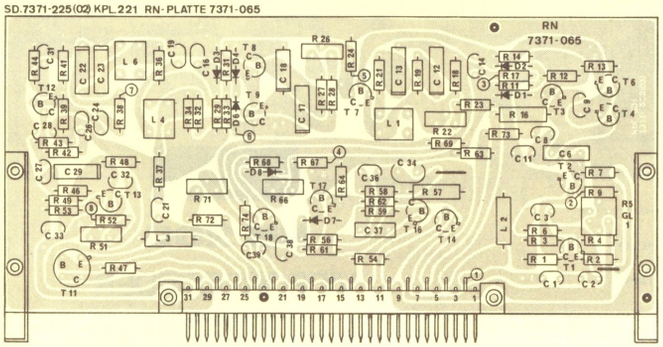
Gesamt-Schaltungen der RN-, RP- und RO-Platte

(Bilder 57, 58 u. 60) Bild 59 zeigt den Innenaufbau des Vorverstärkers

Bild 56 Video-Eingang und -Ausgang-Umschaltung



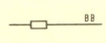
SD.7371-225(02) KPL.221 RN-PLATTE 7371-065



STECKER PLUG FICHE	GEHT NACH → KOMMT VON ← GOES TO → COMES FROM ← SE DIRIGE VERS → VIENT DE ←		
2	→ VIDEO-EINGANG VIDEO INPUT ENTRÉE VIDÉO	14	⊥
3	→ RN 25	16	⊥
4	→ RN 11, S 13 HAND-AUTOMATIK MANUAL AUTOMATIC MANUEL AUTOMATIQUE	18	⊥
5	-12V	20	⊥
6	→ RO 16, J 3 AUSSTEUERUNGSANZEIGE LEVEL INDICATOR INDICATEUR DE NIVEAU	23	→ RO 11
7	→ S 13 AUTOMATIK AUTOMATIC AUTOMATIQUE	24	→ EE-AUSGANG EE-OUTPUT EE-SORTIE
9	⊥	25	→ RN 3
10	→ S 13 HAND-AUTOMATIK MANUAL AUTOMATIC MANUEL AUTOMATIQUE	26	+12V
11	→ RN 4	28	→ RC 14 VIDEO
12	→ S 13 AUTOMATIK AUTOMATIC AUTOMATIQUE	29	⊥
		30	→ RP 10
		31	→ RP 0

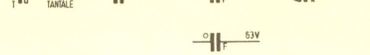
TRANSISTOREN
TRANSISTORS

WIDERSTÄNDE
RESISTORS
RÉSISTANCES



KONDENSATOREN
CAPACITORS
CONDENSATEURS

ELEKTROLYT
ELECTROLYTIC
ÉLECTROLYTIQUE



ALLE GLEICHSPANNUNGEN SIND MIT RÖHRENVOLTMETER (TASTSPITZE 200 KΩ) OHNE VIDEOSIGNAL AM EINGANG GEMESSEN. ALLE OSZILLOGRAMME SIND MIT GLEICHSPANNUNGSOSZILLOGRAPH (50 MHZ BANDBREITE) GEMESSEN.
DIE OSZILLOGRAMME 1-5 SIND MIT VIDEOSIGNAL AM EINGANG GEMESSEN. BILDAUSTEUERUNGSREGLER: STELLUNG "AUTOMATIK", TASTE "BILD-AUFNAHME", GEDRÜCKT.
DIE OSZILLOGRAMME 6-8 SIND OHNE VIDEOSIGNAL GEMESSEN.
OSZILLOGRAMM DES AUFNAHMESTROMES SIEHE RP-PLATTE.
ALL DC-VOLTAGES ARE MEASURED WITHOUT VIDEOSIGNAL ON INPUT WITH VTVM (PROBE TIP 200 KΩ), ALL OSCILLOGRAMS ARE MEASURED WITH DC-OSCILLOGRAPH (50 MCPS BANDWIDTH).
THE OSCILLOGRAMS 1-5 ARE MEASURED WITH VIDEO-SIGNAL ON INPUT. PICTURE MODULATION CONTROL: POSITION "AUTOMATIC", PUSHED BUTTON "PICTURE-RECORDER".
THE OSCILLOGRAMS 6-8 ARE MEASURED WITHOUT VIDEO-SIGNAL.
OSCILLOGRAM OF RECORDING CURRENT SEE RP-PANEL.
TOUTES LES TENSIONS CONTINUES SONT MESURÉES AVEC UN VOLTMÈTRE À LAMPES (POINTE DE TOUCHE 200 KΩ) SANS SIGNAL VIDÉO SUR L'ENTRÉE. TOUS LES OSCILLOGRAMMES SONT MESURÉS AVEC UN OSCILLOGRAPHE TRANSMETTANT LA COMPOSANTE CONTINUE (LARGEUR DE BANDE 50 MCPS).
LES OSCILLOGRAMMES 1-5 SONT MESURÉS AVEC SIGNAL VIDÉO SUR L'ENTRÉE. RÉGLAGE D'IMAGE: POSITION "AUTOMATIQUE", TOUCHE "ENREGISTREMENT D'IMAGES" ENCLENCHÉE.
LES OSCILLOGRAMMES 6-8 SONT MESURÉS SANS SIGNAL VIDÉO.
OSCILLOGRAMME DU COURANT D'ENREGISTREMENT REGARDEZ LA PLAQUE RP.

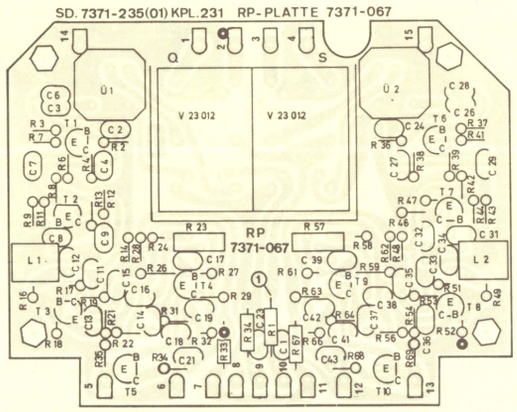
BK 200

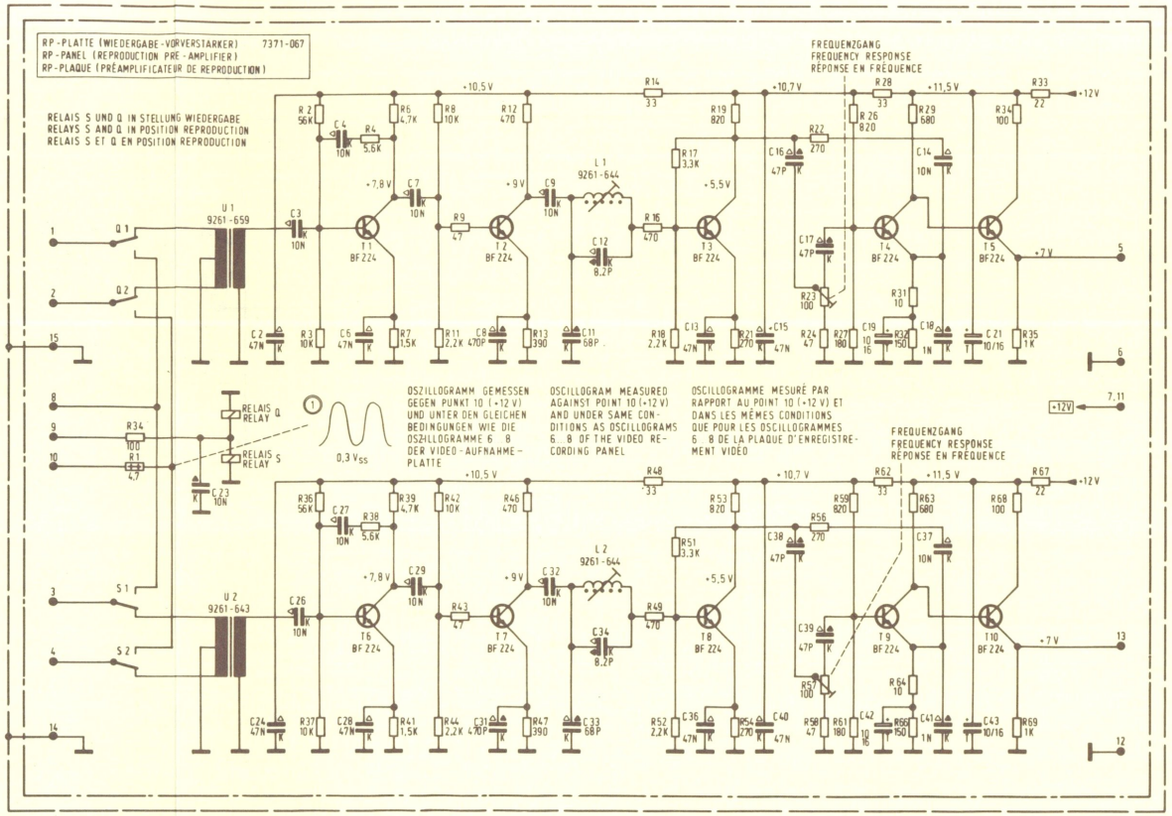
VIDEORECORDER

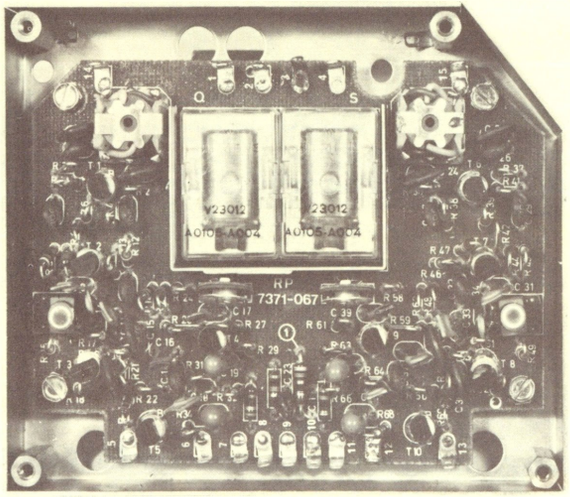
(65-6628-1104)

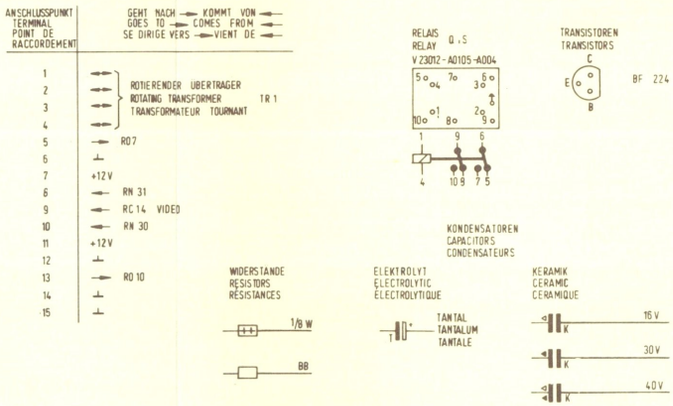
BLATT 11 RN-PLATTE

VIDEO-AUFNAHME









ALLE GLEICHSPANNUNGEN SIND MIT RÖHRENVOLTMETER (TASTSPITZE 200 KΩ) GEMESSEN.
ALL DC-VOLTAGES ARE MEASURED WITH VTVM (PROBE TIP 200 KΩ)
TOUTES LES TENSIONS CONTINUES SONT MESURÉES AVEC UN VOLTMÈTRE À LAMPES (POINTE DE TOUCHE 200 KΩ)

ÄNDERUNGEN VORBEHALTEN
ALTERATIONS RESERVED
MODIFICATIONS RESERVÉES

GRUNDIG

BK 200

VIDEORECORDER

(65-6628-1104)

BLATT 12 RP-PLATTE

VORVERSTÄRKER
VIDEO-WIEDERGABE

RO-PLATTE (VIDEOWIEDERGABE) 7371-083
RO-PANEL (VIDEO-REPRODUCTION)
RO-PLAQUE (REPRODUCTION VIDÉO)

KOPFUMSCHALTER
HEAD CHANGE-OVER
COMMUTATEUR DE TÊTE

FM-VERSTÄRKUNG
FM-AMPLIFICATION

FREQUENZGANG
FREQUENCY RESPONSE
RÉPONSE EN FRÉQUENCE

VERSTÄRKER
AMPLIFIER
AMPLIFICATEUR

TIEFPASS
LOW-PASS
PASSE-BAS

VORBEGRENZER
PRELIMITER
PRÉLIMITEUR

BEGRENZER
LIMITER
LIMITEUR

MULTIVIBRATOR

VIDEO-VERSTÄRKER
VIDEO-AMPLIFIER
AMPLIFICATEUR-VIDÉO

DEEMPHASIS

DEMODULATOR
DÉMODULATEUR

ARBEITSPUNKT
BIAS
POINT DE TRAVAIL

RELAIS X IM STELLUNG AUFNAHME
RELAY X IN POSITION RECORD
RELAIS X EN POSITION ENREGISTREMENT

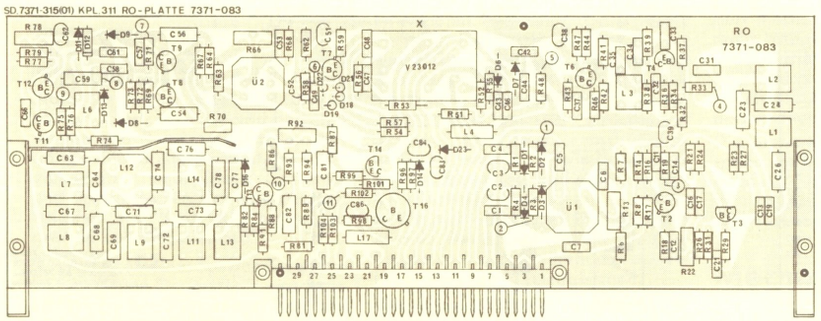
RELAIS
RELAY
X

VIDEO-AMPLITUDE

SYMMETRIE
SYMMETRY
SYMÉTRIE

HELLIGKEIT
BRIGHTNESS
LUMINOSITÉ
"DROP-OUT"

SD 7371-315(01) KPL 311 RO-PLATTE 7371-083



STECKER PLUG FICHE	GEHT NACH → KOMMT VON ← GOES TO → COMES FROM ← SE DIRIGE VERS → VIENT DE ←
1	⊥
2	← RG 31
3	⊥
4	← RG 31
5	⊥
6	⊥
7	← RP5
8	← RG 21
9	← RG20
10	← RP13
11	← RN 23
12	← RC 27 VIDEO
13	→ J3 AUSSTEUERUNGSANZEIGE / LEVEL INDICATOR / INDICATEUR DE NIVEAU
14	+12V
15	← VIDEO EINGANG / VIDEO INPUT / ENTRÉE VIDÉO
16	→ RN6, J3 AUSSTEUERUNGSANZEIGE / LEVEL INDICATOR / INDICATEUR DE NIVEAU
17	← RC 24 START / DÉPART
18	⊥
19	⊥
24	-12
25	→ VIDEO AUSGANG / VIDEO OUTPUT / SORTIE VIDÉO
26	→
28	⊥
29	⊥

TRANSISTOREN
TRANSISTORS

BSX 41

BSX20
BC178

BF 224

ELEKTROLYT
ELECTROLYTIC
ÉLECTROLYTIQUE

TANTAL
TANTALUM
TANTALE

KONDENSATOREN
CAPACITORS
CONDENSATEURS

STYROFLEX

63V

KERAMIK
CERAMIC
CÉRAMIQUE

16V

40V

WIDERSTÄNDE
RESISTORS
RÉSISTANCES

B8

RELAIS X
RELAY X
V23012-A0105-A001

ÄNDERUNGEN VORBEHALTEN
ALTERATIONS RESERVED
MODIFICATIONS RESERVÉES

MASSE IST DER BEZUGSPUNKT FÜR ALLE GLEICHSPANNUNGEN UND OSZILLOGRAMME.
DIE GLEICHSPANNUNGEN WURDEN MIT GRUNDIG RÖHRENVOLTMETER (TASTSPITZE 200 KΩ) IM WIEDERGABEBETRIEB GEMESSEN
DIE OSZILLOGRAMME WURDEN MIT GLEICHSPANNUNGSOSZILLOGRAPH (BANDBREITE 50 MHZ) GEMESSEN.
DIE OSZILLOGRAMME 1-9 WURDEN BEI WIEDERGABE EINES UNMODULIERTEN TRÄGERS GEMESSEN (T1 AUF RN-PLATTE BEI AUFNAHME ENTFERNT)
DIE OSZILLOGRAMME 10 UND 11 WURDEN BEI WIEDERGABE EINES AUFGEZEICHNETEN RECHTECK-VIDEOSIGNALS GEMESSEN.

MASS IS THE REFERENCE POINT OF ALL DC-VOLTAGES AND OSCILLOGRAMS.
THE DC-VOLTAGES ARE MEASURED WITH GRUNDIG VTVM (PROBE TIP 200 KΩ) AT REPRODUCTION OPERATION
THE OSCILLOGRAMS ARE MEASURED WITH DC-OSCILLOSCOPE (BANDWIDTH 50 MCPS).
THE OSCILLOGRAMS 1-9 ARE MEASURED AT REPRODUCTION OF AN UNMODULATED CARRIER (T1 ON RN-PANEL TAKEN AWAY AT RECORDING)
THE OSCILLOGRAMS 10 AND 11 ARE MEASURED AT REPRODUCTION OF A RECORDED SQUARE-WAVE VIDEO SIGNAL

MASSE EST LE POINT DE RÉFÉRENCE POUR TOUTES LES TENSIONS CONTINUES ET TOUS LES OSCILLOGRAMMES
LES TENSIONS CONTINUES SONT MESURÉES AVEC VOLTMÈTRE À LAMPES GRUNDIG (POINTE DE TOUCHE 200 KΩ) CHEZ OPÉRATION DE REPRODUCTION
LES OSCILLOGRAMMES SONT MESURÉS AVEC OSCILLOGRAPHE DE TENSION CONTINUE (LARGEUR DE BANDE 50 MCPS)
LES OSCILLOGRAMMES 1-9 SONT MESURÉS CHEZ REPRODUCTION D'UNE PORTEUSE NON MODULÉE (T1 SUR RN-PLAQUE ENLEVÉ EN ENREGISTREMENT)
LES OSCILLOGRAMMES 10 ET 11 SONT MESURÉS CHEZ REPRODUCTION D'UNE SIGNAL VIDÉO RECTANGULAIRE ENREGISTRÉE

BRÜCKE B1-B2-EE-BILDUMSCHALTUNG (SIEHE AV 1193)
BRIDGE B1-B2-EE-PICTURE CHANGE (SEE AV 1193)
PONT B1-B2-COMMUTATION IMAGE EE (REGARDEZ AV 1193)

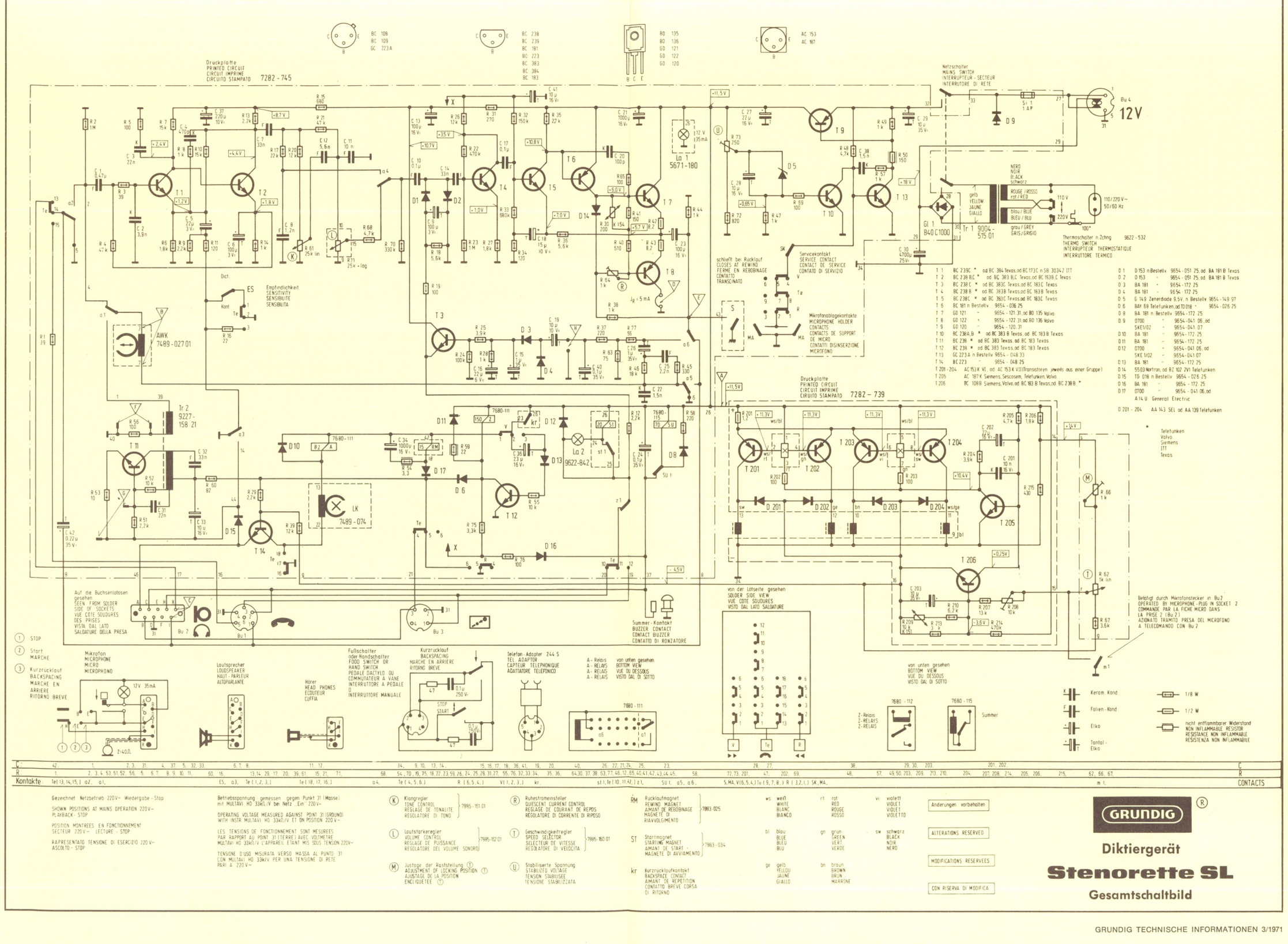
BK 200

VIDEORECORDER

(65-6628-1104)

BLATT 13 RO-PLATTE

VIDEO-WIEDERGABE


Druckplatte
PRINTED CIRCUIT
CIRCUIT IMPRIME
CIRCUITO STAMPATO 7282-745
BC 108
BC 109
GC 223A
BC 238
BC 239
BC 181
BC 223
BC 383
BC 384
BC 183
BD 135
BD 136
GD 121
GD 122
GD 120
AC 153
AC 187
Netzschalter
MAINS SWITCH
INTERRUPTEUR - SECTEUR
INTERRUTTORE DI RETE
12V
Bu 4
D 9
S1 1 AF
La 1
5671-180
12V 35mA
T 1
T 2
T 3
T 4
T 5
T 6
T 7
T 8
T 9
T 10
T 11
T 12
T 13
T 14
D 1
D 2
D 3
D 4
D 5
D 6
D 8
D 10
D 11
D 12
D 13
D 15
D 16
D 17
Tr 1 9004-515 01
Gl 1 B40C1000
110/220 V~
50/60 Hz
110 V
220 V
NERO
NOIR
BLACK
schwarz
ROUGE / ROSSO
rot / RED
blau / BLEUE
BLEU / BLU
grau / GREY
GRIS / GRIGIO
gelb
YELLOW
JAUNE
GIALLO
Thermoschalter n Zchng 9622-532
THERMO SWITCH
INTERRUPTEUR THERMOSTATIQUE
INTERRUTTORE TERMICO
Empfindlichkeit
SENSITIVITY
SENSIBILITE
SENSIBILITA
AWK 7489-027 01
Tr 2 9227-158 21
LK 7489-074
La 2 9622-842
Druckplatte
PRINTED CIRCUIT
CIRCUIT IMPRIME
CIRUITO STAMPATO 7282-739
T 201
T 202
T 203
T 204
T 205
T 206
D 201
D 202
D 203
D 204
Auf die Buchsenlötosen gesehen
SEEN FROM SOLDER SIDE OF SOCKETS
VUE COTE SOUDURES DES PRISES
VISTA DAL LATO SALDATURE DELLA PRESA
Bu 1
Bu 2
Bu 3
Summer-Kontakt
BUZZER CONTACT
CONTACT BUZZER
CONTATTO DI RONZATORE
von der Lötseite gesehen
SOLDER SIDE VIEW
VUE COTE SOUDURES
VISTO DAL LATO SALDATURE
von unten gesehen
BOTTOM VIEW
VUE DU DESSOUS
VISTO DAL DI SOTTO
Servicekontakt
SERVICE CONTACT
CONTACT DE SERVICE
CONTATO DI SERVIZIO
schließt bei Rücklauf
CLOSES AT REWIND
FERME EN REBOBINAGE
CONTATTO TRANSCINATO
Mikrofonablagekontakte
MICROPHONE HOLDER CONTACTS
CONTACTS DE SUPPORT DE MICRO
CONTATTI DISINSERZIONE MICROFONO
Belegt durch Mikrofonstecker in Bu 2
OPERATED BY MICROPHONE-PLUG IN SOCKET 2
COMMANDE PAR LA FICHE MICRO DANS LA PRISE 2 (Bu 2)
AZIONATO TRAMITO PRESA DEL MICROFONO A TELECOMANDO CON Bu 2
① STOP
② Start
MARCHE
③ Kurzrücklauf
BACKSPACING
MARCHE EN ARRIERE
RITORNO BREVE
Mikrofon
MICROPHONE
MICRO
MICROPHONO
Lautsprecher
LOUDSPEAKER
HAUT-PARLEUR
ALTOPARLANTE
Hörer
HEAD PHONES
ECOUTEUR
CUFFIA
Fußschalter
oder Handschalter
FOOD SWITCH OR HAND SWITCH
PEDALE DACTYLO OU COMMUTATEUR A VANE
INTERRUTTORE A PEDALE O INTERRUTTORE MANUALE
Kurzrücklauf
BACKSPACING
MARCHE EN ARRIERE
RITORNO BREVE
Telefon-Adapter 244 S
TEL. ADAPTOR
CAPTEUR TELEPHONIQUE
ADATTATORE TELEFONICO
A - Relais
A - RELAYS
A - RELAIS
A - RELAIS
von unten gesehen
BOTTOM VIEW
VUE DU DESSOUS
VISTO DAL DI SOTTO
7680-111
Z-Relais
Z-RELAYS
Z-RELAIS
7680-112
7680-115
Summer
Keram. Kond.
Folien-Kond.
Elko
Tantal-Elko
1/8 W
1/2 W
nicht entflammbarer Widerstand
NON INFLAMMABLE RESISTOR
RESISTANCE NON INFLAMMABLE
RESISTENZA NON INFLAMMABLE
T 1 BC 239C * od BC 384 Texas, od BC 173C n SB 30342 ITT
T 2 BC 238 B,C * od BC 383 B,C Texas, od BC 163 B,C Texas
T 3 BC 238 C * od BC 383C Texas, od BC 183C Texas
T 4 BC 238 B * od BC 383B Texas, od BC 183B Texas
T 5 BC 238C * od BC 383C Texas, od BC 183C Texas
T 6 BC 181 n Bestellv. 9654-036 25
T 7 GD 121 " 9654-121.31, od BD 135 Valvo
T 8 GD 122 " 9654-122.31, od BD 136 Valvo
T 9 GD 120 " 9654-120.31
T 10 BC 238 A,B * od BC 383 B Texas, od BC 183 B Texas
T 11 BC 238 * od BC 383 Texas, od BC 183 Texas
T 12 BC 239 * od BC 383 Texas, od BC 183 Texas
T 13 GC 223 A n Bestellv. 9654-048 33
T 14 BC 223 " 9654-048 25
T 201-204 AC 153 K VI, od AC 153 K VII (Transistoren jeweils aus einer Gruppe)
T 205 AC 187 K Siemens, Sescosem, Telefunken, Valvo
T 206 BC 108 B Siemens, Valvo, od BC 183 B Texas, od BC 238 B *
D 1 D 153 n Bestellv 9654-051.25, od BA 181 B Texas
D 2 D 153 " 9654-051.25, od BA 181 B Texas
D 3 BA 181 " 9654-172.25
D 4 BA 181 " 9654-172.25
D 5 G 149 Zenerdiode 9,5 V n Bestellv 9654-149.97
D 6 BAY 68 Telefunken, od TD 018 " 9654-026.25
D 8 BA 181 n Bestellv 9654-172.25
D 9 0700 " 9654-041.06, od SKE V02 " 9654-041.07
D 10 BA 181 " 9654-172.25
D 11 BA 181 " 9654-172.25
D 12 0700 " 9654-041.06, od SKE V02 " 9654-041.07
D 13 BA 181 " 9654-172.25
D 14 5503 Nortron, od BZ 102 ZVI Telefunken
D 15 TD 018 n Bestellv 9654-026.25
D 16 BA 181 " 9654-172.25
D 17 0700 " 9654-041.06, od A14 U General Electric
D 201-204 AA 143 SEL od AA 139 Teletunken
Teletunken
Valvo
Siemens
ITT
Texas
Gezeichnet Netzbetrieb 220V~ Wiedergabe - Stop
SHOWN POSITIONS AT MAINS OPERATION 220V~ PLAYBACK - STOP
POSITION MONTREES EN FONCTIONNEMENT SECTEUR 220V~ LECTURE - STOP
RAPRESENTATO TENSIONE DI ESERCIZIO 220V~ ASCOLTO - STOP
Betriebsspannung gemessen gegen Punkt 31 (Masse) mit MULTAVI HO 33kΩ/V bei Netz „Ein" 220V~
OPERATING VOLTAGE MEASURED AGAINST POINT 31 (GROUND) WITH INSTR. MULTAVI HO 33kΩ/V ET ON POSITION 220V~
LES TENSIONS DE FONCTIONNEMENT SONT MESUREES PAR RAPPORT AU POINT 31 (TERRE) AVEC VOLTMETRE MULTAVI HO 33kΩ/V L'APPAREIL ETANT MIS SOUS TENSION 220V~
TENSIONE D'USO MISURATA VERSO MASSA AL PUNTO 31 CON MULTAVI HO 33kΩ/V PER UNA TENSIONE DI RETE PARI A 220V~
K Klangregler / TONE CONTROL / REGLAGE DE TONALITE / REGOLATORE DI TONO } 7895-151 01
L Lautstarkeregler / VOLUME CONTROL / REGLAGE DE PUISSANCE / REGOLATORE DEL VOLUME SONORO } 7895-152 01
M Justage der Raststellung ① / ADJUSTMENT OF LOCKING POSITION ① / AJUSTAGE DE LA POSITION ENCLIQUETEE ①
R Ruhestromeinsteller / QUIESCENT CURRENT CONTROL / REGLAGE DE COURANT DE REPOS / REGOLATORE DI CORRENTE DI RIPOSO
T Geschwindigkeitregler / SPEED SELECTOR / SELECTEUR DE VITESSE / REGOLATORE DI VELOCITA } 7895-160 01
U Stabilisierte Spannung / STABILIZED VOLTAGE / TENSION STABILISEE / TENSIONE STABILIZZATA
RM Rücklaufmagnet / REWIND MAGNET / AIMANT DE REBOBINAGE / MAGNETE DI RIAVVOLGIMENTO } 7863-025
ST Startmagnet / STARTING MAGNET / AIMANT DE START / MAGNETE DI AVVIAMENTO } 7863-034
kr Kurzrücklaufkontakt / BACKSPACE CONTACT / AIMANT DE REPETITION / CONTATTO BREVE CORSA DI RITORNO
ws weiß / WHITE / BLANC / BIANCO
bl blau / BLUE / BLEU / BLU
ge gelb / YELLOW / JAUNE / GIALLO
rt rot / RED / ROUGE / ROSSO
gn grün / GREEN / VERT / VERDE
bn braun / BROWN / BRUN / MARRONE
vi violett / VIOLET / VIOLET / VIOLETTO
sw schwarz / BLACK / NOIR / NERO
Änderungen vorbehalten
ALTERATIONS RESERVED
MODIFICATIONS RESERVEES
CON RISERVA DI MODIFICA
GRUNDIG
Diktiergerät
Stenorette SL
Gesamtschaltbild
C
R
Kontakte
CONTACTS

GRUNDIG

Stenorette SL

A. LANGER
H. NIEHUS
H. SEIDEL

Das moderne Diktiergerät mit dem bewährten Tonträger

Die Stenorette SL ist der Nachfolger der bereits millionenfach bewährten GRUNDIG Stenoretten (bezogen auf den Tonträger), vorwiegend der Modelle L und R. Sie bietet einige wesentliche Neuerungen und zeigt sich durch ihre Formgebung und durch die bestechend sachlich-nüchterne Gestaltung (Metall-Look) als die bisher kleinste und wohl auch schönste Stenorette dieser Art. Die Bedienung ist einfach und bürogerecht; alle Diktiervorgänge erfolgen über den Schalter des Fernbedienungsmikrofons, die Abschreibfunktionen von entsprechenden Tasten an der Schreibmaschine. An der neuen Stenorette gibt es nur noch drei Tasten (schneller Rücklauf, Telefonaufnahme, schneller Vorlauf) im Gegensatz zu den fünf Tasten der obengenannten Vorgängertypen.

Die Stenorette SL kann universell eingesetzt werden, d. h. es ist Netz-, Akku- und Autobetrieb möglich. Zum Akkubetrieb dient der Tragekoffer mit einem kombinierten Batterie- und Ladesystem. Für den Autobetrieb ist nur das Einstecken des Kabels 555 in eine 12-V-Autobuchse (Zigarrenanzünder) erforderlich. Aus diesen Gründen konnte auch der Vorgängertyp Stenorette R (Reisegerät) entfallen. Speziell für den Akkubetrieb wurde konstruktiv großer Wert darauf gelegt, mit geringen Kräften und Massen auszukommen, so daß der Stromverbrauch sehr niedrig gehalten wurde.

Das Gerät wurde nach dem neuesten Stand der Technik entwickelt, ist aber so konzipiert, daß die vorhandenen Spulen und Bandcassetten der Vorgänger-Stenoretten uneingeschränkt verwendbar sind. Diese Cassetten und Spulen haben sich bewährt und zeichnen sich durch ihre fast unbegrenzte Lebensdauer aus.

Das Auflegen eines Tonbandes wurde bei der neuen Stenorette SL durch die schlitzfreie Kopfanordnung denkbar einfach gestaltet. Bandzug und Umschlingungswinkel der beiden Köpfe wurden so gewählt, daß auf den Bandandruck verzichtet werden konnte und somit das schlitzfreie Einlegen möglich ist. Der Anfang des Bandes wird aus der Cassette herausgezogen, einfach an den Köpfen vorbeigeführt und in einen der drei vorgesehenen Schlitze der Aufwickelhaspel eingelegt.

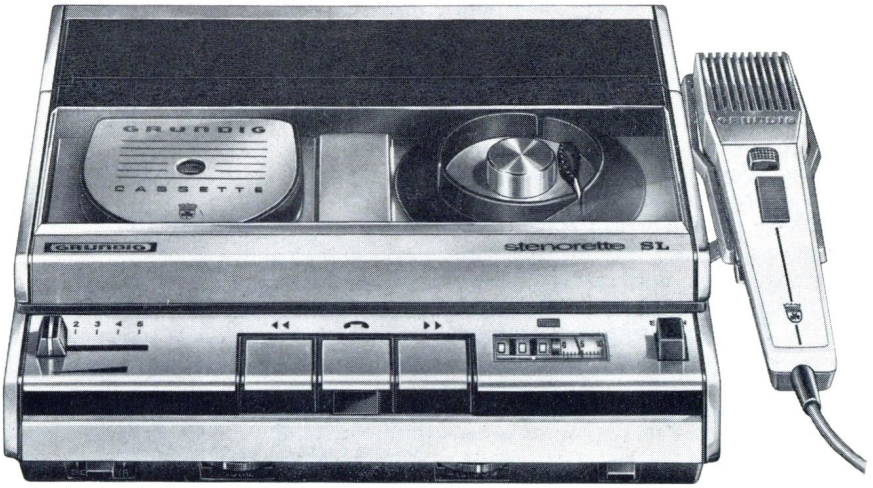


Bild 1 GRUNDIG Stenorette SL mit Mikrofon

Die neuartige Mikrofonablage, links oder rechts am Gerät anbringbar, schaltet den Motor und den Verstärker ab, wenn ein Mikrofon aufgelegt ist. Die drei Geräte-Drucktasten bleiben auch bei aufgelegtem Mikrofon funktionstüchtig.

Neu ist auch das Zählwerk der Stenorette SL. Die Diktatzeit wird von links nach rechts durch drei Zahlrollen in Zehner-Minuten, Minuten und Zehntel-Minuten angezeigt. Ganz rechts befindet sich noch eine Indikatorwalze mit Schraubenlinie, die die Zeit noch in 0,6 Sekunden unterteilt. Sie dient als Korrekturhilfe, denn der gesprochene Text kann silbengenau gestoppt, gelöscht oder nachträglich verbessert werden. Ebenfalls sei noch auf die Einstellbarkeit eines variablen Wiedergabetempos um ± 15 Prozent hingewiesen. Der Phonotypistin wird es dadurch ermöglicht, die Diktiergeschwindigkeit ihrem individuellen Schreibtempo anzugleichen.

Eine weitere Verbesserung bedeutet der gefederte Mitnehmer am Spulenteller. Das Aufrasten war bisher deshalb nicht ganz einfach, weil sich der starre Mitnehmer mit den Schlitzen in der Kassette oder der Tonbandspule nicht immer gleich deckte. Bei der Stenorette SL braucht die Kassette bzw. Spule nur aufgelegt zu werden; nach der geringsten Drehbewegung der Hapsel springt, wie bei den Tonband-Compact-Cassetten, der gefederte Mitnehmer am Spulenteller in die Schlitze.

Einen weiteren Vorteil bildet die neuartige Bandendabschaltung im Rücklauf, die sich sehr günstig auf den Stromverbrauch auswirkt.

Durch Wahl eines stabilen Druckgußrahmens an Stelle des bisher verwendeten Blechchassis wurde eine noch größere Laufruhe des Diktiergerätes erreicht. Außerdem ergaben sich für den mechanischen Aufbau ungleich mehr Möglichkeiten, als sie beim Blechchassis bestehen. Die Verstärkerplatte ist servicegerecht durch ein Kunststoffscharnier ausschwenkbar angeordnet.

Die Stenorette SL weist ein schlagfestes, nicht brennbares Kunststoffgehäuse mit Klarsichtdeckel auf. Alle Betriebsarten sind bei geschlossenem Gehäusedeckel durchführbar.

Mechanik

Das Laufwerk

Das vorliegende Reibradgetriebe, **Bild 3**, das den Bandtransport auf die Aufwickelhaspel bewirkt, zeichnet sich durch seine guten Gleichlaufeigenschaften aus. Die maximalen Werte betragen ± 1 % und sind für

Gesamtschaltung der Stenorette SL Bild 2

ein Diktiergerät außergewöhnlich gut. Der elektronisch gesteuerte Gleichstrommotor mit seiner konstanten Drehzahl überträgt seine Antriebskraft mittels Zwischenrad über zwei Reibräder R I und R II auf die Aufwickelhaspel. Das starrgelagerte Präzisionszwischenrad, das nur einen Radialschlag von 0,01 mm hat, sorgt mit für die notwendige hohe Untersetzung des Getriebes, ohne die guten Gleichlaufeigenschaften zu beeinträchtigen. Als Reibbelag der Reibräder I und II wird ein Kunstgummi aufvulkanisiert, der einen einwandfreien Lauf des Getriebes zuläßt von Temperaturen + 65° C ... − 20° C.

Aufgrund der kontinuierlichen Drehzahlregelung des Motors ist es möglich, die Bandgeschwindigkeit auf den Sollwert exakt einzustellen. Diese Einstellung geschieht mit Hilfe einer Stroboskopscheibe, die im Service-Helfer enthalten und auf das Zwischenrad abgestimmt ist. Bei Beleuchtung mit 50-Hz-Netzfrequenz müssen die Felder stillstehen.

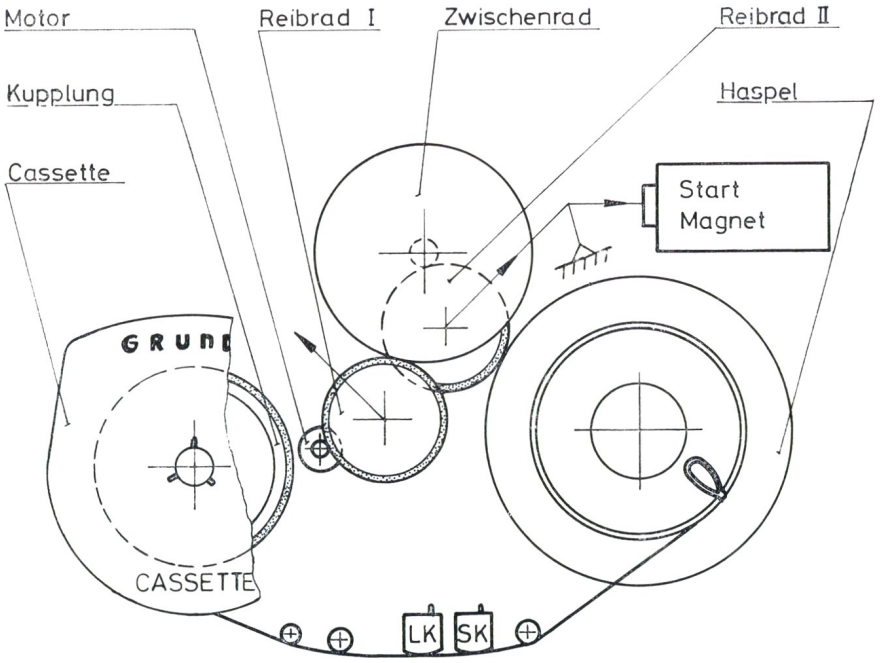


Bild 3 Das Antriebssystem in der Betriebsart „Start"

Startbetrieb (Bild 3)

Ein geräuschgedämpfter Zugmagnet bringt die Reibräder I und II über ein Hebelsystem gleichzeitig in Eingriff.

Beim Betätigen der Schiebetaste am Stielmikrofon auf Start wird der Stromkreis für den Magneten geschlossen und er zieht an. Beim Anziehen bekommt die Magnetspule zunächst ihre volle Anzugspannung.

Wenn der Magnet angezogen hat, öffnet er den Kontakt St 1 und der Stromkreis wird über eine Vorschaltlampe La 2 geschlossen. Auf diese Art wird die Anzugsleistung um Strom zu sparen auf eine Halbeleistung reduziert.

Kurzrücklauf

Eingeschaltet wird die Funktion durch Zurückziehen der Schiebetaste am Stielmikrofon oder Drücken einer entsprechenden Taste an der Schreibmaschine.

Beim Einschalten der Kurzrücklauffunktion zieht der Rücklaufmagnet an und bringt die linke Kupplung mit dem Motor in Eingriff, so daß das Tonband — der Kurzrücklaufzeit entsprechend — 0,4 Sekunden lang zurück in die Cassette läuft.

Arbeitsweise der mechanischen Kurzrücklauffunktion

Bild 4 zeigt den Aufbau der Kurzrücklauffunktion nach einem Kurzrücklaufvorgang.

Der Stößel des Rücklaufmagneten schwenkt den Hebel ① im Uhrzeigersinn soweit aus, bis die Zugfeder ② gespannt ist. Durch diese Spannung wird über den Kurzrücklaufhebel ③ das Kurzrücklaufrad ④ an die Haspelbuchse angedrückt. Da zu dieser Zeit, durch das Zurücklaufen des Tonbandes, die Haspelbuchse rechtsherum läuft, wird das Kurzrücklaufrad ④ mitgenommen, bis es in die vorgesehene Kerbe am Reibbelag einfällt. Damit dieser Zustand erhalten bleibt, wird der Kurzrücklaufhebel ③ über den Riegel ⑥ mittels Zugfeder ⑦ gesperrt.

Durch das Einfallen des Kurzrücklaufrades ④ betätigt der Kurzrücklaufhebel ③ den Federsatz ⑤ und öffnet

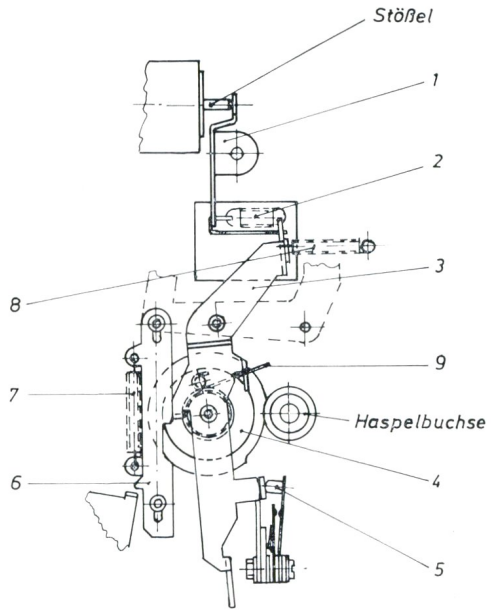


Bild 4 Kurzrücklauffunktion

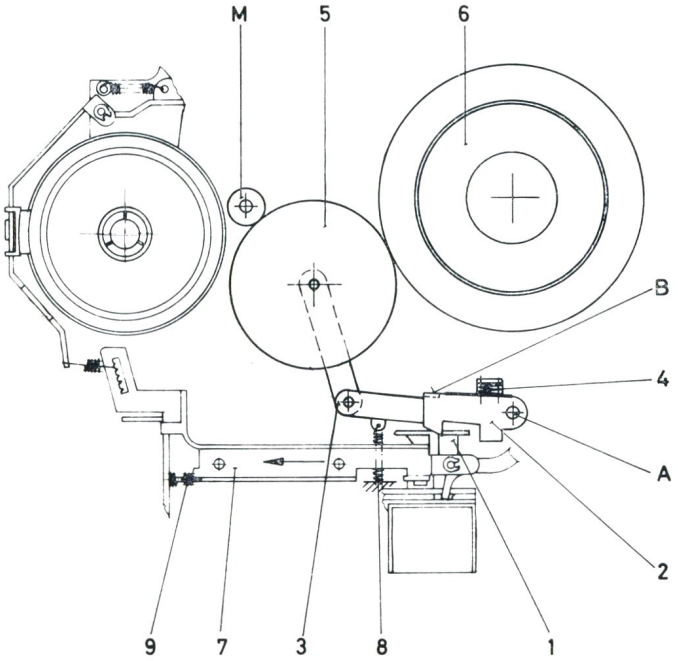


Bild 5 Antrieb für schnellen Vorlauf

den Kontakt. Da der Kontakt ⑤ im Stromkreis der Rücklaufmagnetspule liegt, wird der Magnet stromlos und fällt ab.

Beim Loslassen der Schiebetaste am Mikrofon zieht automatisch der Startmagnet wieder an und das Gerät läuft weiter in Funktion „Start". Die Verriegelung ⑥, die mit dem Startmagneten über den Vorlaufhebel verbunden ist, entsperrt den Kurzrücklaufhebel ③ wieder und das Kurzrücklaufrad ④ wird über die Drehfeder ⑨ wieder in seine Ausgangslage gebracht. Die Zugfeder ⑧ zieht den Kurzrücklaufhebel an seinen Anschlag zurück und der Kontakt vom Federsatz ⑤ wird wieder geschlossen. Nach diesem Vorgang kann eine weitere Kurzrücklauffunktion erfolgen

Technische Daten des Antriebs der Stenorette SL

Drehzahl des Motors:	3000 U/Min.
Drehzahl der Aufwickelhaspel:	14 U/Min.
Bandgeschwindigkeit:	
Bandanfang:	4,7 cm/sec.
Bandende:	6,7 cm/sec.
Umspulzeit einer Cassette:	60 Sekunden
Gleichlauffehler bewertet nach DIN:	± 1 %
Kurzrücklaufzeit:	0,4 sec.
Wiederholsprechzeit:	9 sec.
Bandgeschwindigkeitsregelung nur bei Wiedergabe:	± 15 %

Rücklauf

Der Rücklauf längerer Dauer (z. B. für Rückspulen des Bandes in die Cassette) wird mit der Rücklauftaste betätigt. Die Funktion erfolgt über den Rücklaufmagneten, der die linke Kupplung mit der großen Stufenscheibe des Motors in Eingriff bringt. Die Rücklauftaste rastet ein; durch Drücken der Vorlauftaste läßt sich der Rücklauf beenden, dabei erfolgt der Abfall des Rücklaufmagneten und Bremsung der Haspel, nicht der unmittelbare Übergang in den schnellen Vorlauf, der jedoch nach abermaligem Drücken der Vorlauftaste möglich ist.

Schneller Vorlauf

Beim Betätigen der Taste für den schnellen Vorlauf wird das Reibrad ⑤ mit dem Motor (M) und der Haspel ⑥ in Eingriff gebracht; der schnelle Vorlauf läuft an.

Arbeitsweise **(Bild 5)**:

Das Winkelstück von der Taste ① betätigt den kurzen Gußhebel ② in Richtung Haspel ⑥. Die beiden Gußhebel ② und ③ haben einen gemeinsamen Lagerpunkt A. Die Druckfeder ④ liegt vorgespannt zwischen den beiden Hebeln, wobei ein Anschlagsteg B am Hebel ② gegen den Hebel ③ drückt und damit die Feder ④ in der vorgespannten Lage hält.

Kommt das Vorlaufrad ⑤ mit der Haspel ⑥ und dem Motor (M) in Eingriff, so hebt der Hebel ② vom Hebel ③ ab und die Druckfeder ④ wirkt mit ihrer Andruckkraft auf das Vorlaufrad ⑤.

Gleichzeitig mit dem Andrücken des Vorlaufrades steuert die Taste eine weitere Funktion und zwar wird der Entlastungshebel ⑦ in Pfeilrichtung nach links geschoben. Durch diese Bewegung wird die Kraft der Zugfeder ⑩ auf einen bestimmten Wert reduziert. Diese Kraftreduzierung hat zur Folge, daß das Grundbremsmoment der linken Kupplung bei schnellem Vorlauf kleiner ist als bei Startbetrieb. Unter dem Absatz „Bremsen" ist diese Besonderheit eingehend beschrieben.

Beim Loslassen der Taste bringt die Zugfeder ⑧ die Hebel mit dem Vorlaufrad wieder in Ruhestellung und die Druckfeder ⑨ schiebt den Entlastungshebel ⑦ wieder an seinen Anschlag, um die Kraftreduzierung wieder aufzuheben.

Bremse an der linken Kupplung

Das Bremssystem an der linken Kupplung ist äußerst wirksam und funktionsgerecht in ihrer Wirkungsweise ausgeführt. Für den Startbetrieb — Aufnahme und Wiedergabe — sorgt es für die notwendige Grundbremsung, die für einen richtigen Band-Kopfkontakt benötigt wird.

Wirkungsweise **(Bild 6)**:

Der Lagerpunkt A des Bremshebels ist so angeordnet, daß die Bremse im Startbetrieb selbsteinziehend wirkt.

Dieses System hat den Vorteil, daß bei gleichem Bremsdruck in einer Laufrichtung das Bremsmoment groß und in der anderen Laufrichtung das Bremsmoment klein ist.

In der Stenorette SL ist dieses Bremssystem so angeordnet, daß das große Bremsmoment bei Startbetrieb wirkt, wo es benötigt wird und das kleine Moment im schnellen Rücklauf bzw. Kurzrücklauf herrscht. Damit wird im Rücklauf der Motor geschont und es wird Strom gespart.

Im schnellen Vorlauf läuft das Band in gleicher Laufrichtung wie bei Start. Es liegt in der Natur des Gesetzes, daß bei steigender Geschwindigkeit der Reibungskoeffizient, bei vorliegender Werkstoffpaarung Filz auf Hostaform, größer wird. Auf die Stenorette SL bezogen heißt das, daß bei schnellem Vorlauf das Grundbremsmoment höher wäre als bei Start. Damit die Grundbremsung im schnellen Vorlauf aber kleiner ist als bei Start, wurde eine Zugentlastung ② eingebaut, die beim Betätigen der Vorlauftaste ① den Andruck ③ für den Bremsfilz ④ reduziert.

Mit dieser Besonderheit konnte erreicht werden, daß auch im Vorlauf der Motor geschont wird und der Stromverbrauch äußerst gering ist.

Der Bremsfilz ④ liegt servicegerecht in einer Tasche. Sollte er einmal verschmutzt sein, so kann er ohne Mühe gegen einen neuen ausgewechselt werden.

Haspelbremse

Die Haspelbremse tritt in Funktion bei Halt nach Rücklauf oder nach Kurzrücklauf.

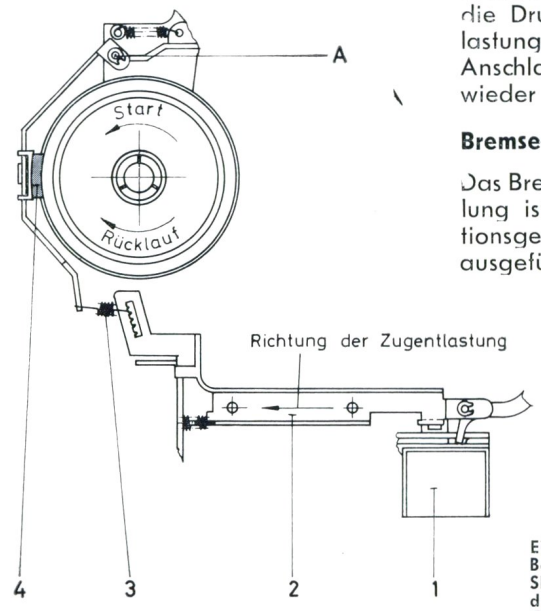


Bild 6 Bremssystem an der linken Kupplung

Eine weitere ausführliche Beschreibung der Stenorette-SL-Laufwerkmechanik bringt das nächste Heft der GRUNDIG Diktiergeräte-Informationen

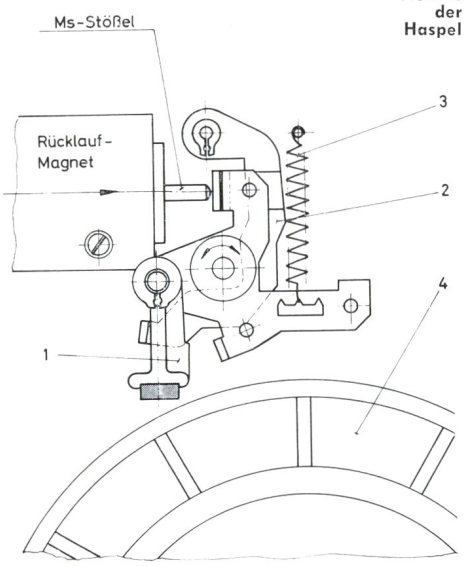
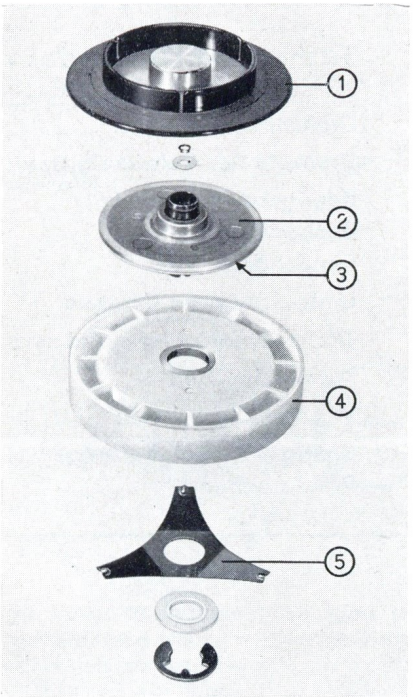


Bild 7 Haspelbremse in Stellung Start

Bild 8 Aufbau der Haspel



Arbeitsweise der Bremse **(Bild 7)**:

Bei der Funktion Start liegt der Bremsbacken ① an seinem linken Anschlag. Wird die Rücklauffunktion eingeschaltet, zieht der Rücklaufmagnet an und bringt mit seinem MS-Stößel über den Mitnehmer ② den Bremsbacken ① in Bereitstellung, liegt aber noch nicht an der Haspel ④ an. Wird nun die Halttaste betätigt, so fällt der Rücklaufmagnet ab und die Bremse ① liegt an der Haspel ④ an und bremst diese ab. Die Zugfeder ③ sorgt für die Andruckkraft des Bremsbackens ①. Durch Umhängen der Zugfeder ③ in drei verschiedene Einhängepunkte wird das Bremsmoment eingestellt.

Diese Bremsanordnung gewährleistet ein sicheres schlaufenfreies Bremsen.

Haspel

Die Aufwickelhaspel dient zum Aufwickeln des Tonbandes, sie ist mit einer Rutschkupplung versehen, die folgende Aufgaben zu erfüllen hat:

1. Beim Anlaufen des schnellen Vorlaufes treten infolge der Beschleunigung hohe Bandzugspitzen auf, die das Tonband dehnen würden. Damit diese hohen Bandzugspitzen nicht auftreten, rutscht die Kupplung am Anfang durch, bis der sanfte bandschonende Übergang zur vollen Vorlaufgeschwindigkeit gegeben ist.

2. Im Startbetrieb rutscht die Kupplung nicht durch. Hier ist das eingestellte Rutschmoment größer, als die auftretenden Bandzüge. Das ist wichtig, damit der Gleichlauf nicht negativ beeinflußt wird.

3. Wenn bei abgelaufenem Tonband im Spielbetrieb nicht abgeschaltet wird, rutscht die Kupplung durch. In diesem Fall wirkt sie als Sicherheitskupplung, damit das Getriebe keinen Schaden erleidet, wie z. B. eingeschliffene Reibräder.

Aufbau der Haspel

Bild 8 zeigt den konstruktiven Aufbau der Haspel. Der Aufwickelteller ① ist so gestaltet, daß er mit drei Kunststoffstegen, die durch einen Federstahlring gespannt sind, auf den Haspelflansch ② aufschnappt. Drei Zapfen am Aufwickelteller ① ragen durch den Haspelflansch ② hindurch und sichern beide Teile gegen Verdrehung.

Unter dem Haspelflansch ② ist ein Wollfilz ③ aufgeklebt, der mit dem Haspelrad ④ aus Ultramid eine ideale Werkstoffpaarung für die Rutschkupplung bildet.

Auf einer schiefen Ebene mit 11 Stufen, die innerhalb des Haspelrades ④ angespritzt ist, liegen die Schenkel der Sternfeder auf. Durch Verdrehen der Sternfeder ändert sich die Andruckkraft des Filzringes und der gewünschte Wert des Rutschmomentes wird auf diese Art eingestellt.

Das Drucktastensystem

Bei der Stenorette SL wurde das Drucktastensystem nicht als kompletter Baustein konstruiert, die Mechanik bildet vielmehr mit dem Chassisrahmen eine Einheit, während sich die Kontaktstreifen auf der Druckschaltungsplatte befinden. Auf diese Weise war es möglich, das Gerät sehr flach zu bauen. Federnde Bolzen an den Drucktasten sorgen dafür, daß die Schiebeschalter einwandfrei gesteuert werden.

Die Taste für die Funktion schneller Rücklauf rastet ein und wird beim Drücken der Vorlauftaste wieder entsperrt, die Taste springt heraus und das Tonband bleibt stehen.

Bandendabschaltung im Rücklauf

Wenn im schnellen Rücklauf das Tonband vollständig in die Cassette zurückgelaufen ist, wird die Funktion abgeschaltet. Das geschieht mit Hilfe eines Bandendabschalthebels, der neben der Aufwickelhaspel steht und mit dem Sperrschieber für die Tasten gekoppelt ist. Durch das gestraffte Band zwischen Haspel und Umlenkbolzen wird der Hebel geschwenkt und entriegelt über einen Sperrschieber die Tasten, so daß die Funktion aufgehoben ist.

Das Zählwerk

Wie aus **Bild 9** zu ersehen ist, erfolgt der Antrieb des Zählwerks von der Haspel aus über Zahnräder. Damit ist gewährleistet, daß der Antrieb schlupffrei arbeitet und die abgelesenen Werte exakt mit der Bandposition übereinstimmen.

Die Übersetzung ist so ausgelegt, daß die Minutenanzeige des Zählwerks bei Funktion „Start" der wirklichen Zeit entspricht. Der Diktierer kann also seine Diktatlänge in Minuten ablesen.

Die ersten beiden Zahlen — links des Zählwerks — geben die Laufzeit in vollen Minuten an. Die dritte Zahl in 0,1 Minute und die Anzeigewalze mit ihrer Skala unterteilt die dritte Zahl nochmal in zehn Teile.

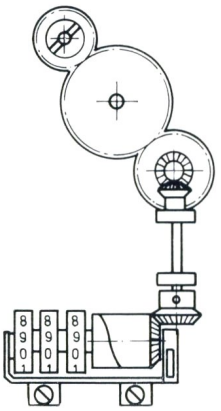


Bild 9 Antrieb des Zählwerks

Mit Hilfe dieser Anzeigewalze ist der Diktierer in der Lage, silbengenaue Korrekturen durchzuführen oder bestimmte Satzstellen zu finden.

Elektrik

Der Motor der Stenorette SL

In der Stenorette SL wird ein kollektorloser Gleichstrommotor als Antriebssystem verwendet. Die bei Gleichstrommotoren üblicherweise vom Kollektor übernommene Kommutierung wird bei diesem Motor von zwei Hallgeneratoren durchgeführt, die in einer entsprechenden Schaltung ein Drehfeld erzeugen, das die Wicklungen des Motors fortlaufend annähernd sinusförmig mit Strom versorgt, so daß sich eine Drehbewegung ergibt. Eine von einer Tachospannung beeinflußte Regelschaltung sorgt für die erforderliche Konstanz der Umdrehungszahl.

Nachfolgend soll kurz das Prinzip des Hallgenerators erklärt werden. Der Hallgenerator ist ein magnetisch steuerbares Halbleiter-Bauelement, das auf den nach dem Physiker Hall genannten Halleffekt beruht. Bei Einwirkung eines Magnetfeldes wird eine annähernd proportionale Spannung erzeugt, deren Polarität von der Polarität des Magnetfeldes abhängt.

Das Hall-Plättchen wird in der Längsrichtung von dem Steuerstrom I durchflossen. Wenn jetzt senkrecht zur Plättchenfläche ein Magnetfeld angelegt wird, so tritt die sogenannte Hallspannung auf, die bei konstantem Steuerstrom von der Richtung und Stärke des Magnetfeldes abhängig ist **(Bild 10)**.

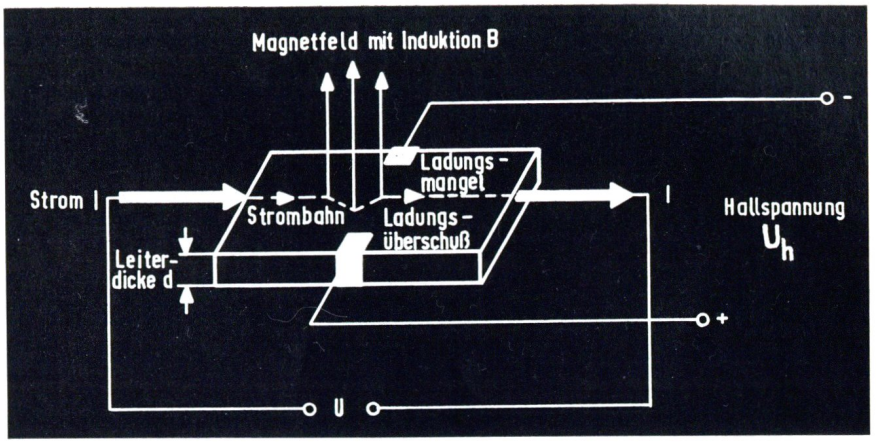


Bild 10 Wirkungsweise des Hallgenerators, ein galvano-magnetisches Bauelement. (Der Halleffekt wurde bereits im Jahre 1880 von dem amerikanischen Physiker E. H. Hall entdeckt.)

Wird das Magnetfeld umgepolt, so ändert sich auch die Polrichtung der Hallspannung. Ohne Magnetfeld ist die Hallspannung Null. Ändert sich die Stärke des Steuerstromes, so ändert sich ebenfalls die Hallspannung. Letzterer Zusammenhang wird bei der Regelung des Stenorette-SL-Motors ausgenutzt.

Es entstehen an der einen Längsseite Ladungsanhäufungen und dadurch eine Potentialdifferenz zwischen den Leiterseiten. Diese Potentialdifferenz wird in der sogenannten Hallspannung U_h ausgedrückt.

$$U_h = C_h \cdot \frac{B \cdot I}{d}$$

Wie man sieht, ist diese Hallspannung direkt proportional zum Magnetfeld B, zum Strom I, zur Leiterdicke d und zur materialabhängigen Hallkonstanten C_h. Als Material wird z. B. Indium-Antimonid verwendet.

Weitere Einzelheiten über das Funktionsprinzip und den Aufbau des Stenorette-SL-Motors bringt ein Beitrag auf den Seiten 953 ... 960 sowie eine Farbbildtafel auf Seite 966 dieses Heftes.

Der ohne Fliehkraftschalter kontinuierlich geregelte Motor zeichnet sich durch große Drehzahlkonstanz und beste Gleichlaufeigenschaften aus. Außer zwei Sinterlagern weist der Motor keine Verschleißteile auf, er besitzt daher eine hohe Lebensdauer.

Damit die Sinterlager ihre guten Laufeigenschaften beibehalten und immer frisches Öl bekommen, besitzen sie ein Öldepot mit Tränkring. Diese Tränkung besteht aus einem synthetischen Öl, das bei Kälte und Wärme gleiche Schmiereigenschaften hat.

Die Motor-Regelschaltung

Im Gesamtschaltbild (auf den herausklappbaren Seiten 943/944 dieses Heftes) ist die komplette Motorelektronik dargestellt. Von den nicht geschalteten Wicklungen wird über die Dioden D 201 bis D 204 die Tachospannung gewonnen und mit der Basis-Emitter-Schwellspannung des Transistors T 206 verglichen. Durch den Regler R 208 ist diese einstellbar (Kontakt m 1 geschlossen = Solldrehzahleinstellung bei eingestecktem Mikrofon). Bis zum Erreichen der Nenndrehzah ist der Transistor T 206 gesperrt. Somit ist T 205 voll geöffnet, und über die Hallgeneratoren fließt der maximale Steuerstrom I. Bei Überschreitung der Solldrehzahl wird durch die Tachospannung des Potentials am Emitter von T 206 immer negativer (oder die Basis positiver gegenüber dem Emitter), und der Transistor schaltet. Er verringert den Basisstrom von T 205; der Transistor wird hochohmiger und regelt den Hallgeneratorstrom I zu kleineren Strömen hin.

Die bei Temperaturänderung auftretende Verlagerung der Schwellspannung der Tachodioden und Transistor T 206 wird durch den NTC-Widerstand R 209 auskompensiert. Der Elko C 203 glättet die Tachospannung bis zu 80 %. Daher reagiert die Regelung sehr schnell auf kurzzeitige Geschwindigkeitsänderungen. Eine Rückkopplung vom Kollektor zur Basis vom Transistor T 205 unterdrückt durch die Kombination R 204 - C 202 Regelschwingungen, die aus dem Zusammenwirken von Mechanik und Elektronik entstehen können. Der Kondensator C 201 verhindert hochfrequente Erregungen.

Verringert sich die Versorgungsspannung, so bekommt die Basis von T 206 über den Widerstand R 214 weniger positive Spannung, und der Innenwiderstand des Transistors wird größer. Dadurch öffnet R 205 noch mehr, und der Steuerstrom über die Hallgeneratoren steigt. Die Hallspannung nimmt zu, und die Schalttransistoren lassen durch die Feldspulen wieder den Strom fließen, der zuvor bei höherer Betriebsspannung vorhanden war.

Im Schaltbild sind noch zwei weitere Trimmwiderstände für die Drehzahl vorhanden: R 66 und R 62. Bei nicht angeschlossenem Mikrofon (Kontakt m 1 offen) und in Mittelstellung von R 62 wird durch R 66 die Solldrehzahl n = 3000 U/Min eingestellt (der Regler R 208 muß vorher abgeglichen sein). Nun läßt sich mit R 62 die Bandgeschwindigkeit in einem Bereich von ± 15 % variieren.

Die Elektronik des Stenorette-SL-Motors ist auf einer separaten Druckplatte aufgebaut und bildet über die Anschlußleitungen eine komplette Bausteineinheit. Der Motor selbst ist zentrisch im Gußrahmen befestigt, die Elektronikplatte hat einen idealen Platz an der Rückwand des Gerätes für eine ausreichende Kühlung ihrer Transistoren bekommen.

Der elektromechanische Antrieb

Bei der Stenorette LS werden die Laufwerkfunktionen „Start - Aufnahme", „Start - Wiedergabe", „Rücklauf" und „Kurzrücklauf" elektromagnetisch gesteuert. Alle Funktionen sind gegeneinander durch Dioden verriegelt. Am Ende von „Schneller Vorlauf", „Kurzrücklauf" und „Schneller Rückauf" wird automatisch der Betriebsfall „Wiedergabe" eingeschaltet. Deshalb kann bei der Stenorette SL auf die bisher übliche Wiedergabetaste verzichtet werden. Bei Rücklauf- und Kurzrücklaufende bremst eine von selbst einfallende mechanische Bremse den Bandlauf. Das Gerät schaltet bei gedrückter Starttaste am Mikrofon GDM 519 sofort auf „Wiedergabe - Start". Beim Ende von „Schneller Vorlauf" muß das Band erst durch die Trägheit der Laufwerksteile abgebremst werden. Deshalb darf der Betriebsfall „Wiedergabe Start" erst geschaltet werden, wenn das Band steht. Diese Zeitverzögerung wird durch den Transistor T 12, den Verzögerungskondensator C 36 und das Relais erwirkt.

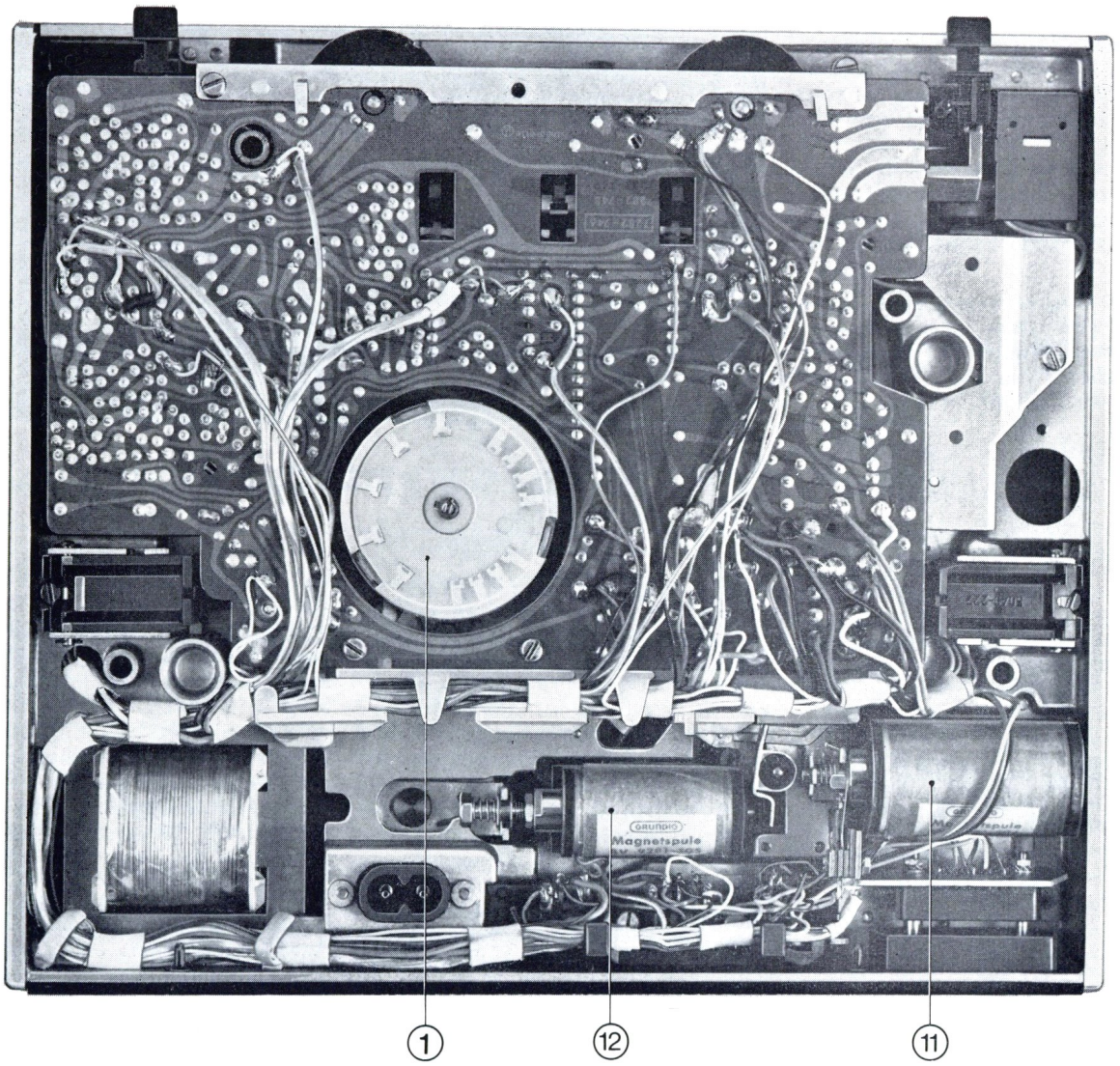


Bild 11 Unteransicht der Stenorette SL bei abgenommener Bodenplatte. Ebenfalls wurde die Abschirmplatte der Verstärkerschaltung entfernt. ① = Motor, ⑪ = Startmagnet, ⑫ = Rücklaufmagnet

Die Aufnahme-Wiedergabeumschaltung erfolgt durch Vielfachrelais mit Doppelgoldkontakten. Bei Netz- und Batterie-Betrieb wird die Gerätespannung durch ein transistorisiertes Netzteil stabilisiert. Der bei gestecktem Netzstecker immer an Spannung liegende Transformator Tr 1 wird im Störungsfall durch einen in die Wicklung eingelegten Thermoschalter vor Temperaturen über 100° Celsius geschützt. Alle Laufwerkfunktionen werden mittels Dioden und Transistoren soweit gegeneinander verriegelt, daß Fehlbedienungen unmöglich sind. Ebenso sorgen Dioden dafür, daß der Verstärker nur bei Wiedergabe und Aufnahme in Betrieb ist. Dadurch werden Störgeräusche bei schnellem Vorlauf und Rücklauf, Bandendsignal und Indexton bei der USA-Ausführung nicht übertragen. Ebenso sorgen Verzögerungsschaltungen dafür, daß Ein- und Ausschaltknackgeräusche vermieden werden.

Der mit Hallgeneratoren und Transistoren gesteuerte Batteriemotor hält die Bandgeschwindigkeit auf ± 2 % konstant. Start und Rücklauf des Gerätes werden elektromagnetisch gesteuert. Das Bandende wird durch einen Summerton akustisch angezeigt. Bei gleichzeitigem Drücken von Telefontaste und Rücklauftaste wird das Band während des schnellen Rücklaufes gelöscht.

Nach Anschluß des am Ladesystem befindlichen Steckers an die Stenorette SL ist die gewünschte Betriebsart — Netz oder Batterie — durch Drehen des Ladeschalters frei wählbar. Die Schalterstellung 3 ermöglicht das Wiederaufladen der Dryfit-Batterie. Das Diktiergerät ist beim Ladevorgang nicht betriebsfähig. Das Aufladen einer leeren Batterie beansprucht ca. 8 Stunden. Das Ende des Ladevorganges wird durch Erlöschen der am Ladegerät befindlichen Lampe angezeigt.

Spannungsstabilisierung mit Ein- und Ausschaltautomatik

Die Voraussetzung für die optimale Dimensionierung aller Bauelemente ist eine gut stabilisierte Betriebsspannung. Die Stenorette SL besitzt zur Stabilisierung eine Regelschaltung, die aus einem Längstransistor T 9 und zwei Steuertransistoren T 10 und T 13 besteht. Die bereits stabilisierte Spannung U von 11,5 V dient als Vergleichsspannung zur Ausregelung der am Eingang ankommenden Versorgungsspannungen vom Netz — 220 V + 15 % − 10 % — und von der Batterie — 11,5 V bis 16 V. Der Innenwiderstand der geregelten Spannung U ist kleiner als 100 mΩ und somit niederohmig genug, um kurze Schaltimpulse der Magnetsteuerung bzw. des Motors kurzzuschließen. Das ist besonders wichtig, um Störimpulse der Steuermagnete und Relais bei Aufnahme und Wiedergabe so gering wie möglich zu halten.

Die Forderung unserer Kunden, ein Gerät mit langer Lebensdauer, insbesondere des Motors, zu erhalten, zwang uns, eine einfache Möglichkeit zu finden, das Gerät bei Diktatpausen einfach abzuschalten, ohne einen zusätzlichen Handgriff vom Kunden zu verlangen. Nachdem die Stenorette SL keine großen bewegten Massen besitzt, die erst zum Spielbetrieb angetrieben werden müssen, und der kollektorlose, hallgeneratorgesteuerte Batteriemotor äußerst schnell seine Nenndrehzahl

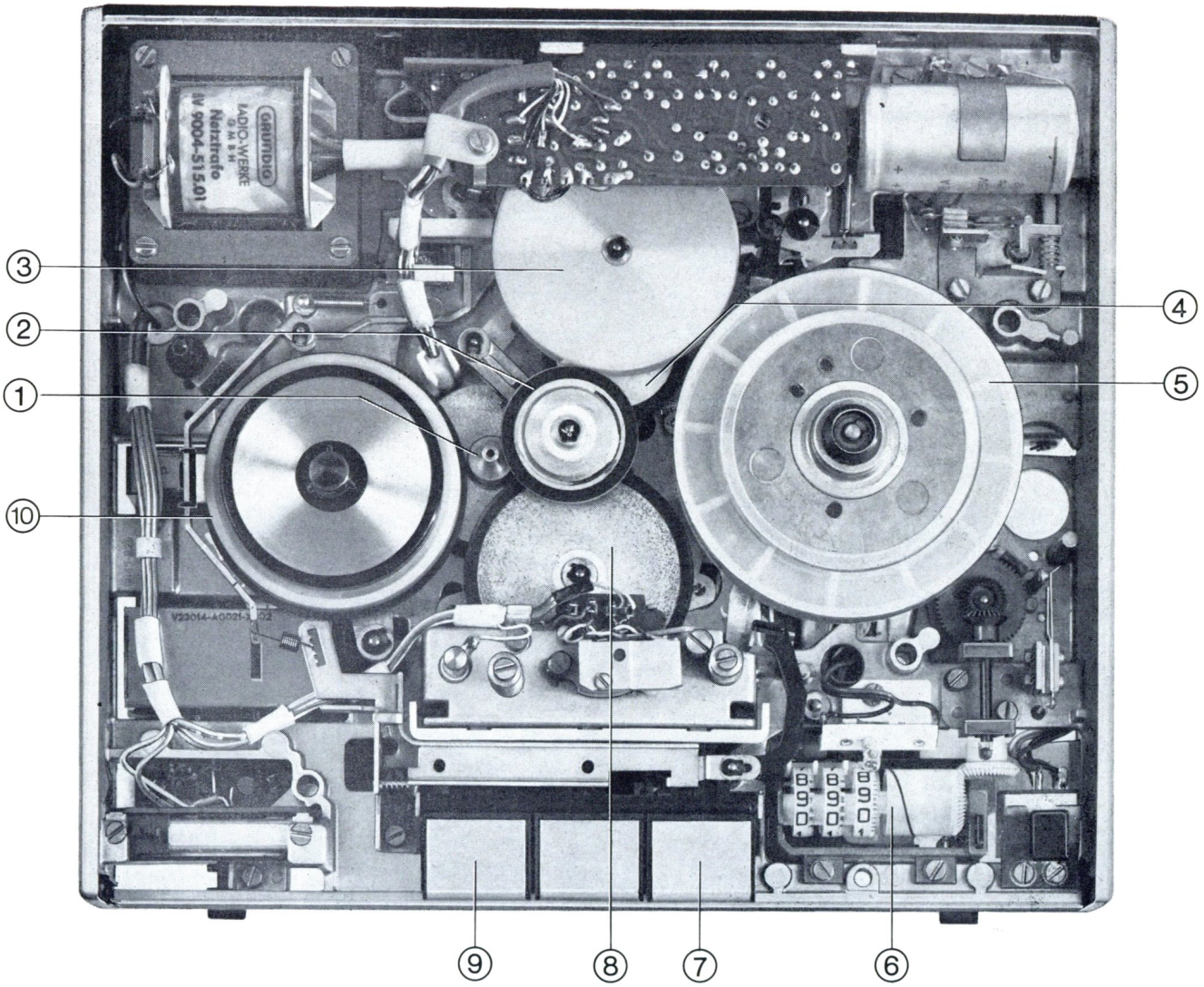


Bild 12 Oberansicht des Stenorette-SL-Laufwerks. ① = Motor, ② = Reibrad I, ③ = Zwischenrad, ④ = Reibrad II, ⑤ = Haspel, ⑥ = Zählwerk, ⑦ = Vorlauftaste, ⑧ = Vorlauf-Zwischenrad, ⑨ = Rücklauftaste, ⑩ = Linke Kupplung

erreicht, wird bei dem Gerät einfach die Betriebsspannung abgeschaltet. Hier wird die Tatsache ausgenutzt, daß ein Transistor sperrt, wenn seine Basisvorspannung gleich Null ist.

Durch Ablegen des Mikrofons GDM 519 in die am Gerät einsteckbare Mikrofonablagegabel wird ein Kontakt MA betätigt, welcher die Basis des Steuertransistors T 13 an Masse legt. Der Transistor wird gesperrt, und der Regeltransistor T 9 erhält ebenfalls keine Vorspannung und sperrt. Die Betriebsspannung U fällt aus. Die Wirkung des MA-Kontaktes wird bei schnellem Rücklauf, schnellem Vorlauf und Telefonaufnahme aufgehoben.

Das Gerät wird in zwei Typen gefertigt, die sich allein durch den Netztrafo und den Spannungswähler unterscheiden. Die eine entspricht den Vorschriften IEC 65 und ist somit für den gesamten europäischen Markt einsetzbar. Die zweite Ausführung ist speziell für den amerikanischen und kanadischen Markt ausgelegt und ist bei uns nicht verwendbar. Die Stenorette trägt an der Geräterückwand die Genehmigungszeichen aller einschlägigen Prüfanstalten.

Die 2,8 mm breite Aufzeichnungsspur sorgt in Verbindung mit der mittleren Bandgeschwindigkeit von 5,5 cm/sec für eine einwandfreie Sprachaufzeichnung bei sehr gutem Störabstand. Das Gerät hat eine nichtabschaltbare Aussteuerungsautomatik. Diese gewährleistet bei nur zwei Empfindlichkeitsstellungen — Diktat und Konferenz — übersteuerungsfreie Aufnahmen.

Verstärkerschaltungen

Der Aufsprechvorgang

Die vom Mikrofon GDM 519 gelieferte NF-Spannung gelangt zunächst auf den zweistufigen Vorverstärker T 1 und T 2. Die Verstärkung dieser Gruppe wird wie üblich im Gegenkopplungszweig geregelt. Sie ist fest eingestellt für die Betriebsfälle Konferenz, Diktat und Telefonaufnahme.

Es kann ohne Übersteuerung des Vorverstärkers ein Eingangsspannungsbereich von mehr als 60 dB verarbeitet werden. Bei Konferenz reichen bereits Eingangsspannungen von 0,1 mV aus, um ein genügend großes Signal für den 4-stufigen Hauptverstärker zu erhalten. Das Band wird hierbei voll ausgesteuert.

Für alle Spannungen, die größer als 0,1 mV sind, würde das Tonband bereits übersteuert werden. Um das zu vermeiden, ist eine Automatik eingebaut, die, angesteuert vom Ausgangssignal des Hauptverstärkers, die Spannung zwischen Vorverstärker und Hauptverstärker auf den für Bandvollaussteuerung notwendigen Wert begrenzt. Die Automatik ist bei der Gerätebeschreibung des Cassetten-Tonbandgerätes C 200 in GRUNDIG Technische Informationen, Heft 4/68, ausführlich beschrieben.

Erstmals wurde bei einem GRUNDIG Tonbandgerät ein neues Aufsprechprinzip, die Reiheneinspeisung angewendet. Das bedeutet, daß der Vormagnetisierungsstrom I_{HF} in die eine Kopfseite, der Signalstrom I_{NF} in die andere Seite eingespeist wird. Es ergibt sich der Vorteil, daß die vom Oszillator zu liefernde Spannung um den am üblicherweise notwendigen Ankoppelkondensator C_k stehenden Spannungsbetrag kleiner sein kann. Die Oszillatorleistung kann kleiner gehalten werden, und die aus dem Gerät austretende Störspannung liegt weit unterhalb der

Bild 13
Herausgeklappte Verstärkerplatine

Grenze, die von der Deutschen Bundespost für die dem Gerät erteilte Funkschutzzeichengenehmigung festgelegt ist. Die für den Aufsprechvorgang notwendige Aufsprechanhebung bei hohen Frequenzen wird bei der Stenorette SL durch den vom Sprechkopf und Koppelkondensator C 25 gebildeten Serienresonanzkreis

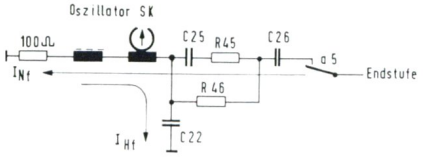


Bild 14 Reihenspeisung von NF- und Vormagnetisierungsstrom

bewirkt. Der Widerstand R 46 ist maßgebend für den geradlinigen Tiefenfrequenzgang, und R 45 ist zur Begrenzung der Höhenanhebung verantwortlich.

Für den Servicetechniker ist im Gerät ein 100-Ω-Widerstand in Serie zur Vormagnetisierungswicklung zum Messen des Aufsprechstromes I_{NF} vorgesehen (Meßpunkt F). Die hierfür nötige Außerbetriebsetzung des Oszillators kann am Punkt G durch Überbrückung von R 51 durchgeführt werden. Die Punkte F und G sind an den Druckplattenrand herausgeführt und zum Ansetzen eines Adaptersteckers vorgesehen.

Bei Einführen des Mikrofonsteckers wird der Kontakt m 1 geschlossen und damit die Temporegelung außer Betrieb gesetzt.

Der Wiedergabevorgang

Für die Wiedergabe besprochener Bandkassetten wird derselbe Verstärker wie bei der Aufnahme benutzt. Das vom Wiedergabekopf gelieferte Signal gelangt über den gegengekoppelten zweistufigen Vorverstärker an die Tonblende R 51, an den Lautstärkeregler R 71 und an den 4-stufigen Hauptverstärker. In der Endstufe kann das Signal auf 300 mW Ausgangsleistung verstärkt werden und entweder über Fernbedienungsmikrofon GDM 519, über Ohrhörer 534 oder 554 bzw. über Lautsprecher 518 a wiedergegeben werden.

Unterdrückung von Störungen der elektromagnetischen Steuerung

Für alle Betriebsarten außer „Start-Wiedergabe" und „Start-Aufnahme", wo der Startmagnet also nicht an Masse liegt, werden die Aufnahmeautomatikdioden D 1 und D 2 über den Widerstand R 12 niederohmig gesteuert, so daß kein Eingangssignal am Hauptverstärker erscheinen kann. Außerdem werden die beiden ersten Transistoren des Hauptverstärkers T 4 und T 5 an der Basis gegen Masse geschaltet, damit sie keine Verstärkung haben. Schaltspannungsspitzen aller Elektromagnete werden durch parallelgeschaltete Dioden auf ein Minimum herabgesetzt. So ist es möglich, die elektroakustischen Störungen, die durch die Laufwerksfunktionen verursacht werden, so weit zu verringern, daß sie den Benutzer nicht mehr stören. Der Einschaltstromstoß des Aufnahmerelais kann ebenfalls nicht stören, weil er nicht auf Band aufgezeichnet werden kann. Der Oszillator schwingt erst an, wenn das Aufnahmerelais sicher angezogen hat, d. h. der Kontakt a_3 geschlossen ist. Die Diode D 15 sperrt andere Stromwege. Da das Gerät ebenfalls wie die Vorgängertypen die Möglichkeit besitzt, im „Schnellen Rücklauf" Bänder zu löschen, wird der Löschkopf auch hier mit Gleichstrom betrieben. Der Löschstrom dient gleichzeitig als Erregerstrom für das Aufnahmerelais, d. h. immer wenn das Aufnahmerelais gezogen hat, werden alte Aufnahmen vom Band gelöscht.

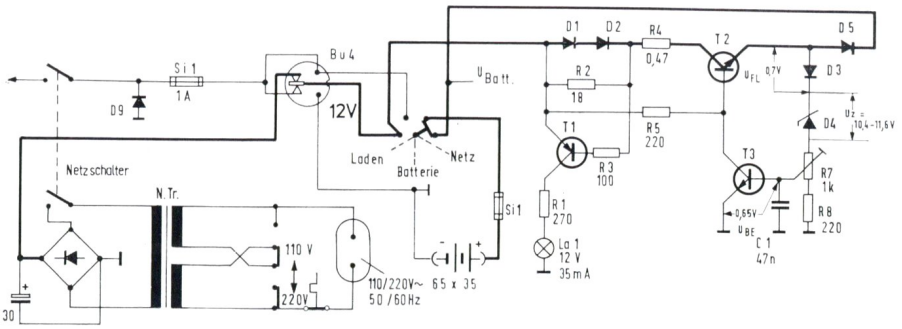


Bild 15 Schaltungsweise des Ladebetriebs

Die Ladeeinrichtung

Wie eingangs erwähnt, ist in dem Tragkoffer 594 Platz für eine 12-V-Dryfit-Batterie, Type 6 S x 3 S der Fa. Sonnenschein, vorgesehen. Im vollgeladenen Zustand der Batterie können 2 Bandkassetten besprochen werden, d. h. die Diktatzeit beträgt mehr als eine Stunde. Die leere Batterie kann mit dem im Batteriekasten untergebrachten Ladegerät 549 während einer Zeit von ca. 8 Stunden wieder aufgeladen werden. Eine rote Signallampe erlischt automatisch wenn der Ladevorgang beendet ist, d. h. wenn der Strom bis auf einen Ladeerhaltungsstrom von ca. 50 mA abgesunken ist.

Arbeitsweise der Ladeschaltung

Das Ladegerät arbeitet nur in Verbindung mit der Stenorette SL. Die Spannung wird unmittelbar am Ladeelko C 30 entnommen. Der Betriebsartenschalter im Batteriekasten steht dabei in Stellung „Laden". Das Diktiergerät ist während des Ladevorganges nicht funktionsfähig. Geladen wird mit einer konstanten Spannung U_{Batt} von 13,5 V an der Batterie. Sie wird durch die Diodenstrecken U_{BE} (T_3) + U_Z (D_4) + U_{FL} (D_3) stabilisiert. D 3 dient zur Temperaturkompensation von D 4. Ist die Batterie entladen, kann sie mit einem niederohmigen Widerstand verglichen werden. Sie belastet die Konstantspannung so stark, daß U_{Batt} sinkt. Dadurch wird auch das Basispotential an T 3 niedriger, so daß der Transistor sperrt. Die Basis von T 2 wird über R 5 somit weiter an die positive Oberspannung von der Stenorette SL geschaltet und T 2 wird leitender. Dadurch wird dann die Spannung U_{Batt} wieder auf den ursprünglichen Wert angehoben, und es kann durch die „niederohmige" entladene Batterie ein hoher Strom fließen. Ist die Batteriespannung auf den maximalen Wert angestiegen, wird die Basis von T 3 positiver, und der Transistor schaltet weiter durch.

Die Basis von T 2 erhält negatives Potential, und der Transistor schaltet so weit ab, bis durch die volle Batterie nur noch der Ladeerhaltungsstrom fließen kann.

Mit dem Regler R 7 werden die Toleranzen der Halbleiterbauelemente soweit ausgeregelt, daß die vom Batterie-Hersteller vorgeschriebene Ladespannung in keinem Fall überschritten wird. Durch die Diode D 5 wird das rückwärtige Entladen der Batterie über das Ladegerät vermieden. Zur Steuerung der Anzeigelampe wird der Transistor T 1 von den Flußspannungen der Dioden D 1 und D 2 auf- und zugeregelt. Bei hohem Ladestrom ist die Flußspannung nahezu 0,7 V an jeder Diode, und der Transistor wird leitend — die Lampe brennt. Im Ladeerhaltungsfall ist der Strom so gering, daß die Diodenspannungen nicht ausreichen, den Transistor zu öffnen.

Die Verstärkerplatine der Stenorette SL ist in beidseitiger Druckschaltungstechnik hergestellt, wie die Bilder 11 und 13 zeigen. Über den Fertigungsvorgang der dabei angewandten chemischen Verkupferung der gedruckten Leiterbahnen wird im nächsten Heft ausführlich berichtet.

Technische Daten Stenorette SL

Stromart:	Wechselstrom 50 . . . 60 Hz, 110/125 bzw. 220/240 V, Gleichstrom 12 V (11,5 . . . 16 V), Minus-Pol am Gehäuse, Netz-Batterieumschaltung durch Einstecken des Batteriesteckers
Sicherungen:	Primär: Thermosicherung für Netzbetrieb Sekundär: 1 A tr. (auch für Batteriebetrieb) Verpolungsschutzdiode für Batteriebetrieb
Leistungsaufnahme:	max. 25 W Netzbetrieb
Stromaufnahme bei 12 V:	max. 1,2 A
Transistoren:	Verstärker 14 Motorregelung 6 } Typen siehe Schaltbild
Dioden:	Verstärker 16 Motorregelung 4 } Typen siehe Schaltbild
Gleichrichter:	1 B 40 C 1000
Kontrollämpchen:	2 x 12 V / 35 mA (eines im Mikrofon)
Bandgeschwindigkeit:	ca. 5,5 cm/s (bei Wiedergabe mit Ohrhörer ± 15 % regelbar)
Diktatzeit:	ca. 35 min (Bandspule) bzw. ca. 30 min (Bandkassette)
Frequenzumfang:	300 Hz . . . 3,5 kHz
Störabstand:	ca. 40 dB
Aufsprechverfahren:	Hochfrequenz-Vormagnetisierung ca. 50 kHz
Löschung:	mit Gleichstrom
Automatik:	Regelbereich bei Aufnahme ca. 40 dB Anstiegzeit ca. 1 sec.
Abmessungen:	250 x 220 x 82 (mm)
Gewicht:	3,3 kg
Ausgangsleistung:	300 mW / 40 Ω
Abschaltautomatik:	Abschaltung am Bandende bei Rücklauf
Kombiniertes Batterie- und Ladesystem:	Dieses Gerät entspricht den Sicherheitssbestimmungen nach VDE 0860 H und somit den internationalen Sicherheitsvorschriften IEC 65 bzw. CEE 1
Ladedauer des Accus:	ca. 8 Stunden, Ladeautomatik vorhanden
Betriebszeit mit einer Ladung:	ca. 1,2 Stunden bei 470 mA mittlerem Entladestrom nach DIN 45 525

H. BRAUNS

Hallgeneratorgesteuerte Vierphasenmotoren in modernen GRUNDIG Tonband- und Diktiergeräten

Elektronische Kommutierung

Seit dem es durch den Einsatz von Transistoren möglich ist, bei Gleichstrommotoren eine Kommutierung anzuwenden, die auf einen Kollektor verzichten kann (siehe frühere Beiträge in GRUNDIG Technische Information), lassen sich die Vorteile der Wechselstrommotoren auch bei Batterietonbandgeräten ausnutzen. Verschleißteile üblicher Gleichstrommotoren, also Kollektor und Bürsten entfallen. Die störende Funkenbildung kann nicht mehr auftreten.

Da die Konstruktionsmerkmale kollektorloser Gleichstrommotoren einen unmittelbaren Vergleich mit herkömmlichen Kollektormotoren erschweren, werden in diesem Beitrag vor allem die Besonderheiten dieser Motoren und ihre Wirkungsweise behandelt, zumal kollektorlose Gleichstrommotoren moderner Bauart, z. B. als langsamlaufende Tonwellenmotoren ausgeführt, in ihrem Aufbau eher den für Direktantrieb von Tonbandgeräten verwendeten Wechsel- bzw. Drehstrommotoren, als normalen Gleichstrommotoren ähneln. Man kann diese Motorenart auch als gleichstromgespeiste, automatischgeregelte Drehstrom-Synchronmotoren klassifizieren. Wie bei Wechselstrommotoren sind die Wicklungen feststehend angeordnet. Der Rotor trägt die Dauermagnetpole (2 oder mehr).

Bei einem kollektorlosen Gleichstrommotor wird die Kommutierung, die sonst der Kollektor vornimmt, durch Hilfsmittel bzw. Bauelemente erreicht, die entsprechend der Winkelstellung des Rotors Steuerspannungen abgeben. Das gemeinsame Merkmal ist die berührungslose Übertragung durch Magnetfelder, sei es nun über Hochfrequenz auf Spulen oder über Permanentmagnete auf Feldplatten oder Hallgeneratoren. Entsprechend der Stärke des Magnetfeldes ändern Feldplatten ihren Widerstand, während Hallgeneratoren eine der Stärke des Magnetfeldes proportionale Spannung abgeben mit einer Polrichtung, die von der Polrichtung des einwirkenden Magnetfeldes abhängt. Gesteuert von der Winkelstellung eines mit Magneten versehenen Rotors, (der zusätzlich Rotor des Motors sein kann oder aber getrennt mitläuft), dienen die Steuerspannungen zum zeitlich aufeinanderfolgenden Einschalten der im Stator des Motors untergebrachten Wicklungen. Regelautomatik-Schaltungen sorgen für eine konstante Umdrehungszahl, unabhängig von Betriebsspannungs- und Laständerungen. Dabei dienen zweckmäßigerweise die jeweils für den Antrieb unbenutzten Wicklungen als Tachogeneratoren. (Es gibt auch ähnliche Motoren mit getrennter Tachowicklung). Die abgegebene Spannung ist der Drehzahl des Motors proportional. Zusammen mit einer Bezugsgröße wird eine Regelspannung gewonnen, die die Stärke der Wicklungsströme beeinflußt und für eine konstante Drehzahl sorgt.

Durch geeignete Eingriffe in die Regelschaltung läßt sich die Drehzahl genau einstellen; es sind auch mehrere Drehzahlen durch entsprechende Auslegung der Regelschaltung auf rein elektrischem Wege möglich. Prinzipiell lassen sich derartige Gleichstrommotoren, wie auch Wechsel- bzw. Drehstrommotoren, für zwei- oder dreiphasigen Betrieb bauen.

Zweiphasenmotoren, als kollektorlose Gleichstrommotoren ausgeführt, weisen einen ungünstigen Anlauf und ein nicht ruckfreies Drehfeld auf. Dreiphasenausführungen werden bei Wechselstrommotoren und auch bei kollektorlosen Gleichstrommotoren vorgezogen. Sie wurden bereits in großen Stückzahlen als hochfrequenz- oder feldplattengesteuerte Motoren in den GRUNDIG Tonbandgeräten TK 6 L und C 100 L angewandt.

Im Gegensatz zum Wechselstrombetrieb mit seiner sofort beim Einschalten am Motor liegenden Frequenz, bildet sich die Frequenz des Motorenstromes bei kollektorlosen Gleichstrommotoren proportional mit der Drehzahl von Null bis auf den Sollwert. Damit weist der Motor, ähnlich einem Gleichstrom-Kollektormotor, schon unmittelbar nach dem Einschalten eine hohe Anzugskraft auf.

Vierphasen-Betrieb

Grundsätzlich sind Mehrphasenausführungen in Bezug auf Gleichmäßigkeit des Drehwinkels und meist auch des Wirkungsgrades günstiger. Diesem Wunsch kommt die Tatsache entgegen, daß sich bei kollektorlosen Gleichstrommotoren — im Gegensatz zu Netz-Wechselstrommotoren — auch vierphasige Ausführungen realisieren lassen.

Die Anwendung des Hallgenerators mit seinen beiden, von der Polung des steuernden Magnetfeldes abhängigen Spannungs-Richtungen bot sich für einen Vierphasenmotor geradezu ideal an, da zum Steuern der vier Wicklungen bzw. Wicklungsgruppen mit nur zwei Hallplatten auszukommen ist.

Theoretisch käme übrigens ein Vierphasenmotor mit zwei Wicklungen pro Poleinheit aus, wenn eine Wicklungs-Umpolung angewandt würde,

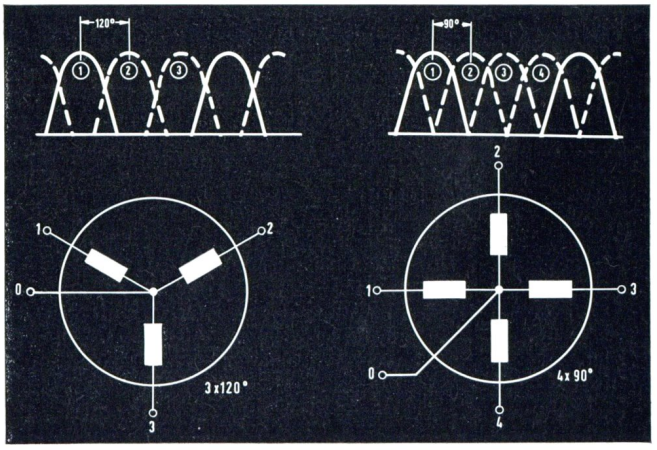


Bild 1
Stromverlauf in den Wicklungen bei kollektorlosen Dreiphasen- und bei Vierphasen-Gleichstrommotoren

wie sie z. B. ein Kollektor vornimmt. Da die Betriebsspannungszuführung aber über Transistoren erfolgt, die an einem festen Punkt der Spannung liegen, werden die Wicklungen nur jeweils in einer Richtung vom Strom durchflossen, da sonst der Aufwand für die Steuerschaltung erheblich steigen würde.

Zweipolmotoren

Die einfachste Ausführung eines mit zwei Hallgeneratoren arbeitenden Vierphasenmotors stellt die Zweipolausführung dar, wie sie auch beim GRUNDIG Batterie-Tonbandgerät TK 2400 FM und bei dem GRUNDIG Diktiergerät-Stenorette SL, allerdings in verschiedener Ausführungsform angewandt wird.

Da sowohl der Motor des TK 2400 FM als auch der Stenorette-SL-Motor nicht zum Direktantrieb dient, sondern über eine hohe Untersetzung die Schwungmasse (bzw. Aufwickelhapsel) antreibt, kann er mit einer hohen Tourenzahl laufen. Er braucht also nur die Mindestpolzahl eines Magneten — 2 — aufzuweisen; das heißt, sein Rotor kann als einfacher Magnet mit Nord- und Südpol ausgeführt sein. Der Stator weist dann, entsprechend des Vierphasenprinzips, vier Wicklungen auf, die nacheinander von den Hallgeneratoren gesteuert über Transistoren eingeschaltet werden, also Strom erhalten. Mit einem Vierphasenmotor wird eine sehr gute Laufgleichmäßigkeit erreicht, denn es ergibt sich ein nahezu kreisrundes Drehfeld.

Aufbau des Stenorette-SL-Motors

Bild 2 zeigt den Aufbau des Motors. Es handelt sich um einen Zweipol-Innenläufer. Der Rotor, welcher als Dauermagnet mit einem Nord- und Südpol ausgeführt ist, befindet sich innerhalb eines feststehenden Spulenkörpers, der vier Wicklungen trägt, die von der Steuerschaltung fortlaufend nacheinander Strom erhalten. Als magnetischer Rückschluß dient ein aus Dynamoblechringen geschichteter Zylinder. Hier sind auch die beiden um 90° räumlich gegeneinander versetzten Hallgeneratoren eingesetzt. Der Motor wird von einem Aluminiummantel umschlossen. Eine Dynamoblechscheibe die außerhalb des Motors unterhalb der Riemenscheibe angebracht ist, verhindert das Austreten störender Magnetfelder in dem Bereich des Wiedergabetonkopfes.

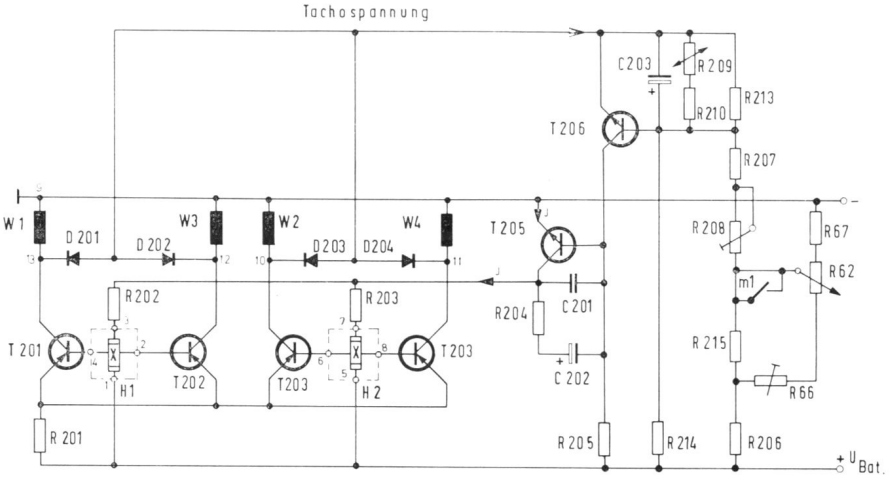


Bild 3 Schaltung des Stenorette-SL-Motors
Das ausführliche Schaltbild befindet sich auf den Seiten 943/944, die Beschreibung des Hallgenerators und der Regelschaltung auf Seite 949 dieses Heftes

Arbeitsweise des Stenorette-SL-Motors

Bild 3 zeigt die Schaltung des Motors einschließlich der Vierphasen-Steuerung durch die beiden Hallgeneratoren. Die einzelnen vier Arbeitsphasen sind in den **Bildern 5 bis 8** dargestellt.

In **Bild 5** ist die erste Phase eines Ankerumlaufes dargestellt. Das Kraftfeld des Nordpols bewirkt am Anschluß 2 des Hallgenerators H 1 ein negativ gepoltes Hallspannungsmaximum, so daß der Transistor T 201 aufschaltet. Der ebenfalls am Hallgenerator H 1 liegende Transistor T 202 ist gleichzeitig völlig gesperrt.

Die in vier Farben gedruckte Bildtafel auf Seite 966 dieses Heftes (Bilder 5, 6, 7 und 8) zeigt die einzelnen Umlaufphasen des Stenorette-SL-Motors.

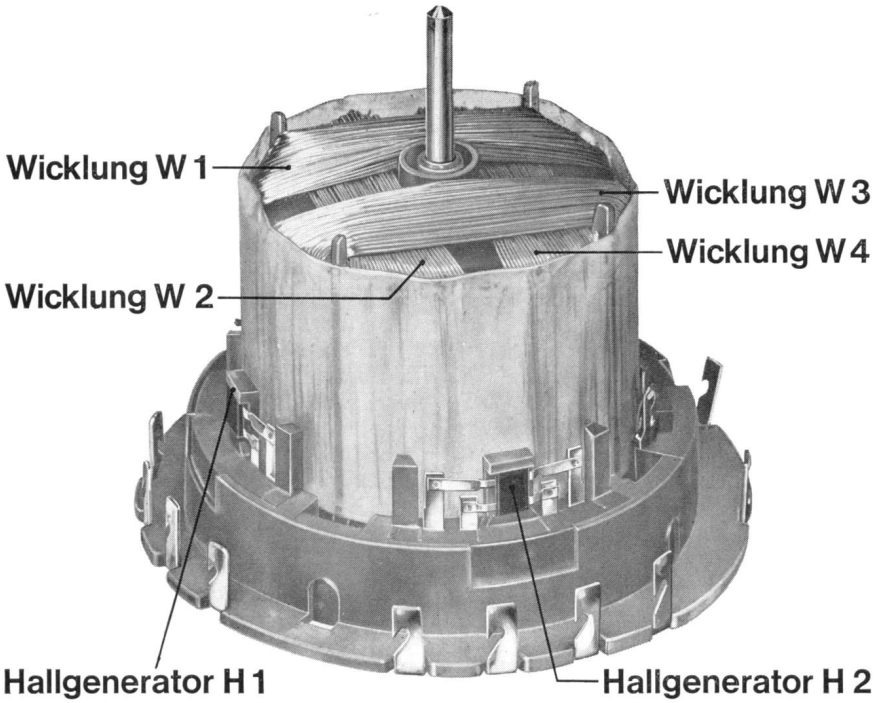


Bild 2 Anschlüsse des Stenorette-SL-Motors

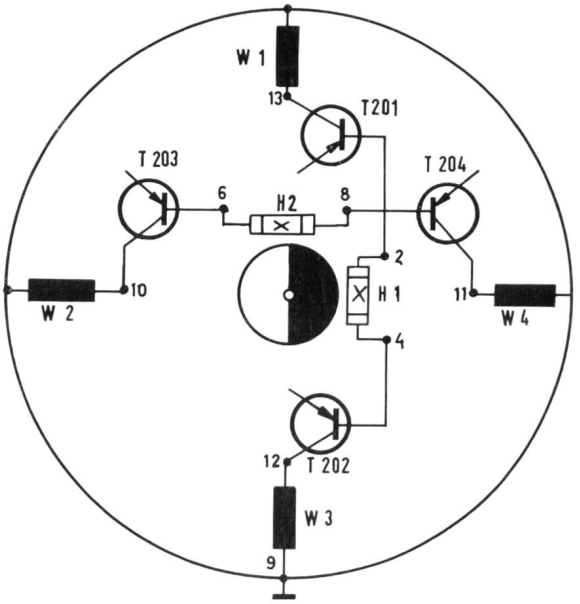


Bild 4
Wirkungsweise der magnetfeldgesteuerten Hallgenerator-Wicklungseinschaltung

Die beiden anderen Schaltverstärker sind nahezu gesperrt, da sich der Hallgenerator H 2 während dieser Zeit im neutralen Magnetfeld des Ankers befindet und somit keine Hallspannung abgibt.

Durch das Magnetfeld der geschalteten Spule L 1 erfolgt nun eine Drehbewegung des Ankers um 90° **(Bild 6)**. Dadurch entsteht am Punkt 6 des Hallgenerators H 2 ein negativ gerichtetes Spannungspotential. Dieses öffnet den Transistor T 203. Alle übrigen Transistoren sind wieder gesperrt. Der Rotor dreht sich weiter zur Position 2 nach **Bild 7.** Jetzt übernimmt der Südpol des Ankers die Steuerung des Hallgenerators H 1, so daß sich die Polarität der Spannung umpolt. Am Anschluß 4 entsteht also eine Minusspannung. Der Transistor T 202 wird aufgesteuert, während alle anderen wieder gesperrt sind **(Bild 8)**.

Somit kann sich der Anker in die Stellung 4 drehen. Der jetzt vom Südpol beeinflußte Hallgenerator H 2 gibt nun am Anschluß 8 eine Minusspannung ab, die den Transistor T 204 aufschaltet. Dieses geschieht halbwellensinusförmig. Steht der Anker genau zwischen zwei Wicklungen, dann werden diese jeweils nur noch von dem halben Schaltstrom durchflossen. Beide sind aber an der Drehmomentbildung zugleich beteiligt und ergeben zusammen wieder das Drehmoment einer voll geschalteten Spule. Das Drehmoment des Vierphasenmotors ist daher in jeder Stellung des Rotors praktisch konstant.

Die Funktion dieses Zyklus läßt sich sehr einfach durch Strommessungen an den vier Wicklungen veranschaulichen, wenn man die Motorachse festhält und nur ganz langsam drehen läßt. Damit ergibt sich auch bei Servicearbeiten eine gute Prüfmöglichkeit. Dieser Funktionstest ist durch die spezielle Funktion des Hallgenerators uneingeschränkt möglich, nämlich seine Spannungsabgabe proportional des einwirkenden magnetischen Feldes, selbst im Ruhezustand.

In den **Bildern 5 bis 8** sind neben den Motorfunktions-Darstellungen auch die Wicklungs-Stromverläufe abgebildet. Die Einschaltzeit des Wicklungsstromes im Verhältnis zur Strom-Ruhezeit (Nullinie), in der die übrigen Wicklungen nacheinander Strom erhalten, hängt von der Art und Dimensionierung der von den Hallgeneratoren gesteuerten Transistorschaltung ab. Der Stromverlauf erfolgt meist in Form einer abgeflachten Sinus-Halbwellenkurve; es kann infolge des Einwirkens der Gegen-EMK und der von der Tachospannung beeinflußten Regelung zu einer Einbuchtung in Nähe der Kurvenmitte (ähnlich einer Bandfilterkurve) kommen. Die Funktion des Motors wird dadurch aber nicht nachteilig beeinflußt. **Bild 9** zeigt die Feldlinien-Durchflutung bei einem Zweipolmotor.

Motoren mit niedrigen Drehzahlen

Wird bei Erhaltung eines guten Wirkungsgrades und gleichmäßiger Winkelgeschwindigkeit eine niedrige Drehzahl gefordert, z. B. zum Direktantrieb des Tonbandes unter Umgehung eines Schwungmassen-Untersetzungsgetriebes, so muß — wie von früheren GRUNDIG Tonbandgeräten bekannt — bei Synchron- oder Asynchron-Wechselstrommotoren die Polzahl erhöht werden. **Die Polzahl darf mit der Phasenzahl nicht verwechselt werden.** Es lassen sich ebenso bei kollektorlosen Zwei-, Drei- und Vierphasen-Gleichstrommotoren mehrere Pole pro Umdrehung (360°) gleichmäßig aufgeteilt anwenden. Die Anzahl der Einzelwicklungen ergibt sich aus der Polzahl multipliziert mit der Phasenzahl.

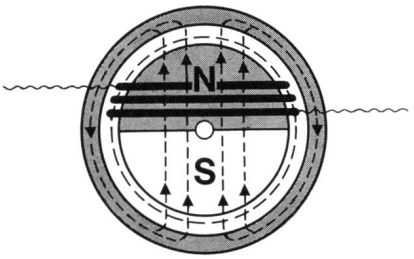


Bild 9 Feldliniendurchflutung beim zweipoligen Stenorette-SL-Motor

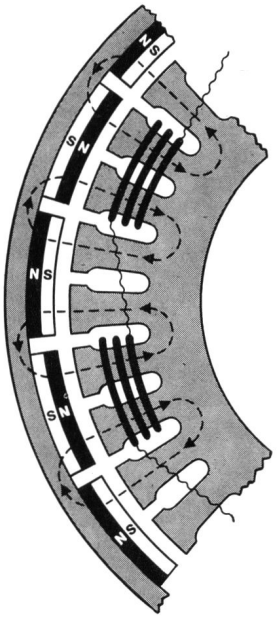


Bild 10 Feldliniendurchflutung beim 16-poligen TK-3200-Motor

Ein zweipoliger Wechselstrommotor in Synchronausführung weist z. B. bei 50 Hz eine Drehzahl von 50 U/sec bzw. 50 · 60 = 3000 U/Min auf, ein vierpoliger 1500 U/Min, ein achtpoliger 750 U/Min usw. Bei Direktantrieb-Tonbandgeräten mit der Bandgeschwindigkeit von 9,5 cm/sec. (z. B. TK 5) wurden 12-polige Motoren verwendet. Die Umdrehungszahl betrug ca. 500 U/Min. Das Wickeln wird mit höherer Polzahl natürlich aufwendiger, denn es werden pro Polzahl jeweils zwei Wicklungen benötigt. Daher sind Mehrpolmotoren stets teurer.

Einfache Drehzahlumschaltung und Drehzahländerung

Bei Wechsel- bzw. Drehstrommotoren der Asynchron- oder Hysteres-Synchronbauweise läßt sich bei gegebenem Wellendurchmesser eine Drehzahlverdoppelung oder -Halbierung durch eine elektrische Umschaltung der Polzahl und zwar nur im Verhältnis 2:1 bzw. 1:2 erreichen. (Das gilt streng genommen nur für Synchronmotoren; bei Asynchronmotoren, deren Drehzahl zwar im wesentlichen ebenfalls von der Netzfrequenz aber infolge des Schlupfes außerdem noch von der Betriebsspannung und der Last abhängig ist, ist nur annähernd ein exaktes 2:1 bzw. 1:2 Verhältnis zu erreichen).

Es gibt auch vereinzelt (z. B. bei Vollmer-Studio-Tonbandmaschinen) Wechselstrommotoren mit dreifach umschaltbarer Polzahl, für die Bandgeschwindigkeiten 19-, 38- und 76 cm/sec, doch sind diese Ausführungen schon sehr kompliziert und benötigen eine große Anzahl von Umschaltkontakten. Synchronmotoren mit eingesetzten Dauermagneten im Rotor (synchronisierte Asynchronmotoren) werden nicht polumschaltbar gebaut. Bei Hysterese-Synchronmotoren ist dagegen eine Polumschaltung möglich (z. B. Papst Außenläufermotoren 6/12-Pol (19/38 cm/sec) für Studio-Tonbandgeräte.

Im Gegensatz zu Wechsel- bzw. Drehstrommotoren sind kollektorlose Gleichstrommotoren nicht an eine bestimmte Frequenz der Speisespannung gebunden; diese darf durchaus niedriger oder höher als die 50- bzw. 60-Hz-Netzfrequenz sein. Bei Wechselstrommotoren (Synchron- oder Asynchron) läßt sich durch Änderung der Frequenz zwar ebenfalls eine Änderung der Drehzahl erreichen, doch ist dieses mit einen unverhältnismäßig großen Aufwand verbunden. Dazu wäre ein Tongenerator mit nachgeschaltetem Kraftverstärker erforderlich. Diese Methode wird manchmal bei Hammondorgeln, die für 60 Hz gebaut sind, angewandt, um sie am 50-Hz-Netz betreiben zu können oder um eine sehr genaue Stimmung bzw. Stimmungsänderung zu erreichen. Auch bei speziellen Studiotonbandgeräten wird z. B. zur Erzielung von bestimmten Effekten oder Tonartverschiebungen eine Betriebswechselspannung mit veränderbarer Frequenz für den Tonwellenmotor benützt.

Verglichen mit dem dazu erforderlichen Aufwand ist die Drehzahl-Umschaltung oder -Änderung bei kollektorlosen Gleichstrommotoren dagegen sehr einfach und ohne nennenswerte Kosten möglich, da nahezu alle Schaltelemente ohnehin für die Kommutierung und Drehzahlkonstanthal-

tung vorhanden sind. Es brauchen lediglich innerhalb der Regelschaltung Widerstandwerte umgeschaltet zu werden. Als Beispiel sei der hallplattengesteuerte Motor des GRUNDIG Batterietonbandgerätes TK 2400 FM genannt. Dieses Gerät arbeitet mit indirektem Antrieb, also schnellaufendem Motor und Schwungmasse an der Tonwelle. Die beiden Bandgeschwindigkeiten 4,75- und 9,5 cm/sec. werden auf rein elektrischem Wege durch einen Umschalter innerhalb der Regelschaltung gewählt. Bei 4,75 cm/sec läuft der zweipolige Vierphasenmotor des TK 2400 FM mit 1500 U/Min., bei 9,5 cm/sec. mit 3000 U/Min. Entsprechend beträgt die Frequenz der Motorspannung 25- und 50 Hz. Bei Umspielbetrieb wird die Regelautomatik außer Betrieb gesetzt, so daß der Motor mit der erhöhten Drehzahl von 3700 U/Min. läuft. **Bild 11** zeigt die Motoren-Schaltung des TK 2400 FM.

Ein wesentlicher und im Zeichen eines weltweiten Handels ganz besonderer Vorteil ist die Unabhängigkeit der mit kollektorlosen Gleichstrom-Geräten und eingebautem Netzteil ausgerüsteten Tonband- und Diktiergeräten von der Netzfrequenz. Ohne Umschaltung lassen sich die Geräte sowohl am 50- als auch 60-Hz-Netz betreiben, wobei der Vorteil des automatischen Ausgleichs von Netzspannungsschwankungen als weiterer Pluspunkt hinzukommt. Die guten Laufeigenschaften und die sehr einfache Geschwindigkeitsumschaltung auf elektrischem Wege, die jeden Zwischenwert einzustellen erlaubt, machen den kollektorlosen Gleichstrommotor auch zunehmend beliebter bei hochwertigen Plattenspielern, wo die Drehzahlen nicht in einem ganzzahligen Verhältnis stehen.

Es ist einleuchtend, daß bei Verwendung von Einstellwiderständen absolut exakte Drehzahlen bzw. Abstufungen erreichbar sind. Bei der Stenorette SL wird auf diese Weise eine von Hand einstellbare Bandgeschwindigkeitsänderung bei Wiedergabe erreicht, um eine Anpassung der Phonotypistin an die unterschiedlichen Diktattempi zu ermöglichen. Dafür sind ± 15 % ein geeigneter Wert.

Ein weiterer Vorteil des kollektorlosen Gleichstrommotors bei Tonbandgeräten besteht darin, daß beim Umspulbetrieb die Regelautomatik des Motors außer Betrieb gesetzt werden kann, so daß sich eine höhere Drehzahl erreichen läßt. Sie ist der Batteriespannung proportional. So beträgt z. B. die Drehzahl des zweipoligen TK 2400 FM-Motors im Umspulbetrieb 3700 U/Min, die des sechzehnpoligen TK 3200-Motors 1300 U/Min., womit eine kurze Umspulzeit erreicht wird. Zum Drehrichtungswechsel (beim TK 3200 erforderlich) genügt die Umpolung der Hallgenerator-Anschlüsse. Grundsätzlich lassen sich auch drei verschiedene Drehzahlen über einen großen Bereich (z. B. 1:2:4) innerhalb der Regelelektronik wählen, ohne daß die gute Drehzahlkonstanz darunter leidet. Es wird lediglich ein anderes Spannungsteiler-Verhältnis der Vergleichsspannung des Tachoregelkreises eingeschaltet. Der Motor arbeitet dabei mit einer niedrigen bzw. höheren Frequenz. Im Gegensatz zu der erforderlichen Polumschaltung bei Wechselstrommotoren genügt ein einfacher Umschalter innerhalb der Regelschaltung.

Beim GRUNDIG Batterie-Tonbandgerät TK 3200 HiFi werden auf diese Weise die drei Bandgeschwindigkeiten 4,75-, 9,5- und 19,05 cm/sec. gewählt.

Die Frequenz der Motorspannung beträgt bei 9,5 cm/sec ca. 60 Hz. Entsprechend wird sie bei 4,75 cm/sec. um den Faktor 2 niedriger, also 30 Hz, bei 19,05 cm/sec. um den Faktor 2 höher, also 120 Hz.

16-poliger Tonwellenmotor

Der im GRUNDIG Batterie-Tonbandgerät TK 3200 HiFi verwendete Tonwellen-Direktantriebsmotor ist in seinem Wicklungsaufbau vergleichbar mit einem mehrpoligen Wechselstrom-Tonwellenmotor, wie er z. B. in den GRUNDIG Direktantrieb-Tonbandgeräten TK 5, TK 7, TK 8, TK 819, TK 820, TK 920 verwendet wurde. Bei beiden Systemen handelt es sich um Außenläufermotoren, die wegen der erforderlichen relativ niedrigen Drehzahlen mit einer hohen Polzahl ausgeführt sind. Der TK 3200-Motor ist allerdings für Vierphasenbetrieb gebaut, sonst aber mit einem Netz-Synchronmotor entsprechender Polzahl vergleichbar.

Bei einem Wechselstrom-Tonwellenmotor wird die Anzahl der Pole durch die Netzfrequenz und die Bandgeschwindigkeit festgelegt, wobei darauf zu achten ist, daß der Durchmesser der Tonwelle nicht zu gering wird. Es ergeben sich oft „unrunde" Zahlen für den Durchmesser. Beim Motor des TK 3200 wird eine Tonwelle von 4 mm Durchmesser verwendet, da die Frequenz, also die Motordrehzahl, verändert werden kann, sich also auf einen beliebigen Wert mit „unrunder" Zahl bringen läßt. Entsprechend der Beziehung

$$\text{Motordrehzahl} = \frac{\text{Bandgeschwindigkeit} \cdot 60}{\text{Wellendurchmesser}}$$

ergeben sich für die drei Bandgeschwindigkeiten des TK 3200 HiFi folgende Motordrehzahlen:

4,75 cm/sec = 227,5 U/Min,
9,53 cm/sec = 455 U/Min,
19,05 cm/sec = 910 U/Min.

Die vor allem bei den niedrigen Bandgeschwindigkeiten erforderlichen geringen Tourenzahlen erfordern einen 16-poligen Motor, da bei zu geringer Polzahl der Wirkungsgrad stark absinken würde. Bei den bereits erwähnten GRUNDIG Direktantrieb-Netztonbandgeräten (z. B. TK 5 mit 12-Pol-Motor) war die Niedriggeschwindigkkeit 4,75 cm/sec nicht vorhanden. Dazu wäre ein 16-poliger Motor erforderlich gewesen, denn es kann für die Tonwelle eine bestimmte Mindeststärke nicht unterschritten werden. (Bei Netztonbandgeräten ging man daher (und natürlich auch aus Preisgründen) auf den Antrieb mit Schwungmasse und schnellaufendem Motor über.)

Aufbau des TK 3200-Motors

Der 16-polige Vierphasen-Motor des TK 3200 HiFi ist ähnlich eines Außen-

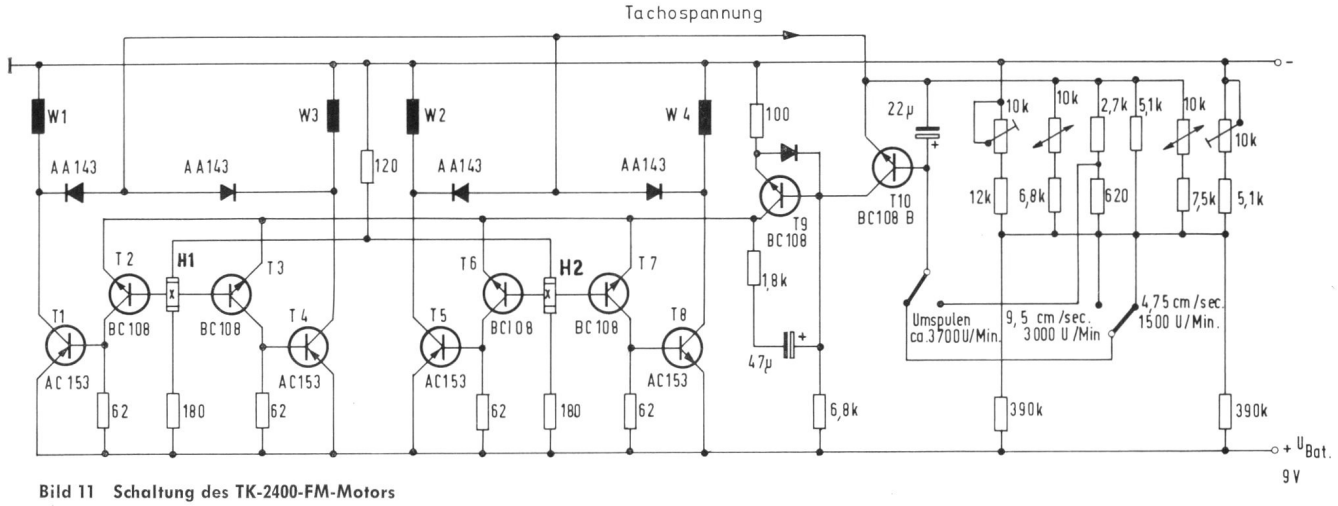


Bild 11 Schaltung des TK-2400-FM-Motors

läufer-Wechsel- bzw. Drehstrom-Synchronmotors aufgebaut. Die Wicklungen befinden sich in Nuten des aus Siliziumeisenblechen geschichteten Stators. Der Rotor ist als Außenläufer ausgebildet. Er besteht aus einer Eisenglocke, die im Innern mit 16 auf gleiche Feldstärke ausgesuchten Ferrit-Permanent-Magneten abwechselnder Polrichtung versehen ist. Sie übertragen das im Stator erzeugte Drehfeld auf die Außenläuferglocke. Gegenüber einem Zweipolmotor (TK 2400 FM oder Stenorette SL) ist beim TK 3200-Motor die achtfache Polzahl vorhanden. Die Ansteuerung der vier Wicklungseinheiten des Stators erfolgt über Hallgeneratoren die über einen gesonderten Magnetring gesteuert werden. Dieser Ferritmagnetring weist abwechselnd je 8 Nord- und Südpolrichtungen auf. Es werden, wie beim TK 2400 FM- und beim Stenorette SL-Motor zwei Hallgeneratoren benutzt, die beim TK 3200-Motor die in den Wicklungseinheiten liegenden Transistoren nicht direkt (wie beim Stenorette-SL-Motor), sondern über Treibertransistoren (wie beim Motor des TK 2400 FM) steuern. Die Hallgeneratoren sind, wie auch bei den Zweipolmotoren des TK 2400 FM und der Stenorette SL, so angeordnet, daß sich der eine von beiden in der neutralen Zone zwischen zwei Magnetpolen befindet, wenn vor dem anderen Hallgenerator ein Magnetpol vorhanden ist.

Im Gegensatz zu den zweipoligen Motoren des TK 2400 FM und der Stenorette SL, ist lediglich, entsprechend der höheren Polzahl, der Winkel der Drehbewegung des Rotors kleiner, wenn die Hallgeneratoren zwischen Nord- und Südpol des Magneten ihre Polarität ändern. Auf die nachgeschalteten Transistoren bezogen, entsteht jeweils abwechselnd ein Spannungspotential, das die Transistoren aufschaltet. Es sei noch erwähnt, daß die Hallgeneratoren beim TK 2400 FM- und beim TK 3200-Motor im Gegensatz zum Stenorette SL-Motor in umgekehrter Polung angeschlossen sind, da durch den jeweils nachgeschalteten Treibertransistor wieder eine Polaritäts-Umkehrung erfolgt. Im übrigen ergibt sich das gleiche Grundprinzip, das unabhängig davon ist, ob eine zwei- oder mehrpolige Ausführung des Motors vorliegt.

Die Verbindung der Kraftlinien des vom Wicklungsstrom im Stator erzeugten und der von den Permanentmagneten im Rotor gebildeten Magnetfeldes beim TK 3200-Motor im Vergleich zum TK 2400 FM- und Stenorette-SL-Motors zeigt **Bild 10**.

Die Spannungen an den Motorwicklungen — an der die Gegen-EMK mitwirkt — weisen einen nahezu sinusförmigen Verlauf auf. Sie werden — nach erfolgter Gleichrichtung — als Tachospannung für die Drehzahl-Regelelektronik herangezogen.

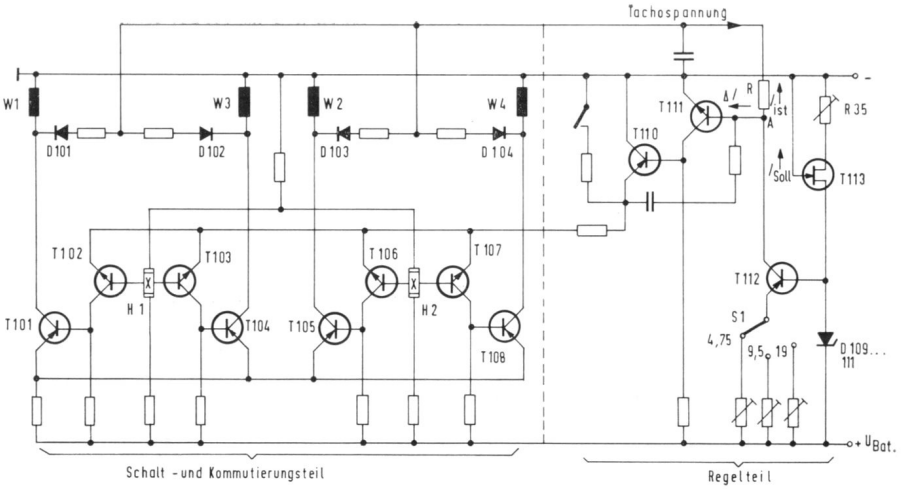


Bild 12 Prinzipschaltung des TK-3200-Motors. Das ausführliche Schaltbild befindet sich auf Seite 962 dieses Heftes

Die Arbeitsweise des TK 3200-Motors

Grundsätzlich arbeitet der 16-polige Motor des TK 3200 genau so, wie der schon beschriebene 2-Pol-Motor des TK 2400 FM und der Stenorette SL. Aus der farbigen Darstellung der **Bilder 13, 14, 15 und 16** auf Seite 966 ist die Wirkungsweise des 16-Pol-Tonwellenmotors an Hand der einzelnen 4 Phasen deutlich zu erkennen.

Der von den jeweils eingeschalteten Wicklungen erzeugte Magnetfluß ist bestrebt, sich mit dem von den Permanentmagneten gebildeten zu vereinigen und bewegt dabei den Rotor um $^1/_{32}$ Umdrehung. Gleichzeitig wird mit dieser Drehbewegung des Rotors aber auch der die Hallgeneratoren steuernde Magnetring um den gleichen Winkel weiterbewegt.

Dieser Zyklus spielt sich, jeweils elektrisch um 90° versetzt, nacheinander in allen vier Wicklungseinheiten ab, so daß sich ein in jeder Winkelstellung des Rotors annähernd konstanter Drehmoment ergibt.

Es ergibt sich also folgender Bewegungsablauf: Auf den Hallgenerator H 1 wirkt der Nordpol des Magnetringes ein, so daß der Hallgenerator eine Spannung abgibt, deren Pluspol am Steuertransistor T 102 zu liegen kommt. Der Endtransistor T 101 wird durchgeschaltet, die Wicklung W 1 (Kontakt 10) erhält Strom. Der Rotor beginnt sich zu drehen, bis der Permanentmagnet vor dem von der stromdurchflossenen Wicklung W 1 zu liegen kommt. Vor dem Hallgenerator H 2, der sich zu Beginn der 1. Drehphase noch im neutralen Feld zwischen zwei Polen befand, befindet sich nun ein Nordpol des Magnetringes, der am Hallgenerator und somit am Vortransistor T 105 eine positive Spannung entstehen läßt, die den Endtransistor T 106 aufschaltet, so daß die Wicklung W 2 Strom erhält. Diese zieht wiederum den Rotor um $^1/_{32}$ Umdrehung weiter. Nun kommt vor dem Hallgenerator H 1 ein Südpol zu liegen, der eine Spannung erzeugt, die umgekehrt gepolt als die der 1. Phase ist. Der Pluspol liegt nun am Steuertransistor T 103, so daß T 104 durchschaltet und Wicklung W 3 Strom erhält.

Der Rotor und somit auch der Magnetring vor den Hallgeneratoren dreht sich weiter; es liegt vor H 2 ein Südpol, so daß am Steuertransistor T 107 eine positive Hallspannung entsteht, die über T 108 der Wicklung W 4 Strom gibt.

Da die Hallgeneratoren bei gleichmäßiger Drehbewegung des Magnetringes nahezu sinusförmig verlaufende Spannungen abgeben, entstehen in den vier Wicklungen nacheinander Stromverläufe, die den Halbwellen von Gleichrichterschaltungen entsprechen. Die viermalige Folge von Halbwellen pro vollem magnetischen Drehbereich ergibt schließlich, unterstützt durch Schrägstellung der Nuten des Stators, ein praktisch gleichmäßiges Drehmoment über den gesamten Winkelbereich von 360°.

In der Praxis verlaufen die Wicklungsströme nicht unbedingt gleichmäßig entsprechend einer Sinus-Halbwelle, vielmehr ergibt sich beim Anstieg ein mehr oder weniger ausgeprägter Einbruch (vor allem bei der niedrigsten Drehzahl 4,75 cm/sec), der vom welligen Verlauf des Drehzahl-Meßwertes (Tachospannung) und der Eigenschaften der Regelautomatik herrührt, die nicht zu träge arbeiten darf. Die Arbeitsweise des Motors wird dadurch aber nicht beeinträchtigt. In der ausführlichen Schaltung **Bild 22** (Seite 962) sind Symmetrier-Einstellglieder vorhanden, über die im nachfolgenden Beitrag noch berichtet wird.

Die Stellung der Hallgeneratoren läßt sich durch eine drehbare Hallgeneratorträger- bzw. Anschlußplatte (**Bild 19**) genau einstellen. Außerdem ist der Hallgenerator H 2 separat einjustierbar.

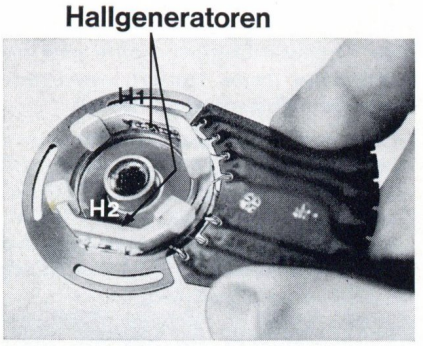


Bild 19 Verstellbarer Hallgeneratorträger mit Anschlußplatte

Geringe Unterschiede der Hallgeneratoren, Kennlinien der Transistoren und der Rotormagnete gleicht die als Schwungmasse wirkende exakt ausgewuchtete Außenläuferglocke des Motors aus. Somit ergeben sich hervorragende Gleichlaufeigenschaften.

Die Regelautomatik hält nicht nur die Drehzahl für die drei Bandgeschwindigkeiten durch Spannungsvergleich mit einem Sollwert konstant, sondern gleicht auch Schwankungen aus, die durch Schwenkbewegungen des Gerätes entstehen (Trudelsicherheit). Wenn beim „Trudeln" die Schwungmasse, also der Rotor konstant weiter drehen möchte, ändert sich die Winkelgeschwindigkeit des Rotors im Verhältnis zum Stator, der die Bewegung des Gerätes mit ausführt. Dadurch ergeben sich sofort entsprechende Änderungen der Tachospannung. Über den Regelverstärker wird nahezu trägheitslos der Strom der Wicklungen beeinflußt, so daß der Rotor seine Drehzahl anpaßt und somit die Relativgeschwindigkeit zwischen Stator und Rotor, die die Bandbewegung zwischen Köpfen und Tonwelle bestimmt, konstant bleibt.

Tonhöhenschwankungen sind kleiner als 0,15 %. Das TK 3200 HiFi-Laufwerk entspricht daher nicht nur der HiFi-Norm DIN 45 500 sondern den strengen Anforderungen, wie sie an Geräte für den Einsatz bei den Rundfunkanstalten gestellt werden.

Die speziellen Daten des TK 3200-HiFi-Motors sind in der **Tabelle 2** aufgeführt (Seite 964).

Weitere aufbautechnische Einzelheiten des TK 3200-Tonwellenmotors

Die **Bilder 17 und 18** zeigen den Aufbau des Motors, die **Bilder 20 und 28** eine Schnittdarstellung.

Das obere Lager des Motors ist so angeordnet, daß es in unmittelbarer Nähe des Bandlaufes, also des Andruckpunktes der Gummiandruckrolle zu liegen kommt. Die Tonwelle weist eine sehr hohe Rundgenauigkeit (Abweichungen max. 1 μm) auf. Unterhalb des oberen Lagers ist die Riemenscheibe für den Antrieb der Spulenteller angeordnet. Der Motor ist von einem Gehäuse aus Aluminiumdruckguß umgeben. Mit seinen drei

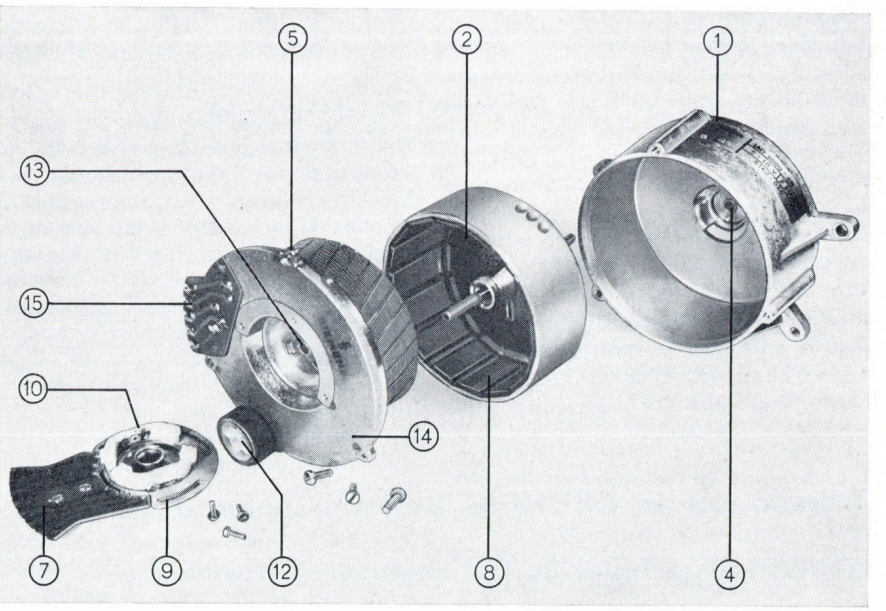


Bild 17 Auseinandergenommener TK-3200-Motor

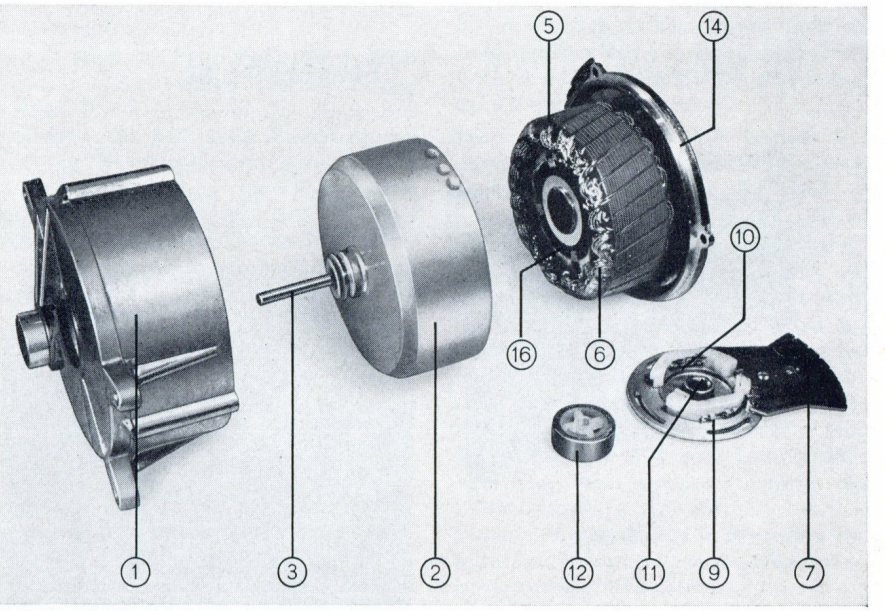
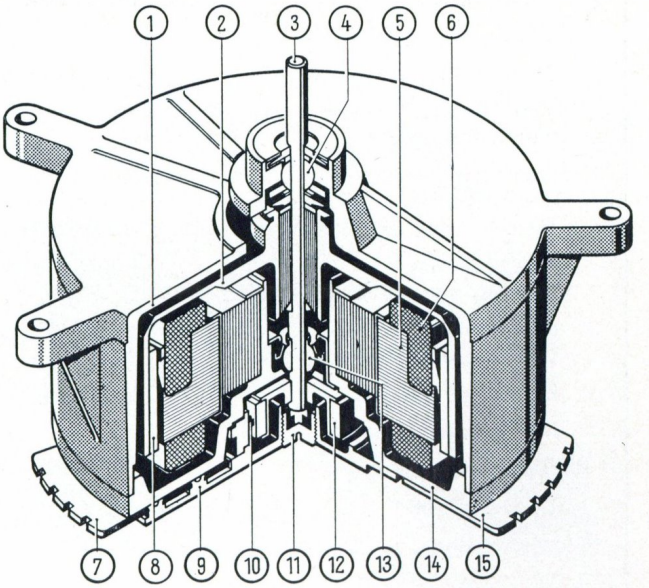


Bild 18 TK-3200-Motor



① Gehäuse
② Glockenläufer
③ Tonwelle
④ Oberlager
⑤ Stator
⑥ Statorwicklung
⑦ Hallgeneratoranschluß
⑧ Läufermagnete
⑨ Steuerkopf
⑩ Hallgenerator
⑪ Spurlager
⑫ Steuermagnet
⑬ Unterlager
⑭ Grundplatte
⑮ Wicklungsanschluß

Bild 20 Aufbau des TK-3200-Motors (Typ 1 AD 90) (Zeichnung: Siemens). Siehe auch Bild 28 auf Seite 964 dieses Heftes

Laschen wird er verwindungsfrei am Laufwerkchassis des Gerätes befestigt. Bei direktantreibenden Tonwellenmotoren muß der Rotor des Motors über ein möglichst engtoliertes Lager starr mit der Platine bzw. dem Kopfträger verbunden sein. Dagegen ist es vorteilhaft, den Rotor so zu befestigen, daß seine Vibrationen abgefangen werden. Selbstverständlich darf sich dadurch nicht die Gleichmäßigkeit der Luftspalte zwischen Stator und den Rotormagneten ändern. Beim TK 3200-Motor ist der Stator in geeigneter Weise über eine Gummidämpfung an der Motor-Grundplatte befestigt (siehe **Bild 28**).

Dadurch wurde eine besonders gute Geräuschdämpfung erreicht.

Der ganze mechanische Antrieb ist kompakt im Motorgehäuse aus Leichtmetallguß zusammengefaßt. Weder Über- oder Untersetzungen noch Drehrichtungsumkehrräder werden benötigt. Durch den direkten Tonwellenantrieb, den Fortfall von Riemen sowie den großen Temperaturbereich von − 20 . . . + 55° C ist auch ein Einsatz unter extremen Bedingungen möglich.

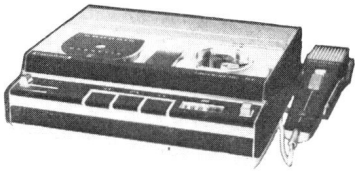
Da der Antrieb, außer den langlebigen Kalotten-Lagern, keine sich abnützenden Teile besitzt, wird eine hohe Betriebssicherheit erzielt.

In der nachfolgenden **Tabelle 1** sind die wesentlichen Motoren-Merkmale der GRUNDIG Geräte TK 2400 FM, Stenorette SL und TK 3200 HiFi nebeneinander aufgeführt, so daß ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede deutlich erkennbar sind.

Über Einzelheiten der Regelschaltung des TK 3200-Tonwellen-Motors berichtet der nachfolgende Beitrag dieses Heftes ausführlich.

Tabelle der in GRUNDIG Batterie-Tonband- und Diktiergeräten eingebauten hallgenerator-gesteuerten Gleichstrom-Motoren.

(Tabelle 1)

TK 2400 FM	Stenorette SL	TK 3200 HiFi
		
Vierphasenmotor	Vierphasenmotor	Vierphasenmotor
Innenläufer	Innenläufer	Außenläufer
2 Pole	2 Pole	16 Pole
Zwei Hallgeneratoren	Zwei Hallgeneratoren	Zwei Hallgeneratoren
Vier Steuertransistoren auf vier Treiberstufen	Vier Steuertransistoren	Vier Steuertransistoren mit vier Treiberstufen
Tachospannung wirkt über Regelschaltung auf die Treiberstufen ein	Tachospannung wirkt über Regelschaltung auf den Steuerstrompfad der Hallgeneratoren ein	Tachospannung wirkt über Regelschaltung auf die Treiberstufen ein
Frequenz der Motorspannung 25 und 50 Hz	Frequenz der Motorspannung 50 Hz	Frequenz der Motorspannung 30 — 60 — 120 Hz
Drehzahlen: 1 500-, 3 000 U/Min.	Drehzahlen: 3 000 U/Min.	Drehzahlen: 227,5-, 455-, 910 U/Min.
Indirekter Antrieb	Indirekter Antrieb	Direktantrieb (Tonwellenmotor)
Motorenhersteller: Siemens	Motorenhersteller: Siemens/Papst	Motorenhersteller: Siemens
Typenbezeichnung: 1 AD 3102-0B	Typenbezeichnung: 1 AD (Siemens) 4108-0B bzw. GI 30.08 (Papst)	(Typenbezeichnung: 1 AD 90)

H. SINNING

Die Drehzahl-Regelschaltung des TK 3200-Motors

Die nachstehende Beschreibung bezieht sich auf die Gesamtschaltung **(Bild 22)** auf der nächsten Seite.

Die Drehzahl des Motors wird in einen proportionalen Strom umgewandelt, den sogenannten Iststrom. Dieser wird in einer Differenzstufe mit einem konstanten Sollstrom verglichen. Je nachdem welcher Strom größer ist, werden die Steuertransistoren die den Wicklungsstrom (und damit wieder die Drehzahl) beeinflussen hoch- oder niederohmiger gesteuert, so daß die einmal eingestellte Motordrehzahl erhalten bleibt. Der Regelkreis ist damit geschlossen.

Die fortlaufende Weiterschaltung der einzelnen Wicklungen, aus der sich die Drehbewegung ergibt, wird bei diesem Elektronikmotor kontakt- und verschließfrei durchgeführt, wie der vorhergehende Beitrag bereits ausführlich erläutert hat.

Die Istwertausgabe (Tachospannung)

An den vier Wicklungssträngen entsteht im geregelten Lauf eine Spannung nach Oszillogramm 1 **(Bild 21)**.

Diese Spannung setzt sich zusammen aus der sinusförmigen Gegen-EMK und der antreibenden Spannung, die durch den Stromfluß durch die Wicklungen entsteht. Die auf den Kuppen sichtbaren scharfen Spitzen entstehen durch Schaltvorgänge.

Der Stromfluß durch alle vier Wicklungen läßt sich als Spannungsabfall am Gegenkopplungs - Widerstand R 101 (Oszillogramm 3) darstellen, da über diesen niederohmigen Widerstand alle Wicklungsströme fließen.

Die Spannungszeitfläche (Osz. 1) ist der Drehzahl des Motors proportional.

Mit den Dioden D 101, D 102, D 103 und D 104 (siehe Schaltbild) erfolgt eine Stromauskopplung. Die Einstellwiderstände R 105 und R 111 beeinflussen die jeweils aus den beiden Wicklungen entnommene Strommenge gegenseitig (siehe Einstellen der Abgleichwiderstände). Der Elko C 107 bewirkt eine Glättung des ausgekoppelten Iststromes und beeinflußt somit die Regelzeitkonstante der gesamten Schaltung. Die Diode D 108 hat bei geregeltem Betrieb keinen Einfluß, da sie in Sperrichtung geschaltet ist. Wenn die Regelung abgeschaltet wird (st 3 geschlossen) begrenzt sie die U_{BE} des Transistors T 111.

Am Meßpunkt ⌀ 22 steht somit ein der Drehzahl proportionaler Iststrom zur Verfügung.

Der Sollwert

Als Sollwert wird ein Gleichstrom mit einer hohen Konstanz benötigt, dessen Wert je nach der gewünschten Drehzahl geändert werden kann. Da der Motor in dem großen Spannungsbereich von 6,4 V bis 10 V einwandfrei arbeiten muß, wurde eine dreifache Stabilisierung gewählt. Zuerst wird die gesamte Regelschaltung durch die Z-Diode D 107 vorstabilisiert.

Dann wird mit dem Feldeffekt-Transistor T 113 ein konstanter Strom gebildet. Ein FET eignet sich dazu besonders, da nur zwei Bauelemente für die Konstantstromschaltung benötigt werden und der Temperaturgang dieser Schaltung bei der kleinen zur Verfügung stehenden Oberspannung günstiger ist als bei einer üblichen Stabilisierungsschaltung.

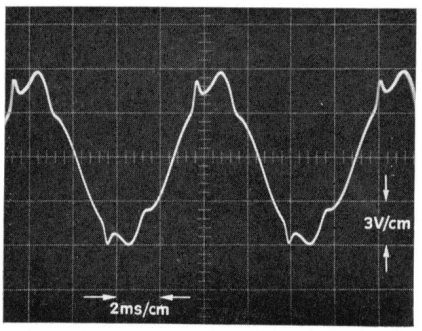


Bild 21 Spannung an einer Wicklung bei 910 U/Min. Oszillogramm 1

Der „N-Kanal-Epitaxial-Planar-Sperrschicht-Feldeffekt-Transistor" BF 245 ist ohne Aussteuerung ($-U_{GS} = 0$) niederohmig. Bei der sogenannten „Pinch-Off-Spannung" ($-U_{GS}$ = ca. 2 V) macht dieser Transistor voll zu.

Mit dem Einstellwiderstand R 135 wird nun ein bestimmter Konstantstrom eingestellt. Will mehr Strom fließen, so wird die $-U_{GS}$ höher und die Drain-Source-Strecke wird hochohmiger, wodurch der Stromanstieg verhindert wird.

Der auf diese Weise stabilisierte Strom fließt nun über drei in Flußrichtung geschaltete Dioden D 109, D 110 und D 111 und erzeugt an diesen eine Konstantspannung.

Der Transistor T 112 bildet nun zusammen mit den unter dem Geschwindigkeitsumschalter befindlichen Widerstandkombinationen eine normale Konstantstromschaltung, wobei die Flußspannung der Dioden als Vergleichsspannung dient. Für jede Geschwindigkeit wird ein anderer Sollstrom benötigt, welcher durch Umschalten der NTC-R Kombinationen erreicht wird. Die Heißleiter- und Widerstands-Werte sind so ausgelegt, daß alle Temperatureinflüsse, wie Temperaturgang der Läufermagnete, der Transistoren und Dioden, Widerstandsänderungen der Statorwicklung usw., fast vollkommen auskompensiert werden.

Am Kollektor des Transistors T 112 steht somit ein extrem konstanter temperaturkompensierter Sollstrom zur Verfügung.

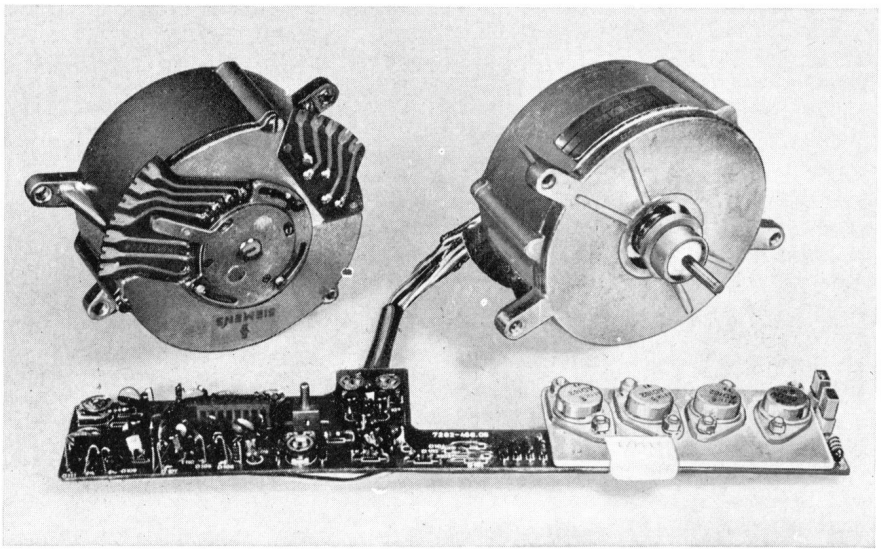


Bild 20 TK-3200-Motor mit Regelelektronik-Platte

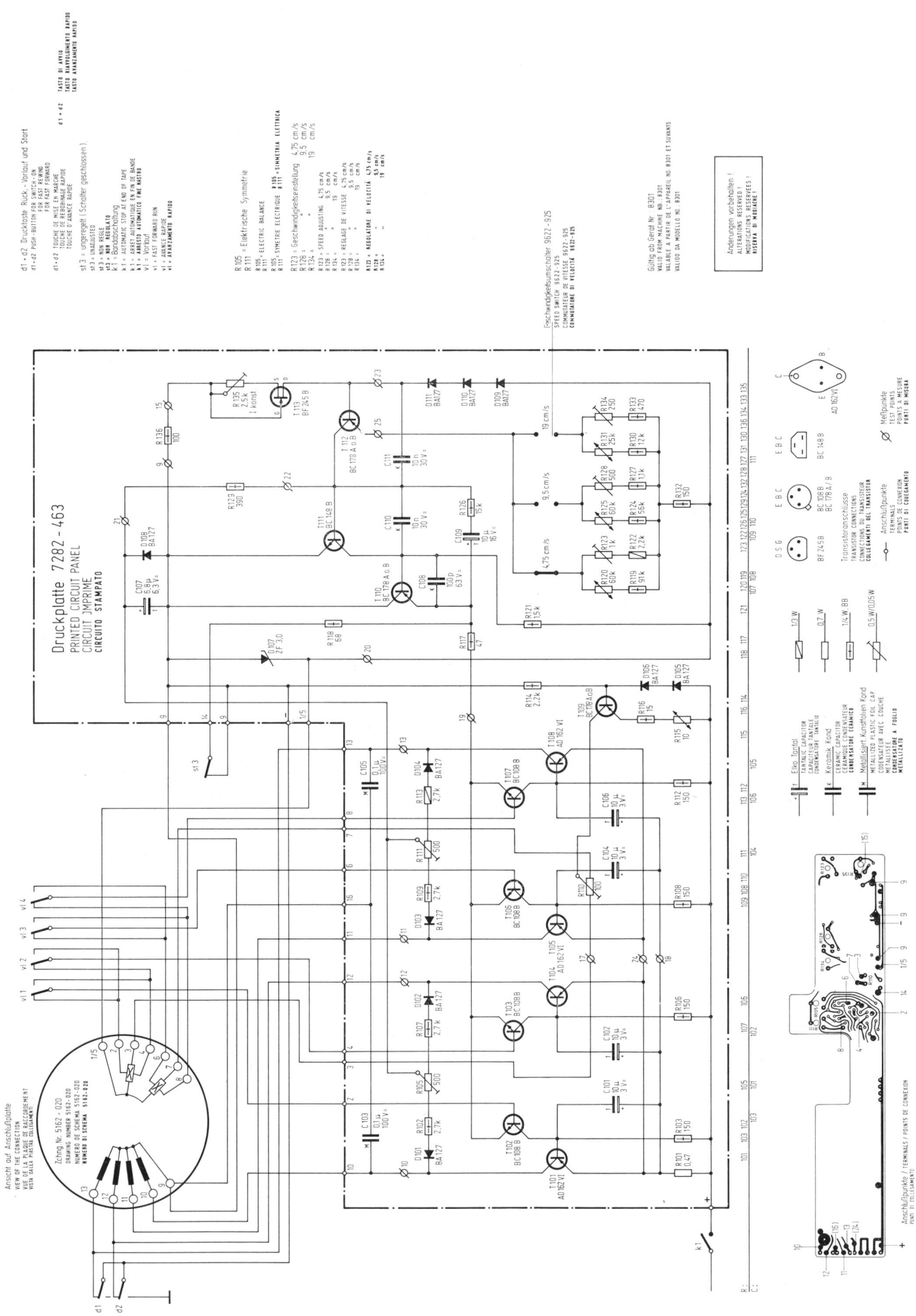


Bild 22 Gesamtschaltung der TK-3200-Motorregelung

Der Sollwert-Istwertvergleich und die Wicklungsansteuerung

Der Transistor T 111 vergleicht nun Soll- und Istwert miteinander. Die Differenz wird durch T 110 verstärkt und über die „Kommutierungstransistoren" T 102, T 103, T 106 und T 107 zur Aussteuerung der Leistungstransistoren T 101, T 104, T 105 und T 108 benutzt. Diese beeinflussen die Wicklungsströme und somit die Drehzahl des Motors; die Regelkette ist geschlossen.

Die Kondensatoren C 108, C 110 und C 111 dienen zur Unterdrückung von hochfrequenten Schwingungen. Die R-C Kombination R 126, C 109 soll Regelschwingungen (Pumpen) verhindern.

Die Wicklungsanschlüsse haben im Schaltbild die Bezeichnung 9 . . . 13. Eine weitere Regelung innerhalb der TK 3200-Motorschaltung soll noch erwähnt werden. Die Hallspannung hat leider bei dem verwendeten Halbleitermaterial (In Sb) einen stark negativen Temperaturgang, der durch die temperaturabhängige Steuerstrom-Schaltung (T 109, D 106, D 105, R 115 und R 116) ausgeglichen wird. Die Schaltung stellt einen Konstantstromgenerator mit einem durch den NTC-Widerstand R 115 gewollten positiven Temperaturgang dar. Mit steigender Temperatur erhöht sich der Steuerstrom und gleicht die abnehmende Empfindlichkeit der Hallgeneratoren aus.

Die Aufteilung des Steuerstromes erfolgt mit dem Einstellwiderstand R 110 (siehe Symmetrierung).

Einstellen der Abgleichwiderstände

Eingestellt werden die drei Drehzahlen und die sogenannte „Symmetrie". Die Messung der Motordrehzahlen kann „über Band" erfolgen wodurch der geringe Schlupf mit berücksichtigt wird oder einfach durch eine Frequenz- bzw. Periodendauermessung an den Wicklungen z. B. mit dem Universalzähler UZ 144 **(Bild 23)**.

Einstell-widerstand	Bandge-schwindig-keit cm/s	Motor-drehzahl U/min	Perioden-dauer ms
R 123	4,75	227,5	32,96
R 128	9,5	455	16,48
R 134	19	910	8,24

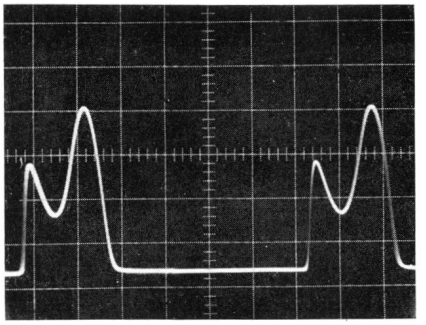


Bild 24 Stromverlauf in einem Wicklungszweig; gemessen an einem niederohmigen Widerstand in der Verbindung Kollektor des Transistors zur Motorwicklung (V = 4,75 cm/sec) Oszillogramm 2

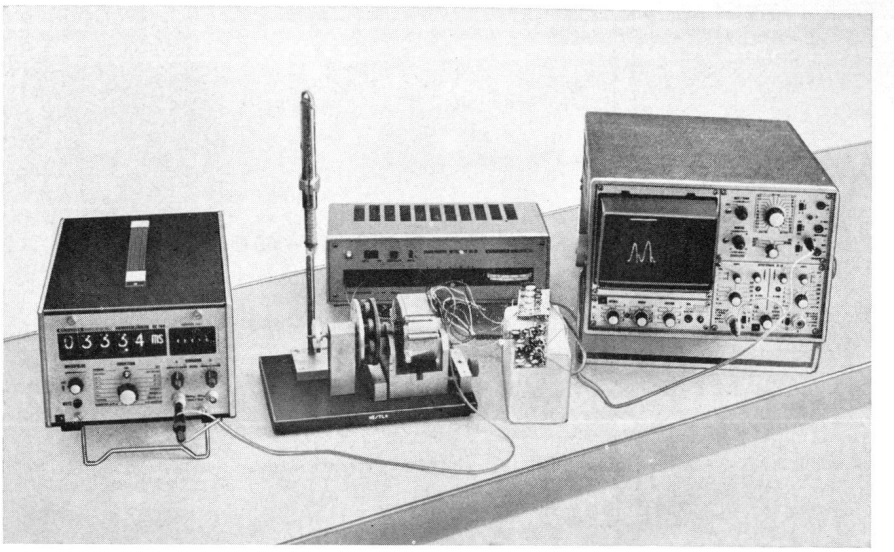


Bild 23 Motormeßplatz (Vorne Mitte: TK-3200-Motor an der Wirbelstrombremse)

Die Drehzahleinstellung beginnt mit 19 cm/s. R 134 wird auf „Mitte" gebracht und dann erfolgt mit R 135 die Grobeinstellung. Die Feineinstellung,

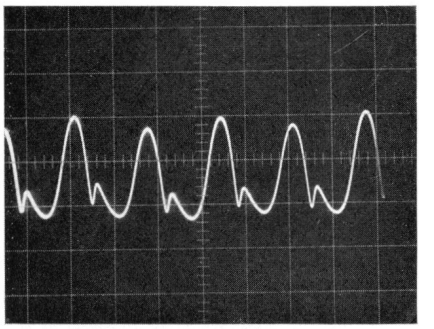


Bild 25 Spannung am Widerstand R 101 bei guter Symmetrierung Oszillogramm 3

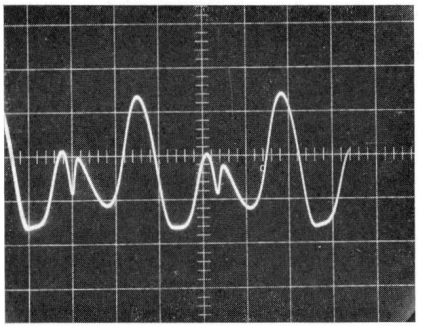


Bild 26 Spannung am Widerstand R 101 bei Hallplattensymmetrie-Fehleinstellung Oszillogramm 4

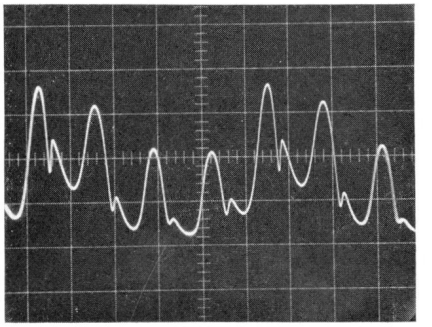


Bild 27 Spannung am Widerstand R 101 bei EMK-Symmetrie-Fehleinstellung Oszillogramm 5

auch für die beiden anderen Geschwindigkeiten, erfolgt dann mit oben aufgeführten Widerständen.

Durch mechanische und elektrische Fertigungs-Toleranzen läuft der Motor nicht „ideal-rund". Ein Ausgleich der Toleranzen erfolgt auf elektrischem Wege durch die Symmetrierung.

Ein Maß für die Güte der Symmetrierung sind die am Widerstand R 101 abgenommenen Stromimpulse. Bei guter Symmetrierung sind die Impulse in Form und Höhe nahezu gleich (siehe Oszillogramm 3, **Bild 25**). Zuerst wird bei 4,75 cm/s mit R 110 die Hallsymmetrie eingestellt. Oszillogramm 4 zeigt eine typische Hallsymmetrie-Fehleinstellung. Danach erfolgt die Einstellung der EMK-Symmetrie mit den Widerständen R 105 und R 111. Beide werden abwechselnd so eingestellt, daß das Oszillogramm möglichst gleichmäßige Stromimpulse zeigt. Oszillogramm 5 zeigt eine typische EMK-Symmetrie-Fehleinstellung.

Die mechanische Einstellung der Hallgeneratorplatte (siehe **Bild 19** auf Seite 959) sowie des Hallgenerators H 2 erfolgt beim Motorenhersteller. Eine nachträgliche Veränderung darf nicht vorgenommen werden.

Im schnellen Vor- und Rücklauf des Tonbandgerätes (Umspulbetrieb) wird die Regelung mit dem st 3-Kontakt und dem Widerstand R 118 überbrückt. Die Steuer- sowie Leistungstransistoren werden dann im Schaltmoment voll durchgesteuert und der Motor läuft mit seiner maximalen Drehzahl.

Im schnellen Vorlauf des Gerätes muß außerdem noch die Drehrichtung des Motors geändert werden. Dies geschieht durch Umpolung der Hallspannungen mit dem V/1 . . . V/4 Schalter.

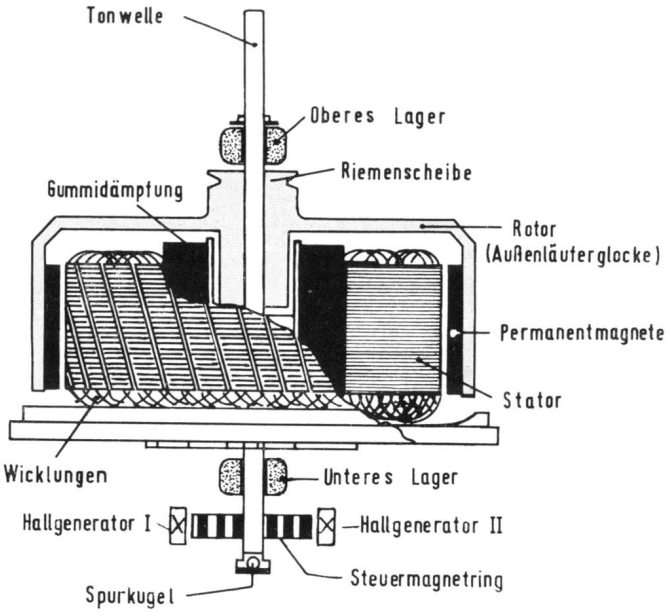


Bild 28 Schnittdarstellung des TK-3200-Motors

Weitere Einzelheiten zeigen die Bilder 17 bis 20 auf Seite 959

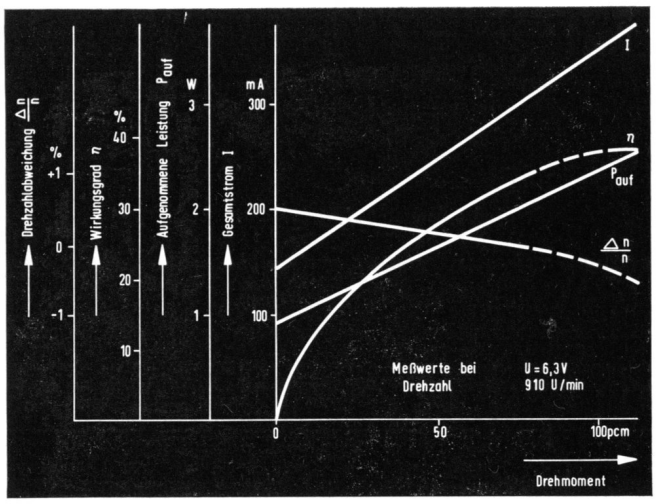


Bild 29 Kennlinien des TK-3200-Tonwellenmotors

Arbeitsweise des TK 3200-Tonwellenmotors

Elektrische Abbremsung beim Ausschalten

Die Motoreinheit erhält über den Kontakt k 1 und über die Kontakte d 1 und d 2 ihre Betriebsspannung. Beim Ausschalten werden zwei der vier Motorwicklungen mit den Kontakten d 1 und d 2 kurzgeschlossen. Dies verhindert ein „Nachlaufen" des Motors, er wird somit nach dem Ausschalten sofort abgebremst.

Eigenschaften des Tonwellenmotors

Die wichtigsten Größen kann man dem Diagrammfeld **(Bild 29)** entnehmen.

Der Motor wurde für ein Nennmoment von 85 pcm bei einer Arbeitsspannung von 6,3 . . . 10 V ausgelegt. Man sieht, daß die Drehzahl bei Belastungsänderungen von 0 auf 85 pcm nur um ca. 0,5 % geringer wird. Der Wirkungsgrad ist mit ca. 35 % für einen solchen geregelten Motor sehr hoch, was durch geringe Lager-, Eisen- und Stromwärmeverluste erreicht wurde. Dies kommt einer langen Lebensdauer der Batterien zugute.

Für das dynamische Verhalten des Regelkreises (Gleichlaufverhalten bei Störgrößen) kann folgender Wert angegeben werden:

Bei einer Drehzahl von 455 U/min beträgt die dynamische Drehzahländerung pro 1 pcm Laständerung nur ca. 0,15 % (für Frequenzen bis 8 Hz).

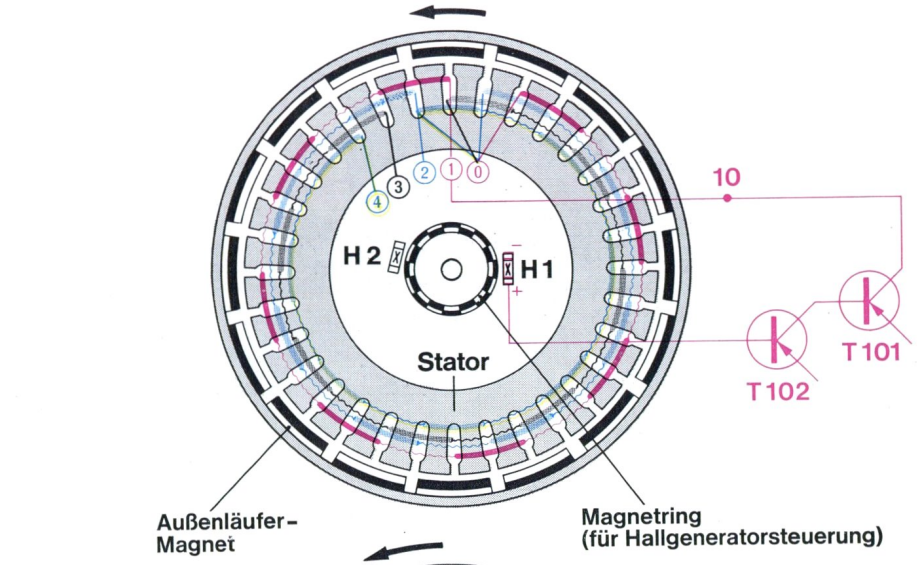
(Fotos 17, 18, 19, 20 u. 23 H. Sinning)

Die Arbeitsweise des Stenorette-SL-Motors ist auf Seite 966 dargestellt.

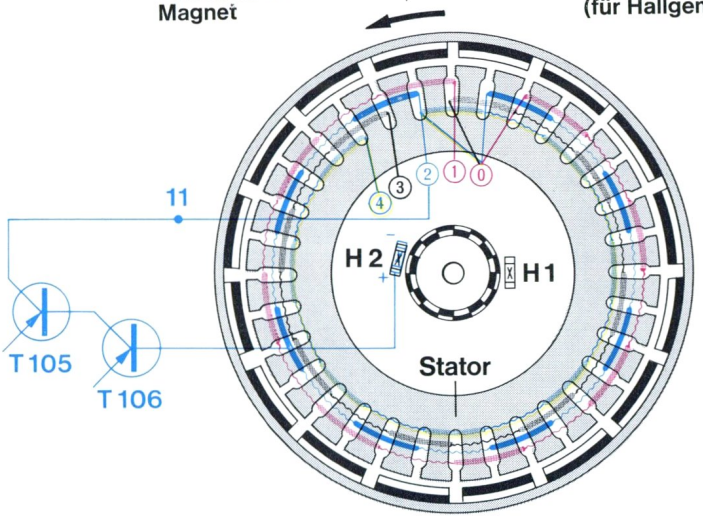
Der Schluß des Beitrages „Zur Klirrfaktormessung bei Tonbandgeräten" (Heft 1/1971) folgt im nächsten Heft.

Daten des TK 3200-Tonwellenmotors (Tabelle 2)

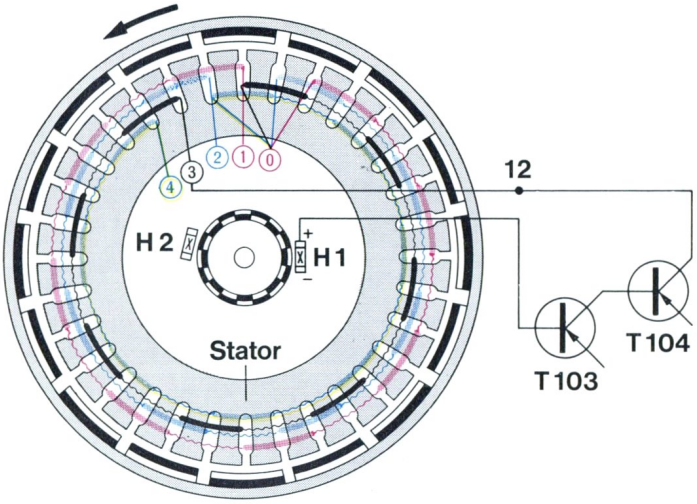
1. **Drehzahlen**
   $n_1 = 910$ U/min für 19 cm/s
   $n_2 = 455$ U/min für 9,5 cm/s } geregelt
   $n_3 = 227{,}5$ U/min für 4,75 cm/s
   $n_4 \geqq 1300$ U/min; 9 V; 120 pcm ungeregelt,
   Die geregelten Drehzahlen haben einen Einstellbereich von ± 5 %.
2. **Spannungen**
   U = 6,3 (7) V . . . 10 V bei 19 cm/s
   U = 5,8 . . . 10 V bei 9,5 und 4,75 cm/s
3. **Drehzahlabweichungen**
   Δn = ± 1 % (19 und 9,5 cm/s) } T Umg. = + 5 . . . + 45° C
   Δn = ± 1,5 % (4,75 cm/s)
   Δn = ± 2 % (19 und 9,5 cm/s) } T Umg. = − 20 . . . + 5° C
   Δn = ± 2,5 % (4,75 cm/s) und + 45 . . . + 55° C
4. **Stromaufnahme**
   $I_N \leqq 305$ mA (9 V; 910 U/min; 85 pcm)
   $I_o \leqq 140$ mA (9 V; 910 U/min; 0 pcm)
   $I_u \leqq 520$ mA (ungeregelt 9 V; 150 pcm)
5. **Gleichlauf**
   Die Gleichlaufwerte betragen im Gerät TK 3200 gemessen mit Bewertungsfilter:
   ≦ ± 0,35 % (4,75 cm/s U = 6,0 . . . 10 V)
   ≦ ± 0,20 % (9,5 cm/s U = 6,0 . . . 10 V)
   ≦ ± 0,15 % (19 cm/s U = 6,4 . . . 10 V)
6. **Geräuschentwicklung**
   Der Motor erzeugt im Gerät TK 3200 ≦ 40 Phon, gemessen nach DIN 45 633.
7. **Verhalten bei Taumelbewegungen**
   Bei Rüttelschwingen von 4 Hz mit max. Beschleunigung von ± 5 m/s² in allen drei Raumachsen, sowie bei Drehschwingungen mit einem Radius von 900 mm um eine zur Tonwelle parallele Achse mit einer Schwingungsdauer von ca. 2 s und einer Amplitude von ± 30° erhöht sich der Gleichlauffehler um
   ≦ 0,25 % gegenüber den Werten von Punkt 5.
8. **Zulässige Erschütterung**
   Der Motor verträgt im Gerät Erschütterungen bis max. 20 m/s² ohne Beschädigung.
9. **Lebensdauer**
   ≧ 3000 Betriebsstunden.



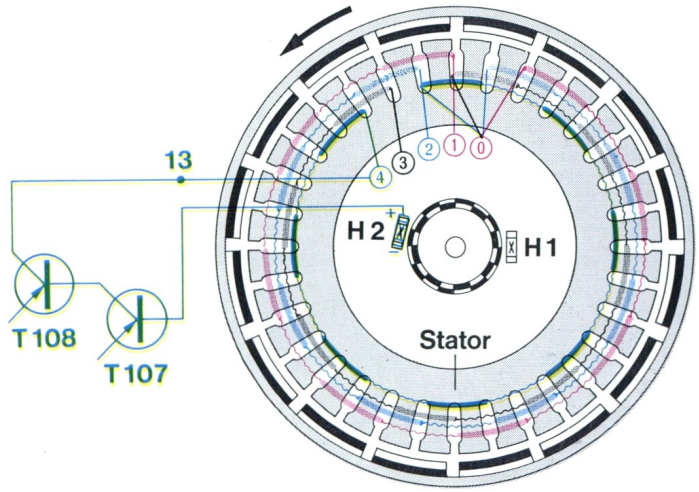
1. Phase



2. Phase



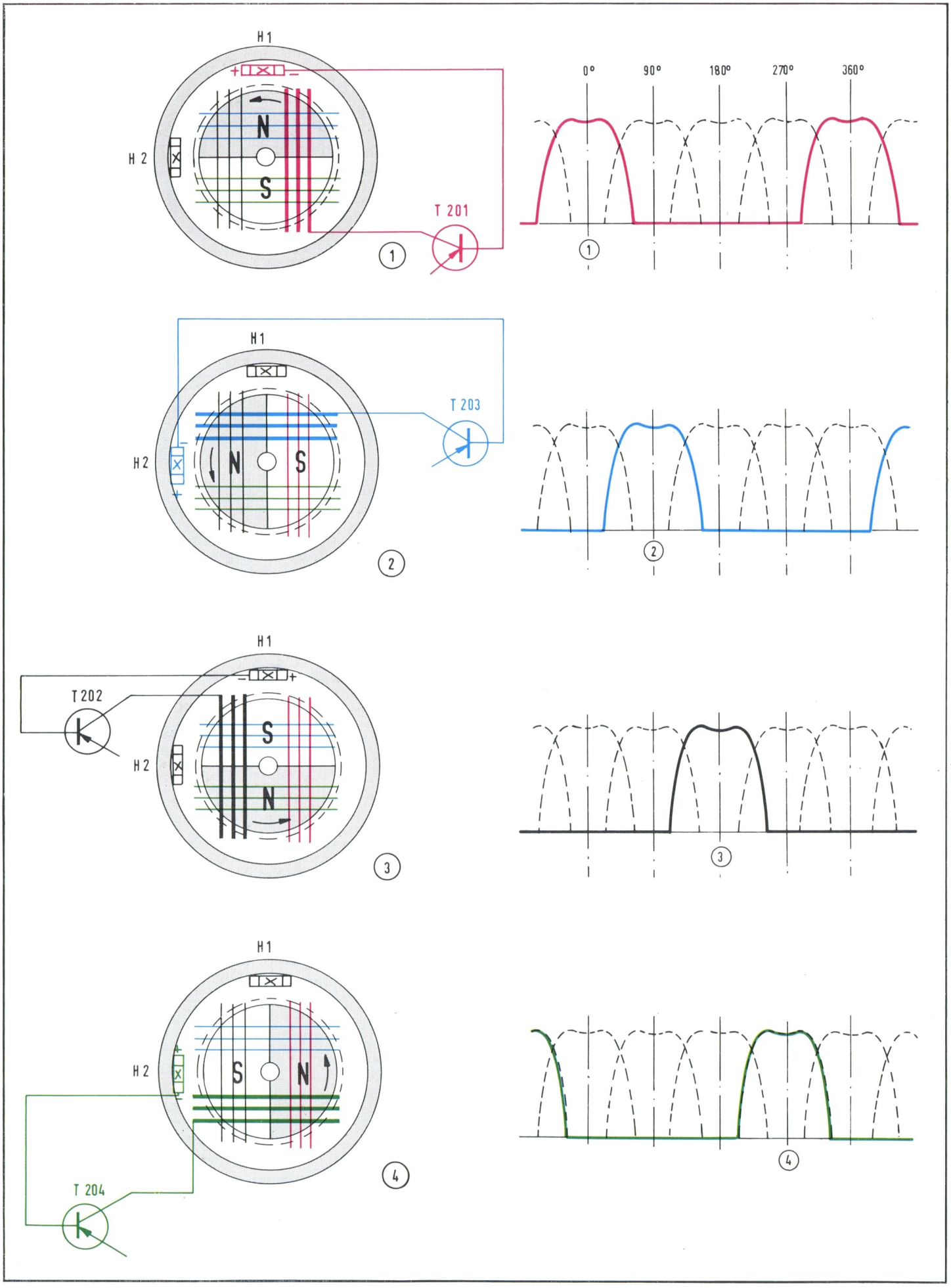
3. Phase



4. Phase

Arbeitsweise des 16-poligen TK 3200-Tonwellenmotors

Bilder 13, 14, 15, 16 zu dem Beitrag „Hallgeneratorgesteuerte Vierphasenmotoren in modernen Batterie-Tonband- und Diktiergeräten", Seiten 953 . . . 960 dieses Heftes.

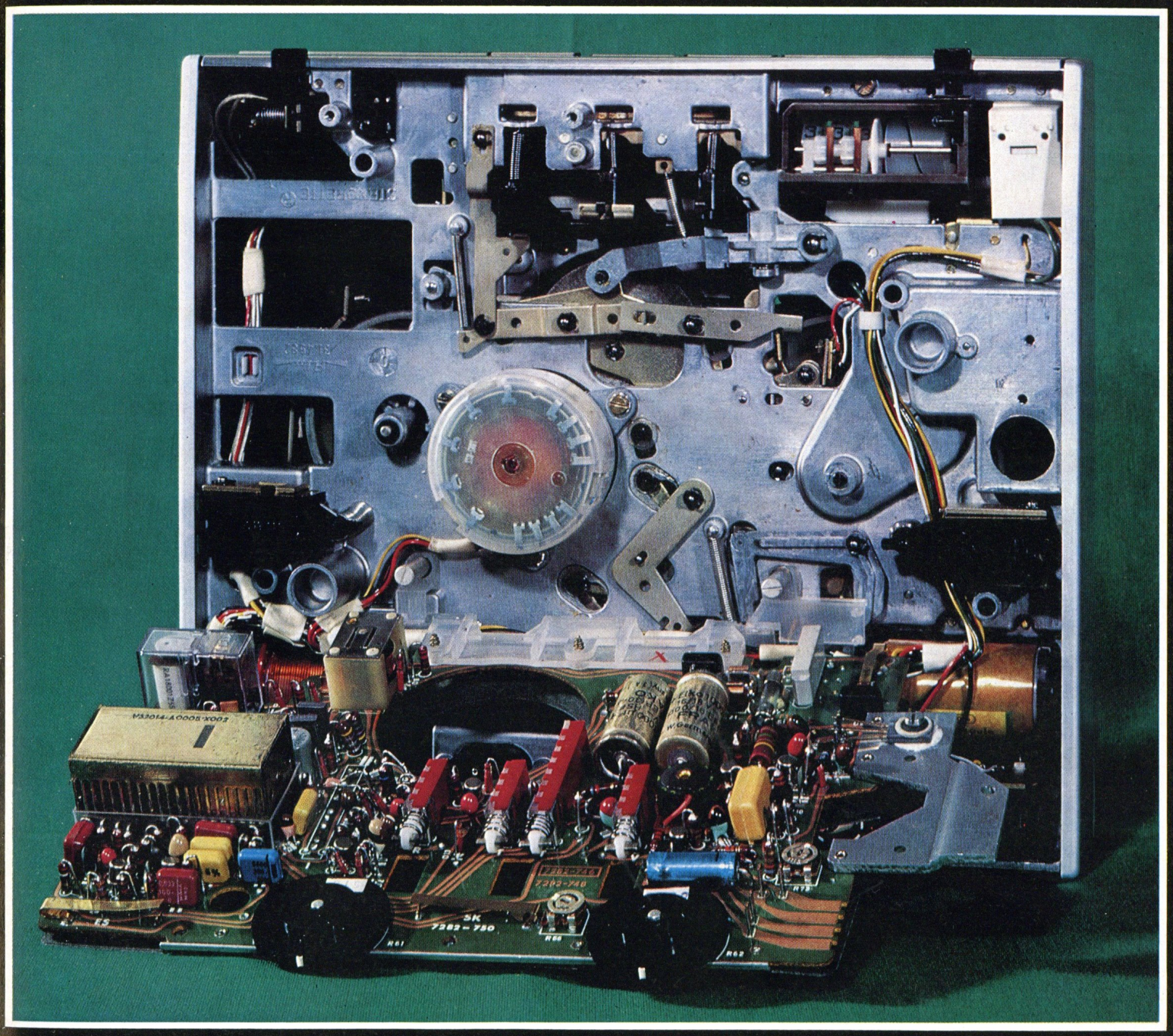


Arbeitsweise des 2-poligen hallgeneratorgesteuerten Motors der Stenorette SL

Bilder 5, 6, 7 und 8 zu dem Beitrag „Hallgeneratorgesteuerte Vierphasenmotoren in modernen Batterie-Tonband- und Diktiergeräten", Seiten 953 . . . 960 dieses Heftes.

GRUNDIG

Stenorette SL



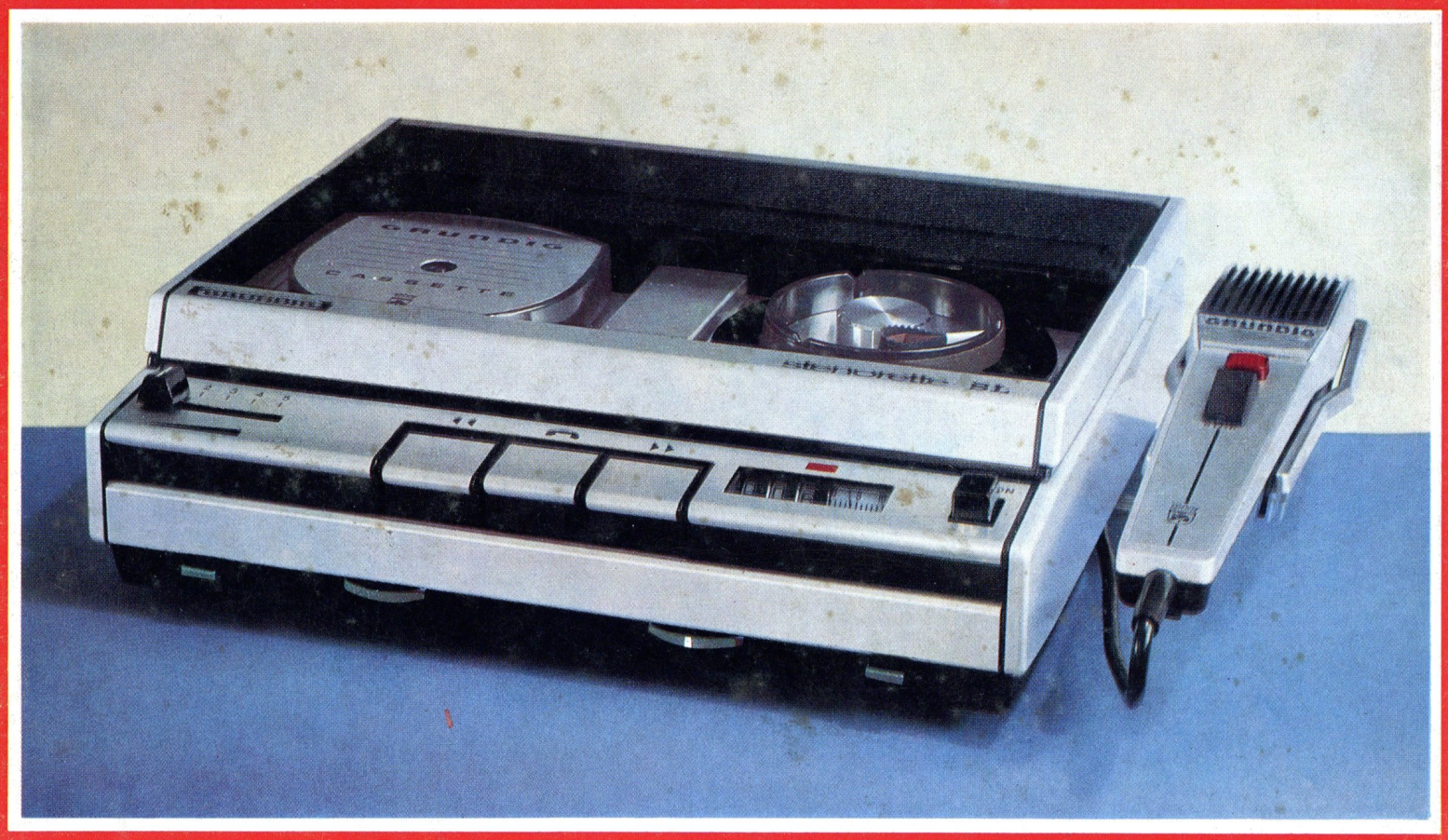
Die GRUNDIG Stenorette SL ist besonders betriebssicher und servicegerecht konstruiert. Ein verwindungsfreier Druckgußrahmen dient als Träger aller mechanischen Teile. Er gewährleistet nicht nur eine hervorragende Stabilität, sondern auch eine noch größere Laufruhe. Die Tastenmechanik befindet sich mit auf dem Laufwerkrahmen, während die Kontaktschieber unmittelbar auf der herausklappbaren Druckschaltungsplatte des elektrischen Teils angeordnet sind.

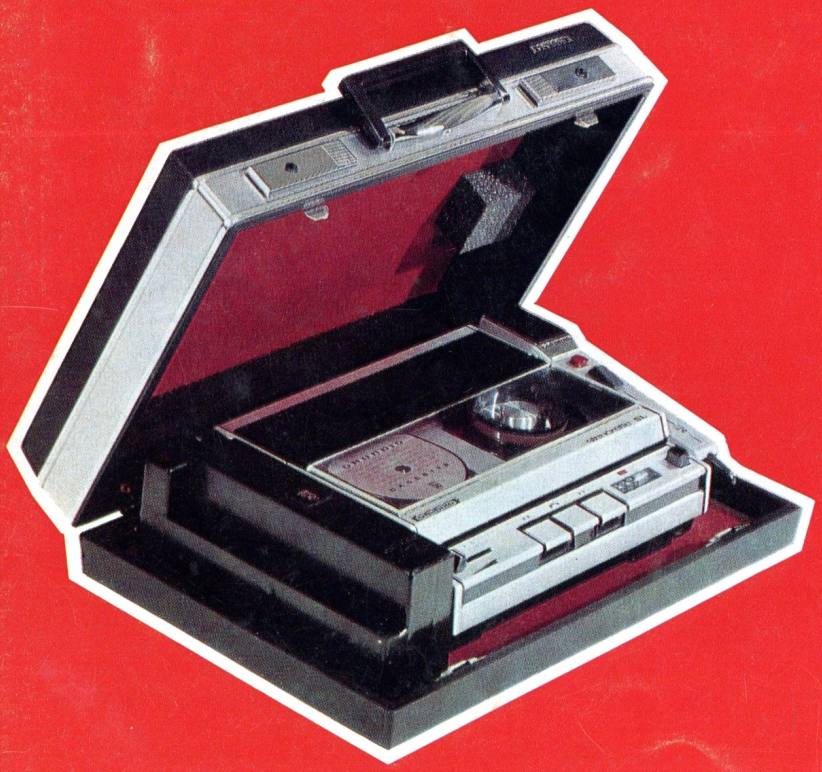
Ein wesentliches Merkmal der neuen GRUNDIG Stenorette SL ist das schlitzfreie Bandeinlegen, das die Handhabung des Band-Tonträgers wesentlich erleichtert. Alle Diktiervorgänge lassen sich über den Einknopfschalter des Mikrofons steuern. Bei Wiedergabe ist die Bandgeschwindigkeit um ± 15 % von Hand veränderbar, um der Phonotypistin eine Angleichung an das Diktattempo zu ermöglichen. Das Zählwerk zeichnet sich durch drei Zahlenrollen mit Zehner-Minuten, Minuten und Zehntelminuten-Anzeige sowie eines zusätzlichen, in 0,6-Sekunden unterteilten, Kurzzeit-Indikators zur Erleichterung von Diktatkorrekturen aus.

Der neue, elektronisch geregelte, kollektorlose Niederspannungs-Gleichstrommotor erlaubt ohne Änderungen den Betrieb am 50- oder 60-Hz-Netz. Durch diesen Motor kann die Stenorette auch unabhängig vom Netz betrieben werden. Im Tragkoffer ist Platz für einen Akkumulator vorhanden, so daß sich die Stenorette als vollwertiges Reise-Diktiergerät einsetzen läßt. Die Stromversorgung kann auch aus der Autosteckdose erfolgen.

GRUNDIG

Stenorette SL





Das mobile Diktiersystem fürs Büro und unterwegs

Universeller Einsatz durch Netz-, Akku- oder Autobetrieb

Tonträger: Cassette oder Spule. Kompatibel mit früheren Stenoretten dieses Systems

Ausführliche technische Beschreibung in diesem Heft