

GRUNDIG

Technische Informationen
2-78

*Statische Elektrizität
mit Folgefehlern
Vorsicht Halbleiter!*

Zeitschrift für Elektronik, Radio-, Fernseh- und Tonbandtechnik

VCR 601

Tragbarer professioneller
Video-Cassetten-Recorder
nach dem Europa-Standard I



Inhaltsübersicht

Heft 2/78

25. Jahrgang

Seite

TONBANDGERÄTE-TECHNIK

TS 925/945	
zwei neue HiFi-Stereo-Tonbandmaschinen der gehobenen Klasse	75
Schaltplan	83/84

FERNSEHTECHNIK

Teletext 160 E	88
----------------	----

VIDEO-GERÄTE-TECHNIK

Der professionelle Video-Recorder VCR 601	95
Einsatz der Video-Technik bei der Arbeitsunterweisung	114
Bankfernsehanlage im Einsatz	118

SERVICE-TECHNIK

MOS-Handling	
Statische Elektrizität	
Halbleiterstreß mit Folgefehlern	121
Aufstellung aller Baugruppen mit MOS-ICs	127



GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN

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

Herausgeber: GRUNDIG AG

Technisches Schrifttum
Kurgartenstraße 37, 8510 Fürth

Fernruf: (09 11) 70 37 82 (Bezieherkartei)
(09 11) 70 37 92 (Redaktion)

Redaktion: W. Kopper

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 12,- DM pro Jahr (einschließlich Versandkosten) möglich, zahlbar auf Postcheckkonto Nürnberg 368 79: GRUNDIG AG, 8510 Fürth. (Die Bestellung erfolgt am einfachsten auf Zahlkartenabschnitt.) Die Schutzgebühr für Einzelhefte beträgt 2,50 DM.

Herausgabedatum: April 1978

Druck: Courier Druckhaus Ingolstadt

Unveränderter Nachdruck von Beiträgen aus GRUNDIG TECHNISCHE INFORMATIONEN ist bei ausführlicher Quellenangabe und Zusendung von Belegexemplaren ohne weitere Genehmigung gestattet

Änderungen vorbehalten!

Technische Daten der Tonbandmaschine TS 925/TS 945

(zu nebenstehendem Beitrag)

Die technischen Daten sind nach den Meßvorschriften der Deutschen Industrie-Norm (DIN) ermittelt. Dieses Gerät entspricht den Sicherheitsbestimmungen nach VDE 0860 und somit den internationalen Sicherheitsvorschriften IEC bzw. CEE.

Änderungen vorbehalten!

Allgemeines

HiFi-Tonbandgerät mit Vier-Motoren-Laufwerk und zwei Geschwindigkeiten.

Durch versenkbare Andruckrolle und hochschwenkende Kopfabschirmung ist ein leichtes, schlitzfreies Einlegen des Bandes möglich.

Die zwei Bandgeschwindigkeiten, 9,53 und 19,05 cm/s, werden mit einem Tachomotor mit PLL-Regelung durch die Netzfrequenz-Synchronisation sehr genau eingehalten. Konstanter Bandzug bei Start und Schnellauf über den gesamten Wickeldurchmesser. Die abwickelseitige Regelung ist bei Start und Schnellauf durch eine fühlhebelgeregelt Bandbremse gelöst.

Bei Start wird der rechte Fühlhebel gegen einen Anschlag gedrückt, so daß das Bremsband keine Bremswirkung ausüben kann. Der Bandzug aufwickelseitig wird bei Start über einen Optokoppler, der am Aufwickelteller sitzt, gesteuert.

Tiptasten und elektronische Speicher zur Laufwerksteuerung. Leuchtdioden zeigen die gespeicherte Funktion an.

Das Laufwerk wird über Steuerkurven, die von einem Servomotor angetrieben werden, betätigt.

Hohe Umpulgeschwindigkeit durch starke Gleichstrommotore. Die Umpulgeschwindigkeit ist mit einem Potentiometer auf der Gerätevorderseite einstellbar.

Elektrische Abschaltung durch Schaltfolie am Bandende, durch Fühlhebel bei Bandriß und durch Vorwahlzähler bei Erreichen der vorgeählten Bandstellenziffer.

Vor-Hinterbandkontrolle in Mono und Stereo.

Eingebaute Monitorbuchse zum wahlweisen Vor-Hinterband-Mithören bei Aufnahme über angeschlossene Verstärkeranlage.

Langlebige „Recovac“-Tonköpfe und verschleißfesteste Bandführungen aus nichtmagnetischem und nichtrostendem Stahl.

Ausgangspegel einstellbar zur Anpassung an unterschiedliche Verstärkerempfindlichkeiten durch Serviceeinsteller am Boden des Gerätes zwischen der DIA/SLIDE-Buchse und der Monitorbuchse.

Die maximale Spulengröße von 22 cm Durchmesser paßt auch bei geschlossener Abdeckung auf das Gerät. Bei dieser Spulengröße wird eine max. Spielzeit von zweimal (bei TS 925) bzw. viermal (bei TS 945) 155 Minuten bei 9,53 cm/s erreicht.

Fernbedienbar mit Fernsteuerung Typ 439 sind: Aufnahme, Rücklauf, Vorlauf, Pause, Start und Stop. Schaltuhrbetrieb für Aufnahme-Start ist mit dem mitgelieferten Schaltuhrstecker möglich.

Netzspannung:

220 ... 230 V \pm 10% / 50 Hz
110 ... 117 V \pm 10% / 50 Hz
(auf 60 Hz umrüstbar mit Riemen Nr. 39721-504)

Leistungsaufnahme: ca. 35 W

Sicherungen: 800 mA / 2,5 A / 800 mA

Transistoren/IC: 75/8

Dioden: 78

Spurlage: Viertelspur international (Halbspur international bei TS 925)

Aussteuerungskontrolle: durch 2 Drehspulinstrumente

Bandgeschwindigkeiten: 9,53 cm/s, 19,05 cm/s

Frequenzbereich: 20 ... 16 000 Hz bzw. 20 ... 20 000 Hz

Geräuschspannungsabstand: 62 dB bzw. 64 dB (64 dB bzw. 66 dB bei TS 925)

Gleichlaufschwankung: \pm 0,09% bzw. \pm 0,05%

Umspulzeit:

ca. 140 sec bei 900 m Duoband auf 22-cm-Spule

Buchsen:

Mikro 1: $U_E 2 \times 1 \dots 200$ mV an 33 k Ω (Kontakt 1 + 4)

$U_E 2 \times 75$ mV ... 15 V an 2,2 M Ω (Kontakt 3 + 5)

Mikro 2: $U_E 1 \dots 200$ mV an 33 k Ω (Kontakt 1/4)

$U_A 2 \times 0,5 \dots 1,5$ V an 15 k Ω (Kontakt 3 + 5)

Mittelkontakt zur Spannungsversorgung für GRUNDIG-Kondensatormikrofone (ca. 30 V an R₁ 1,8 k Ω)

Radio: $U_E 2 \times 3 \dots 600$ mV an 33 k Ω (Kontakt 1 + 4)

$U_A 2 \times 0,5 \dots 1,5$ V an 15 k Ω (Kontakt 3 + 5)

Phono 1: $U_E 2 \times 115$ mV ... 23 V an 1 M Ω (Kontakt 3 + 5)

Phono 2: $U_E 2 \times 10$ mV ... 2 V an \leq 50 k Ω (Kontakt 1 + 4)

$U_E 2 \times 125$ mV ... 10 V an 500 k Ω (Kontakt 3 + 5)

Monitor: $U_A 2 \times 0,5 \dots 1,5$ V an 15 k Ω (Kontakt 3 + 5)

DIA/SLIDE: Pilottonanschluß für Film- und Diaverntonung nach DIN 15 970 Bl. 3

Fernbedienung:

Doppelbuchse 16polig für Fernsteuerung Typ 439

Kopfhörer: 2 \times 50 mW an 403 Ω

Maße: 470 \times 180 \times 410 mm (B \times H \times T)

Gewicht: ca. 13 kg

TS 925/TS 945 zwei neue HiFi-Stereo- Tonbandmaschinen der gehobenen Klasse HiFi nach DIN 45 500

1 Allgemeines

Die Tonbandgeräte TS 925 und TS 945 unterscheiden sich nur in der Tonkopf-Bestückung und sind ansonsten vollkommen identisch aufgebaut.

Wie aus der Typ-Bezeichnung hervorgeht, ist das Gerät TS 925 mit Zweispurköpfen, das TS 945 mit Vier-spurköpfen ausgerüstet.

Als Vorzüge dieser Tonbandmaschinen sind hervorzuheben:

Stereo-Tape-Deck für Waagrecht- und Senkrechtbetrieb, sie können mit Spulen bis zu 22 cm Durchmesser betrieben werden und besitzen zwei Bandgeschwindigkeiten, nämlich 9,53 und 19,05 cm/s. An der Frontseite des Gerätes (**Bild 1**) befinden sich Tiptasten, mit denen die Geräte spielend leicht zu bedienen sind, zugeordnete Leuchtdioden zeigen die jeweils gespeicherte Funktion an. Die übrigen Bedienungselemente wie Schieber, Drehknöpfe, Anzeigeelement und Zählwerk sind übersichtlich und organisch angeordnet. Diese Geräte wurden mit einem positiven Bandlauf ausgestattet, damit ist das Einlegen des Bandes ohne Einlegeschlitz besonders einfach und problemlos geworden. Das formschöne Gehäuse mit matt-schwarzer Oberfläche besteht aus stabilem Kunststoff und ist mit Aluteilen dezent verziert. Eine rastende und abnehmbare Klarsichthaube deckt nur den Spulenteil und den Bandlauf ab, die Geräte können also mit aufgelegter Haube betrieben und, da das gesamte Bedienungsfeld zugänglich ist, auch bedient werden. Bei Senkrechtbetrieb stehen sie auf zwei festen Füßen, welche bei Waagrechtbetrieb leicht abnehmbar sind, ein umklappbarer Tragegriff und ein abziehbares Netzkabel runden das äußere Bild ab.

2 Mechanischer Teil

Da sich, wie schon erwähnt, der komplette Aufbau der Geräte TS 925 und TS 945 nicht voneinander unterscheidet, wird nachfolgend nur der Typ TS 945 besprochen.

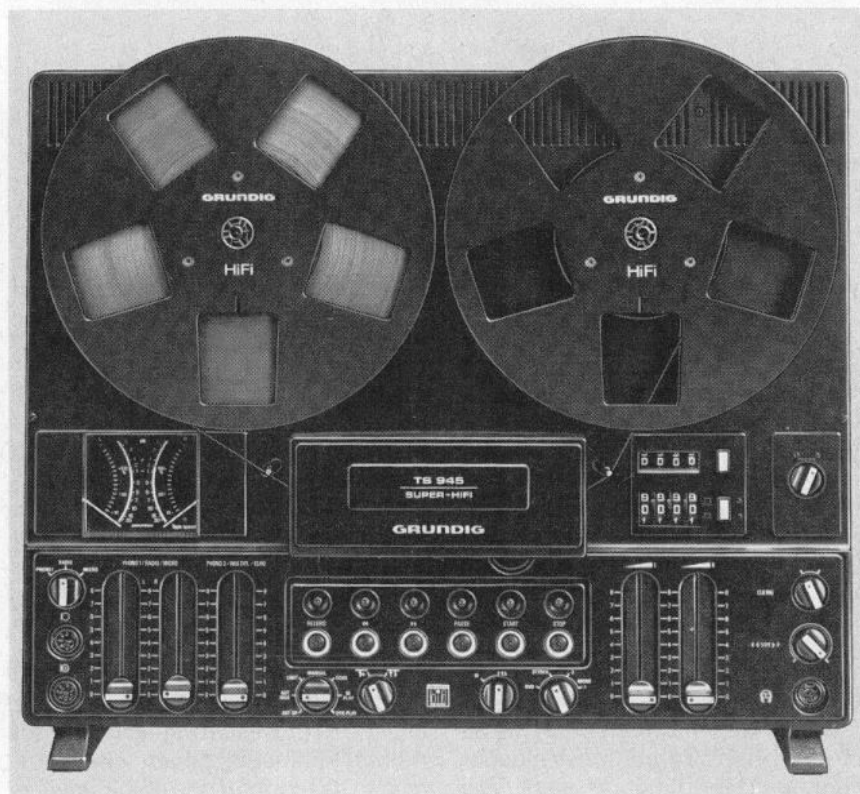


Bild 1 Vorderansicht der Tonbandmaschine (TS 925)

2.1 Geräteaufbau

Das Gerät besteht aus einem Blechchassis, welches durch einen umlaufenden, hochgezogenen Rand sehr stabil gestaltet wurde, einem Gehäuse aus Kunststoff, in dem das Chassis eingebaut ist, sowie – ebenfalls aus Kunststoff bestehend – Deckel und Boden. Durch den abnehmbaren Boden ist das Gerät besonders servicefreundlich geworden, Elektrik und Mechanik sind auch von der Rückseite zugänglich, ohne das Chassis ausbauen zu müssen (**Bild 2**). Beidseitig des Blechchassis ist der größte Teil der Mechanik untergebracht: wie die beiden Wickelmotore, die die Spulenteller direkt antreiben, der Servomotor mit dem Zahnradgetriebe zu den Kurvenscheiben, der Tonwellenmotor, der über einen Riemen die Schwungmasse antreibt, die Kopfträgerplatte mit den Bandführungselementen und den Tonköpfen sowie die Brems- und Regelmechanik für die Spulenteller. Weiter sitzen

am Chassis die Druckplatte zur Steuerung der Wickelmotore, die Nachlaufsteuerung für den Servomotor, die Platte mit den Tiptasten und dazugehörigen Leuchtdioden, das Zählwerk und der Aufnahmemaagnet.

Im Gehäuse sind der Großteil der Elektrik sowie die Ansteuermechanik zum Betätigen der Schiebeschalter untergebracht. Ein wirklich gelungener, sinnvoller Aufbau eines Tonbandgerätes.

2.2 Geräteantrieb

Für den Geräteantrieb und die Gerätsteuerung wurde neben den beiden Wickelmotoren und dem Tonwellenmotor noch ein vierter Motor eingebaut, der – anstelle von Magneten – die mechanischen Befehle geräuscharm ausführen kann. Dieser Steuermotor treibt über ein Zahnradgetriebe zwei Kurvenräder an, die durch Drehung in vier verschiedene Positionen gebracht werden können,

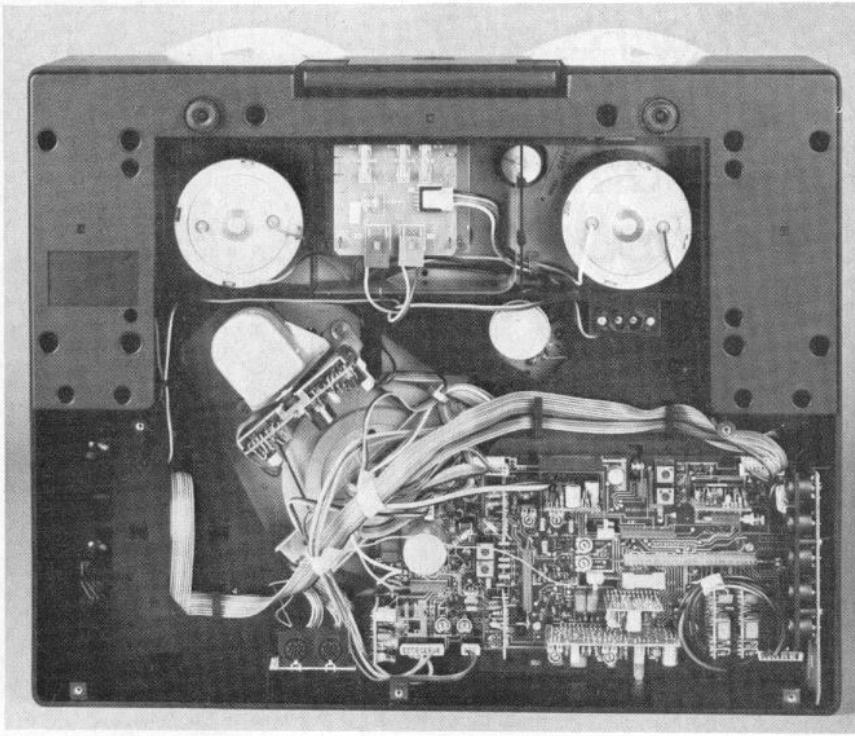


Bild 2 Rückansicht bei abgenommenem Boden

nämlich „Stop“, „Pause“, „Start“ und „Schnellauf“ (Bild 3). Wird nun mittels einer Tiptaste eine Gerätefunktion – zum Beispiel „Start“ – gewählt, so übernimmt eine Nachlaufsteuerung die Aufgabe, den Steuermotor so lange zu drehen, bis die Kurvenräder die Position „Start“ erreicht haben. Die an den Kurvenrädern angebrachten Axial- und Radialsteuerkurven führen dann die zu jeder Position erforderlichen mechanischen Bewegungen aus. Bei Schalten von „Stop“ auf „Pause“

wird die Andruckrolle, die sich im Ruhezustand „Stop“ unterhalb des Bandlaufs befindet, in die Bandlaufebene angehoben und bis kurz vor die Tonwelle geführt, die Abschirmklappe am Wiedergabekopf angeedrückt und der „Start/Stop“-Schiebeschalter in Startstellung gebracht. Bei Schalten von „Pause“ auf „Start“ wird die Andruckrolle ganz an die Tonwelle angeedrückt, der rechte Fühlhebel gegen einen Anschlag geschoben und damit unwirksam gemacht und die Stopbremsen

gelüftet. Bei Schalten von „Stop“ auf „Schnellauf“ werden ebenfalls die Stopbremsen gelüftet und die Bandabhebebolzen vorgeschoben, damit das Band beim Umspulen nicht über die Köpfe schleift. Diese Steuerung erlaubt es auch, z. B. von „Schnellauf“ direkt, also ohne auf Stop zu schalten, die Funktion „Start“ zu wählen, dabei verharrt die Steuerung in „Stop“ so lange, bis das Band abgebremst ist, und schaltet dann erst weiter in Start.

Zum Transportieren des Bandes im Startbetrieb ist die mit konstanter Drehzahl laufende Tonwelle verantwortlich. Um eine möglichst konstante Drehzahl zu erhalten, ist zum einen eine ausreichend große Schwungmasse, mit der die Tonwelle eine Einheit bildet, notwendig, zum anderen ein geregelter Antriebsmotor, der diese Schwungmasse über einen Riemen antreibt. Dieser Tonwellen-Antriebsmotor ist mit einer PLL-Regelung versehen, die die Drehzahl des Motors sehr genau konstant hält und damit höchste Ansprüche an Bandgeschwindigkeitskonstanz erfüllt. Der Motor ist für zwei Drehzahlen, entsprechend den zwei Bandgeschwindigkeiten 9,53 cm/s und 19,05 cm/s, ausgelegt und mit Gummielementen „weich“ befestigt, um keinen Körperschall auf das Chassis übertragen zu können (Bild 4).

Als Wickelmotore wurden zwei starke Gleichstrommotore verwendet, die direkt mit den Wickeltellern

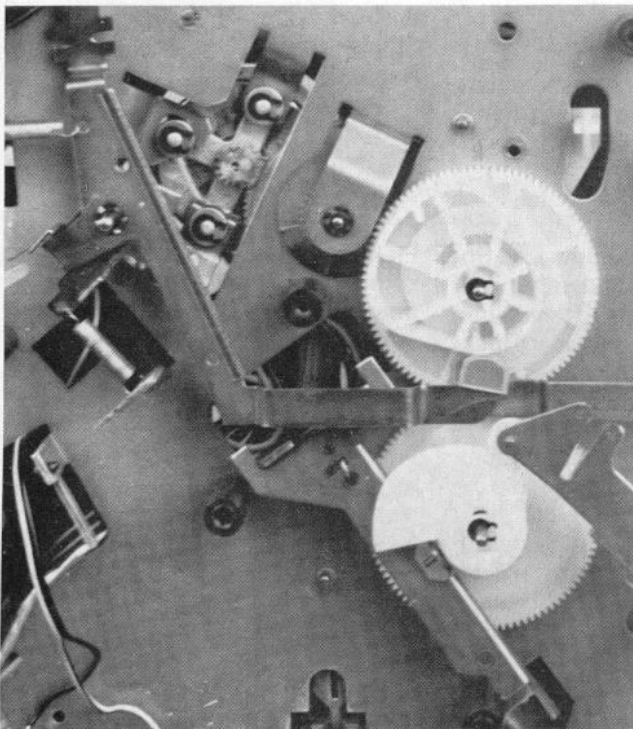


Bild 3 Steuermotor mit Kurvenrädern

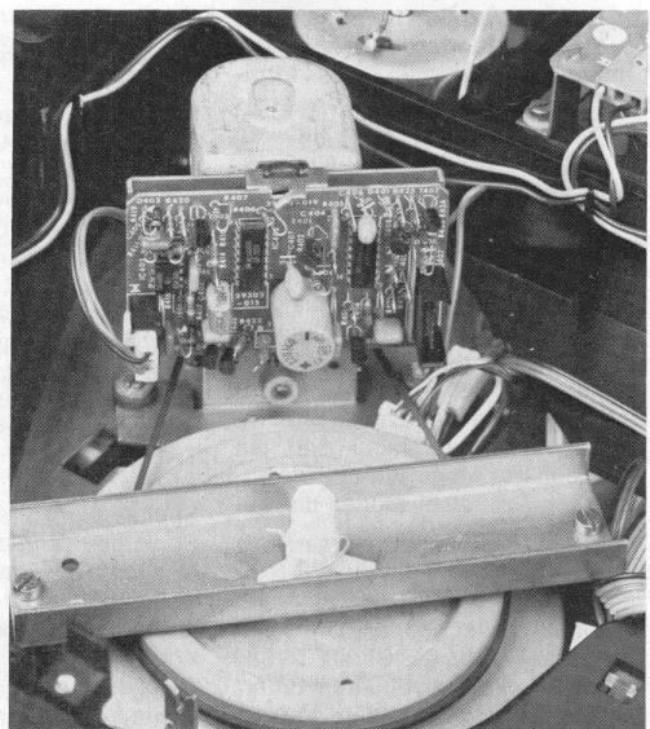


Bild 4 Schwungmasse mit Antriebsmotor

gekoppelt sind, und die auch beim Umspulen von großen Spulen mit hoher Umspulgeschwindigkeit einen genügend großen Bandzug gewährleisten. Die Umspulgeschwindigkeit ist in weitem Bereich einstellbar, damit kann man ein rückseitenbeschichtetes Band mit der maximal möglichen Geschwindigkeit umspulen, bei Bändern ohne Rückseitenbeschichtung wird man eine niedrigere Geschwindigkeit wählen, um einen noch sauberen Bandwickel zu bekommen. Ebenso ist eine niedrige Umspulgeschwindigkeit zum Mithören bei Schnellauf (Cueing) notwendig, um bestimmte bespielte oder unbespielte Bandstellen herauszufinden. Der rechte Wickelmotor muß im Startbetrieb den Aufwickelbandzug erzeugen, so daß dieser über den gesamten Wickelradius konstant ist. Dies wird dadurch erreicht, daß am Umfang des Spulentellers eine Anzahl gleicher Schlitze vorhanden ist, so daß von einer außen liegenden Leuchtdiode durch den sich drehenden Teller auf einen innerhalb liegenden Fototransistor Hell-Dunkelimpulse kommen, deren zeitliche Länge dem jeweiligen Wickelradius proportional ist. Damit kann dem Aufwickelmotor ein dem Wickelradius proportionaler Strom zugeführt werden, der wiederum zum konstanten Bandzug führt (siehe 5.4 „Die Bandzugsteuerung“).

2.3 Bandlauf

Als ein wesentliches Merkmal dieser Maschinen kann der positive Bandlauf angesehen werden, dieser garantiert ein absolut bequemes schlitzfreies Einlegen des Tonbandes in das Gerät (**Bild 5**). Ausgehend von der Abwickelspule ist bei Start der Bandlauf folgender:

Das Band verläßt die Abwickelspule und umschlingt den linken Fühlhebel mehr oder weniger, je nach Wickelvorrat, und kommt dann zur ersten Bandhöhenführung. Zwischen dieser und dem Löschkopf liegt der Abschaltelhebel leicht am Band an. Über die zweite Höhenführung kommt es dann zum Aufnahmekopf und anschließend zum Wiedergabekopf. Von dort läuft es über die dritte Höhenführung zur Tonwelle, die – in Verbindung mit der Andruckrolle – das Tonband bei Startbetrieb mit gleichmäßiger Geschwindigkeit transportiert. Von der Tonwelle läuft das Band über eine vierte Höhenführung und über einen weiteren Fühlhebelstift zur Aufwickelspule. Im Umspulbetrieb werden von den

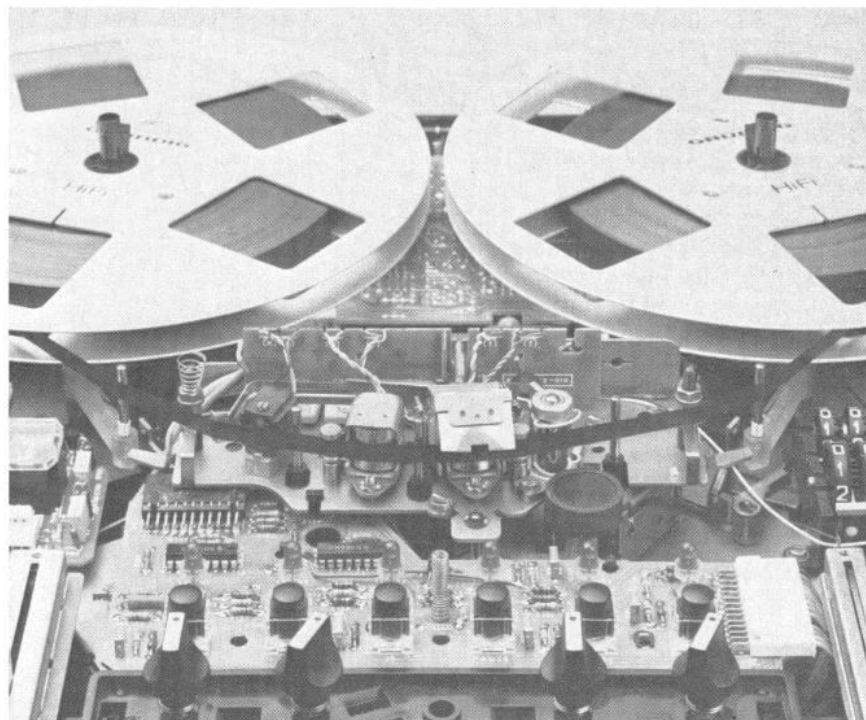


Bild 5 Bandlauf und Tipptasten bei abgenommenem Deckel

Steuerkurven drei Abhebebolzen, welche sich im Startbetrieb hinter dem Bandlauf befinden, nach vorne geschoben, so daß das Band bei Schnellauf keinen Tonkopf berühren kann und damit zusätzlicher Verschleiß verhindert wird.

Die Long-Life-Köpfe sind aus dem bewährten Material „Recovac“ hergestellt und garantieren eine lange Lebensdauer, für die Bandführungen wurde ein hochlegierter Edelstahl verwendet, der nicht magnetisch, nicht rostend und sehr verschleißfest ist. Die Tonwelle ist mit großer Genauigkeit gefertigt, damit die guten Gleichlaufeigenschaften dieses Gerätes erzielt werden konnten.

2.4 Bandzugregelung und Bremsmechanik

Das Gerät besitzt für den Startbetrieb und für den Schnellauf jeweils abwickelnd eine mechanische Bandzugregelung, das heißt, daß der Bandzug in Abhängigkeit der beim Betrieb entstehenden unterschiedlichen Wickeldurchmesser nahezu konstant gehalten wird. Die Bandzugregelung bei Startbetrieb an der Aufwickelseite wurde, da diese Regelung vom Wickelmotor her geschieht, schon unter dem Punkt 2.2 „Geräteantrieb“ erwähnt. Die abwickelseitige Regelung bei Start und bei Schnellauf ist eine rein mechanische Regelung, bestehend aus einem beflockten dünnen Stahlband, welches um den sich drehenden Spulenteller

gelegt ist. An einem Ende ist es am Chassis befestigt, an dem anderen Ende mit dem Fühlhebel elastisch verbunden und mit einer Zugfeder vorgespannt. Am Fühlhebel sitzt der Fühlhebelstift, den das Tonband je nach Wickeldurchmesser mehr oder weniger umschlingt.

Wird nun der Bandzug zum Beispiel an der Abwickelseite durch kleiner werdenden Wickel größer, so wird auch die Kraft, die das Band auf den Fühlhebelstift und damit auf den Fühlhebel ausübt, auch größer. Dies hat zur Folge, daß die Kraft der Zugfeder, welche das Bremsband gegen den Wickelteller zieht, etwas in ihrer Wirkung aufgehoben wird, das Bremsband also ein geringeres Bremsmoment aufbringen kann und damit den Bandzug verkleinert. Prinzipiell gilt dieser Regelvorgang für den jeweils abwickelnden Spulenteller bei Schnellauf und für den linken Spulenteller bei Startbetrieb, nur daß bei Start von den Steuerkurven die Zugfeder verlängert und damit die Bremswirkung verstärkt wird. Für den Startbetrieb ist abwickelseitig nämlich ein höherer Bandzug erforderlich, damit der Band-Kopf-Kontakt, der – wie bei hochwertigen Geräten dieser Klasse üblich – nur vom Bandzug her erzeugt wird, groß genug ist (**Bild 6**).

Wird das Gerät vom Schnellauf oder vom Startbetrieb abgestoppt, so muß immer die ablaufende Spule gebremst werden, um das Band schlaufenfrei zum Stehen zu bringen. Dies

geschieht ebenfalls mit dem zur Bandzugregelung verwendeten Bremsband und einer für die Bremsung notwendigen starken Feder, die auf das Bremsband wirkt. Damit immer nur der ablaufende Wickel gebremst wird, muß jeweils an der auflaufenden Seite die Bremse wirkungslos sein. Dies geschieht mit Hilfe von je einer Kupplung an den Spulentellern, die je nach Drehrichtung eine andere Stellung einnimmt und somit ein Kriterium für den zu bremsenden oder nicht zu bremsenden Spulenteller bildet.

2.5 Weitere mechanische Eigenheiten:

Das Gerät ist mit einem vom rechten Wickelteller angetriebenen vierstelligen Vorwahlzählwerk ausgestattet. Damit kann man das Gerät bei Schnellauf und bei Startbetrieb zu jeder voreingestellten Zählwerkstellung abstoppen. Damit kein unbeabsichtigtes Abschalten des Gerätes, z. B. bei Aufnahme, möglich ist, kann der Vorwahlteil abgeschaltet werden.

Abgeschaltet werden auch die Laufaktionen am Bandende mit Hilfe einer am Band befindlichen Schaltfolie, die beim Überbrücken eines Fühlhebelbolzens mit der folgenden Höhenführung das Gerät auf „Stop“ schaltet, sowie bei Fehlen einer Abschaltfolie durch den Abschalthebel, der – wenn kein Band vorhanden ist – einen Kontakt schließt und damit den Stoppbefehl gibt. Einen Diakopf, welcher als Nachrüstsatz erhältlich ist, kann man zwischen Tonwelle und rechter Bandführung anbringen, damit ist die Maschine auch zum Vertonen geeignet.

2.6 Technische Daten des mechanischen Teils

Gleichlauf bewertet
bei 9,53 cm/s $\pm 0,09\%$
bei 19,05 cm/s $\pm 0,05\%$
Bandgeschwindigkeitsabweichung $\leq \pm 0,35\%$
Umspulzeit regelbar, minimale Umspulzeit für 22er Spulen
Duoband (900 m) ≤ 140 sec.
Maximale Spielzeit für einen Banddurchlauf bei 9,53 cm/s = 155 min
Gewicht: ca. 13 kg
Maße: 470 × 180 × 410 mm
(B × H × T)

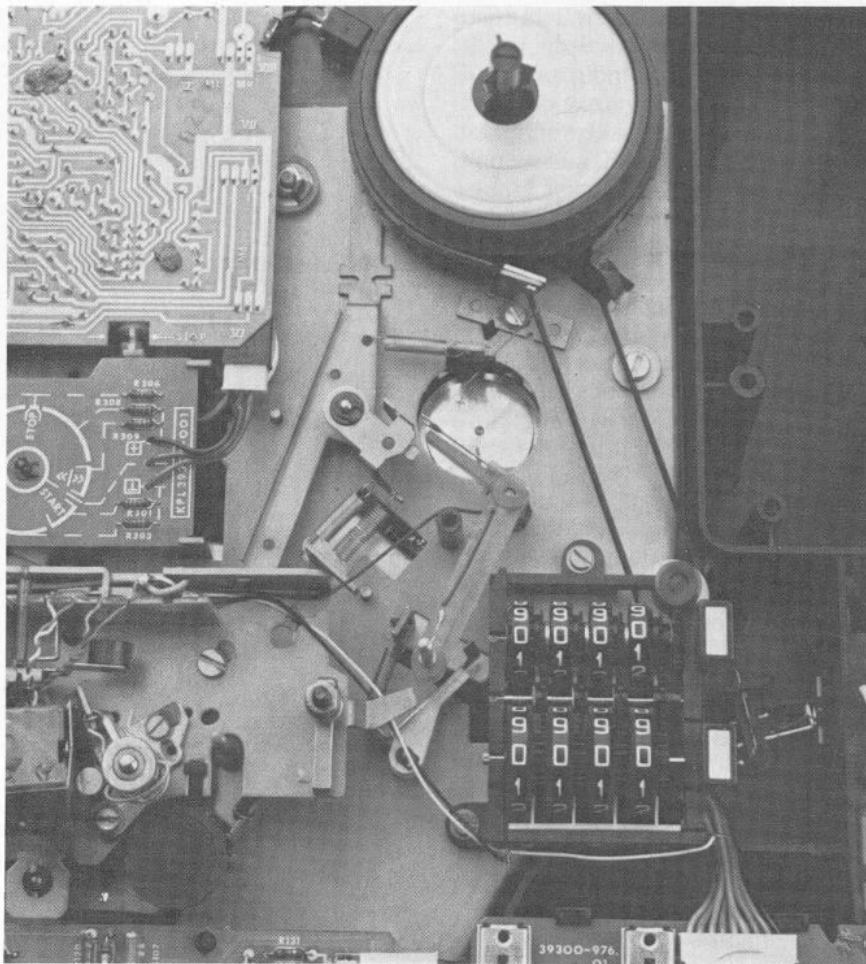


Bild 6 Spulenteller mit Fühlhebelregelung und Zählwerk

3 Verstärkerbau der Geräte TS 925 / TS 945

3.1 Allgemeines

Je nach Ausführung sind die Geräte bestückt mit Köpfen in Halb- oder Viertelspurausführung, und zwar mit je einem Stereo-Lösch-, -Sprech- und -Hörkopf. Erst durch die Trennung von Aufnahme- und Wiedergabekopf und nicht zuletzt durch getrennte Anordnung von Aufnahme- und Wiedergabeverstärker sind die vielen Trickfunktionen wie Echoaufnahme, Multiplay, Synchroplay und Hinterbandkontrolle in Stereo möglich. Zum Verstärker zählen folgende Teile bzw. Druckplatten:

Die Chassisplatte mit den Moduln, der Buchsenbaustein, der Reglerbaustein, der Instrumentenbaustein, der Kopfhörerbaustein und die Köpfe.
(Blockschaltbild **Bild 7** / Gesamtschaltplan auf Seite 83/84.)

3.2 Das Aufnahmeteil

Zum Aufnahmeteil werden hier alle Glieder zwischen den Eingangsbuchsen und dem Aufnahmekopf gezählt.

3.2.1 Der Buchsenbaustein

Auf diesem Baustein sind die Buchsen für zwei Mono-Mikrofone bzw. ein Stereo-Mikrofon, die Radiobuchse mit der DIN-Beschaltung, eine Universalbuchse mit den Eingängen 3 und 5 für hochpegelige Quellen, eine zweite Universalbuchse als Eingang zum Mischen mit den Eingängen 1 und 4 für Stromspeisung (zweiter Radio-Eingang) und den Eingängen 3 und 5 für hochpegelige Quellen, eine Monitor-Buchse mit den Ausgängen 3 und 5 und eine Diabuchse*, beschaltet nach der neuen Norm, untergebracht. Von den Mikrofonbuchsen ist diejenige, in welche das rechte Mono-Mikrofon gesteckt wird, als Schaltbuchse ausgeführt. Ist die Buchse „Mikro R“ nicht belegt, so liegt der Eingang 1 der Stereo-Mikrofonbuchse am Eingang des linken Aufnahmeverstärkers und der Eingang 4 am Eingang des rechten Aufnahmeverstärkers. Wird die „Mikro R“-Buchse mitverwendet, so wird der Eingang 4 der Stereobuchse abgetrennt und dafür der Eingang 4 der „Mikro R“-Buchse benützt. In

* Hinweis: Dia-Vertonung bei TS 925 nur in „Mono 1“, bei TS 945 auch in Stereo in einer Laufrichtung, bei TS 945 in beiden Laufrichtungen bei „Mono 2“ möglich. Dia-Steuerspur liegt an der unteren Kante. Dia-Nachrüstsatz 147 muß eingebaut sein.

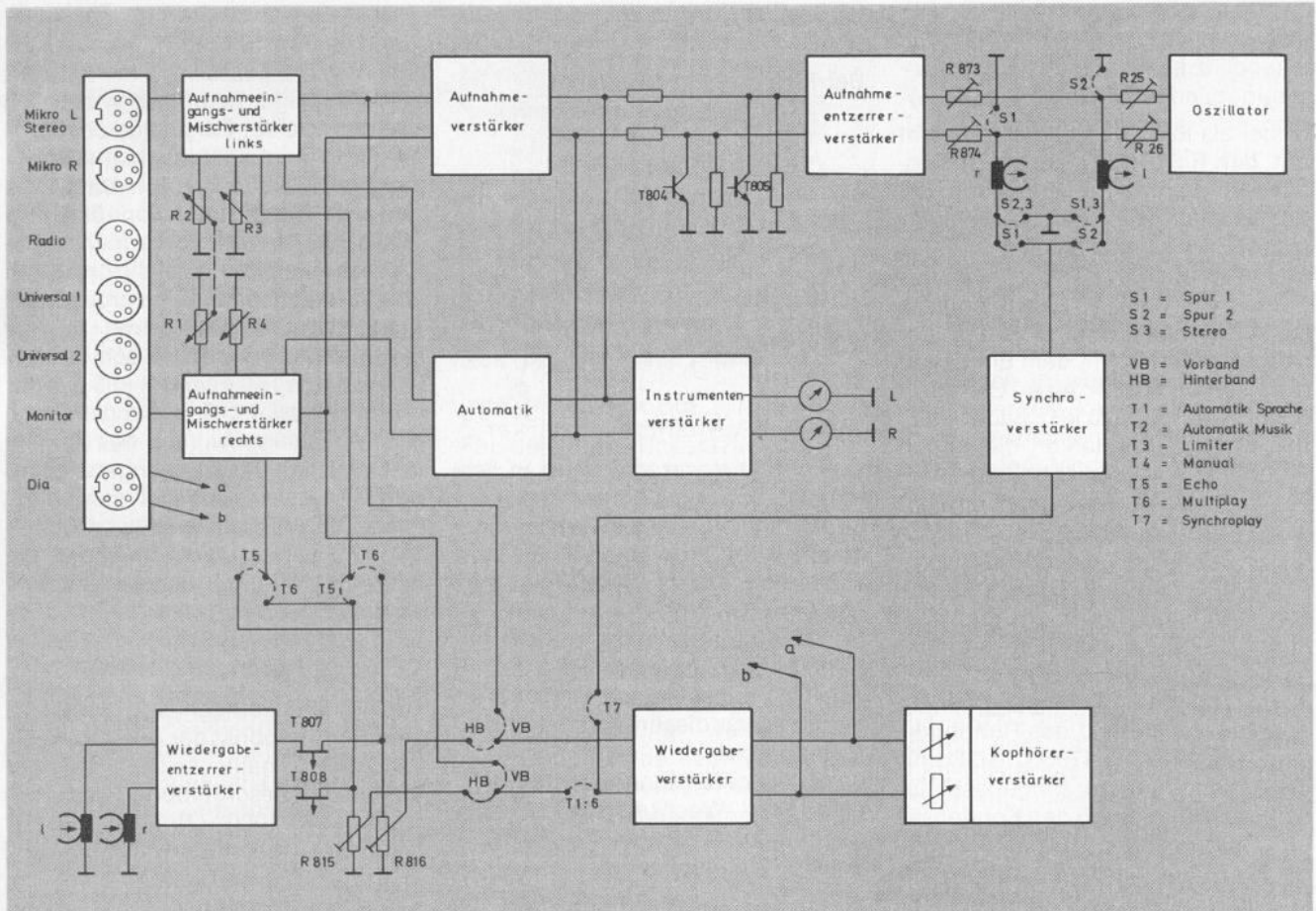


Bild 7 Blockschaltplan TS 925 / TS 945

die Buchsen für das linke bzw. Stereo-Mikrofon kann auf 3 und 5, bei Stellung „Mikro“ des Eingangswahlschalters auch hochpegelig eingespeist werden.

Da die Mikrofonbuchsen auf der Vorderseite des Geräts untergebracht sind, sind diese auch besonders gut für schnelle Überspielungen auf andere Geräte geeignet. An den Punkten 3 und 5 der „Mikro R“-Buchse steht bei Wiedergabe die hochpegelige Ausgangsspannung für Überspielungen zur Verfügung. Diese Überspielmöglichkeit ist wichtig für ein fest in den Schrank oder in eine Truhe eingebautes TS-Gerät.

Weiterhin befindet sich auf der Buchsenplatte ein Eingangswahlschalter. Mit diesem Schalter wird der gewünschte Eingang – entweder Phono, Radio oder Mikro – auf den Eingang des Aufnahmeverstärkers gelegt. Die nicht gewählten Eingänge werden mit diesem Schalter gegen Masse kurzgeschlossen, damit kein Eingangsübersprechen auftreten kann. Zusätzlich schaltet er die Eingangsempfindlichkeit, die für Radio 3,3 mV ist, um auf 1 mV für Mikrofon.

Zur Anpassung der Ausgangsspannung des Gerätes an die Ausgangs-

pegel anderer Signalquellen ist auf der Buchsenplatte noch ein Ausgangspegelinsteller untergebracht. Mit diesem Einsteller, der von außen durch die Rückwand zugänglich ist und zwischen der Monitor- und der Diabuchse sitzt, kann der Wiedergabepegel einer Vollpegelaufnahme mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers von 0,5 bis 2 V eingestellt werden.

Die Eingangsempfindlichkeiten für die unterschiedlichen Quellen ergeben sich zum einen aus der Eingangsempfindlichkeit der Aufnahmeeingangsverstärker, und zum anderen werden sie durch die Widerstände R 113 und R 114 von je 33 kΩ bestimmt. Bei einer Eingangsempfindlichkeit des Verstärkers in Stellung Phono oder Radio von $U_e = 3,3 \text{ mV}$ folgt für den Radioeingang:

$$I_e = \frac{U_e}{R_e} = \frac{3,3 \text{ mV}}{33 \text{ k}} = 0,1 \mu\text{A}$$

und für den Universaleingang:

$$U_{\text{universal}} = U_e \frac{R_{101} + R_{113}}{R_{113}} = 3,3 \text{ mV} \frac{1033 \text{ k}}{33 \text{ k}} = 103,3 \text{ mV}$$

3.2.2 Aufnahmeeingangs- und Mischverstärker

Der Übersichtlichkeit wegen wird im folgenden – soweit möglich – immer nur der linke Kanal beschrieben.

Im TS 925/945 sollten so weit als möglich bereits vorhandene Modul übernommen werden. Bei der Auswahl blieben zwei Stück übrig. Einmal das im folgenden beschriebene Aufnahmeeingangsmodul und als zweites das Modul mit dem Synchroverstärker, das aus dem TK 850 stammt. Das Modul mit dem Aufnahmeeingangs- und Mischverstärker stammt aus den Geräten TK 745 und TK 845. Dieses Modul enthält einen einstufigen Eingangsverstärker und einen Mischverstärker mit zwei Eingängen. Der Eingangsverstärker besteht aus einem Transistor T 201. Dieser verstärkt das Signal von 3,3 mV auf rund 10 mV. Der Transistor ist in Emitterschaltung geschaltet. Die Wechselspannungsgegenkopplung erfolgt über den Emitterwiderstand (für tiefe Frequenzen nur R 206). Die Gleichstromarbeitspunkterzeugung und Gegenkopplung geschieht über den Widerstand R 203 zwischen Kollektor und Basis. Die Verstärkung dieser Stufe läßt sich wie folgt ermitteln:

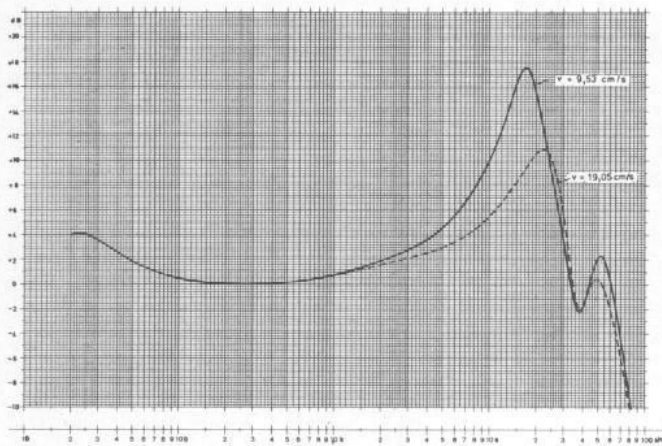


Bild 11 Aufnahmefrequenzgang

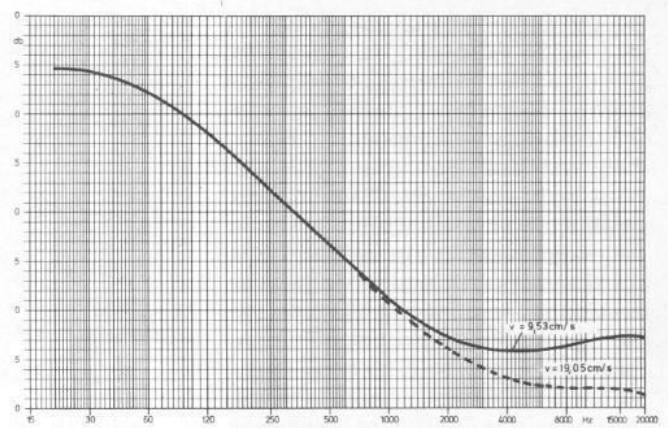


Bild 12 Wiedergabefrequenzgang

3.3.1 Der Wiedergabeentzerrer- verstärker

Dieser Verstärker, der wie der Aufnahmeverstärker aufgebaut ist, hat die Aufgabe, den niedrigen Pegel, der vom Wiedergabekopf kommt, zu verstärken und den Frequenzgang wieder zu linearisieren. Den Frequenzgang zeigt **Bild 12**. Besonders Wert legt man bei diesem Verstärker auf geringes Rauschen. Dazu ist der Emitterwiderstand für den Transistor T 301 im Verhältnis zur Kopfimpedanz sehr viel kleiner. Ebenso ist der Kollektorstrom, der mit durch den Widerstand R 303 bestimmt wird, auf Rauschoptimum für den Wiedergabekopf ausgelegt. Der Wiedergabefrequenzgang, der im wesentlichen durch den „Omega-Gang“ und die Zeitkonstanten 3180 μ s, 90 μ s oder 50 μ s bestimmt wird, wird mit den Bauteilen zwischen den Anschlußpunkten 2 und 12 erzeugt. Mit dem Einstellwiderstand R 811 wird die Zeitkonstante von etwa 90 μ s eingestellt. Das bei einer Vollpegelaufzeichnung auf rund 60 mV hochverstärkte Signal gelangt über den Schalt-FET T 807 auf den Einsteller R 815.

Der Schalt-FET ist immer leitend, außer bei den Funktionsabläufen „in Start“ und „von Start“ (siehe dazu auch 3.2.6 Elektronischer Schalter).

Diese NF-Unterdrückung bei diesen Funktionen ist erforderlich, da das Anfahren des Bandes, wenn in Start geschaltet wird, wie auch das Abstoppen durch den Servoantrieb verhältnismäßig lange dauert und ohne den Schalter ein An- und Ausjaulen zu hören wäre.

3.3.2 Der Wiedergabelinear- verstärker

Das mit dem Einsteller R 815 an den Aufnahme-Vorbandpegel angepaßte Hinterbandsignal gelangt über den

Spurschalter und Hinterband- oder Wiedergabe- und Vorbandsschalter auf den Wiedergabelinearverstärker. Der Name „Linear“ deshalb, weil dieser Verstärker, bestehend aus dem IC-Modul, den NF-Pegel ohne Frequenzbewertung linear von rund 40 mV auf etwa 1,2 V hochverstärkt. Der Übertragungsbereich reicht von 20 Hz bis 20 kHz. Damit die HF bei Aufnahme und Hinterband den maximal zulässigen Wert nicht überschreitet, ist in der Gegenkopplung des Verstärkers ein Saugkreis für 105 kHz geschaltet. Ein Signal mit der Frequenz von 105 kHz wird somit wesentlich weniger verstärkt als Frequenzen, die im NF-Übertragungsbereich liegen. Die Ausgangsspannung gelangt von Punkt 1 des Moduls über den Widerstand R 825 zum Kopfhörerverstärker, über den Start- und A-W-Schalter (DIN-Abschaltung) zur Radio- und Mikrofonbuchse und über den Widerstand R 115 auf der Buchsenplatte zur Monitorbuchse.

3.3.3 Der Synchroverstärker

Dieses Modul ist aus dem TK 850 übernommen. Der Verstärker hat die gleiche Aufgabe wie der Wiedergabeentzerrerverstärker. Er soll den Wiedergabepegel des bei Synchroplay auf Wiedergabe geschalteten Aufnahmesystems auf einen brauchbaren Pegel hochverstärken und einen geradlinigen Frequenzgang erzeugen. Die HF, die vom anderen Kopf-System herübertransformiert wird, muß auf einen noch zulässigen Wert bedämpft werden. Dazu ist einmal das System des Kopfes mit dem Eingangskondensator C 902 auf eine Resonanzfrequenz abgestimmt, die wesentlich unterhalb der Oszillatorfrequenz liegt. Als weitere Maßnahme zur Bedämpfung der HF liegt in der Gegenkopplung der Kondensator C 904, und als letztes ist noch das RC-Glied R 831 und C 832 dazu da, die HF noch weiter zu dämpfen.

3.3.4 Die Kopfhörerverstärker- platte

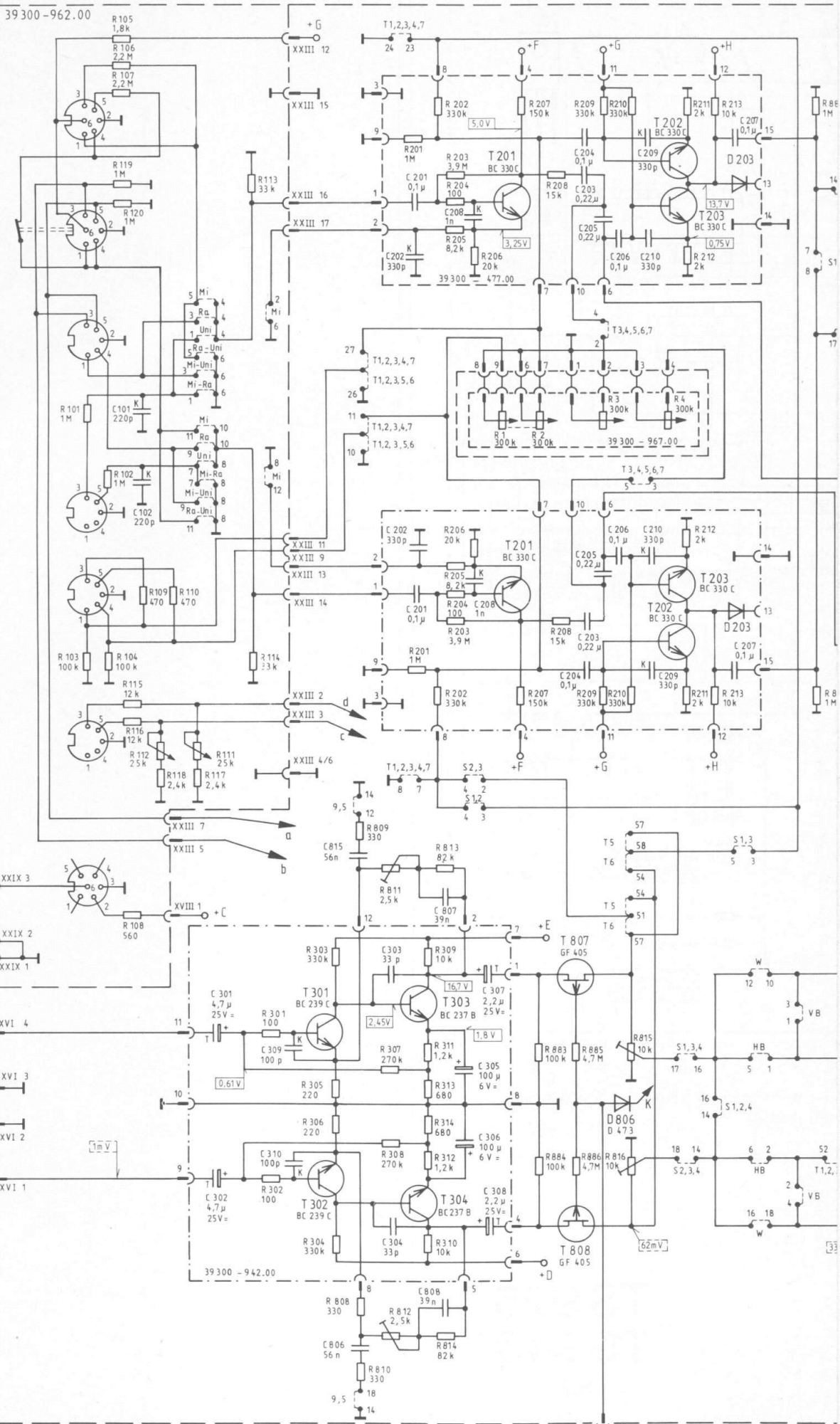
Auf der Kopfhörerverstärkerplatte sind außer dem Kopfhörerverstärker die Lautstärkesteller, der Cueingschalter, der Umspulgeschwindigkeitseinsteller und die Kopfhörerbuchse untergebracht. Die Lautstärkesteller sind mit Anzapfungen für die Physiologie versehen. Der Kopfhörerverstärker ist als einfache Endstufe mit dem Treibertransistor T 15 und den Komplementärtransistoren T 17 und T 19 aufgebaut. Der Gleichstromarbeitspunkt stellt sich durch die Gegenkopplung R 41 und R 49 ein. Die Wechselspannungsverstärkung ergibt sich aus der Gegenkopplung von R 49 parallel zu R 41 zur Summe aus Quellwiderstand plus R 39. Den Ausgang des Kopfhörerverstärkers kann man mit Kopfhörern belasten, deren Impedanz zwischen 8 und 2000 Ω liegt.

Bei Stop, Vor- und Rücklauf ist das eventuell vorhandene NF-Signal über den Stop- und in Serie dazu über den Cueingschalter gegen Masse kurzgeschlossen. Bei Betätigung des Cueingschalters wird dieser Kurzschluß aufgehoben. Das NF-Signal wird somit zu den Ausgangsbuchsen und zum Kopfhörerverstärker freigegeben. Damit durch die beim Umspulen besonders stark auftretenden hohen Frequenzen die an die Anlage angeschlossenen Lautsprecher nicht zerstört werden, ist der Ausgang der Verstärker mit dem Kondensator C 813 abgeschlossen. Dieser Kondensator wirkt nur bei Stopstellung des Start-Stop-Schalters.

4 Steuerlogik und Servosteuerung

4.1 Tiptastensteuerung

Beim TS 925/945 besteht die Steuerlogik aus zwei ICs. Diese ersetzen im Prinzip rastende, sich gegenseitig
(Fortsetzung Seite 85)



Mikro L
Stereo

Mikro R

Radio

1

2 MIX

MONITOR

DIA

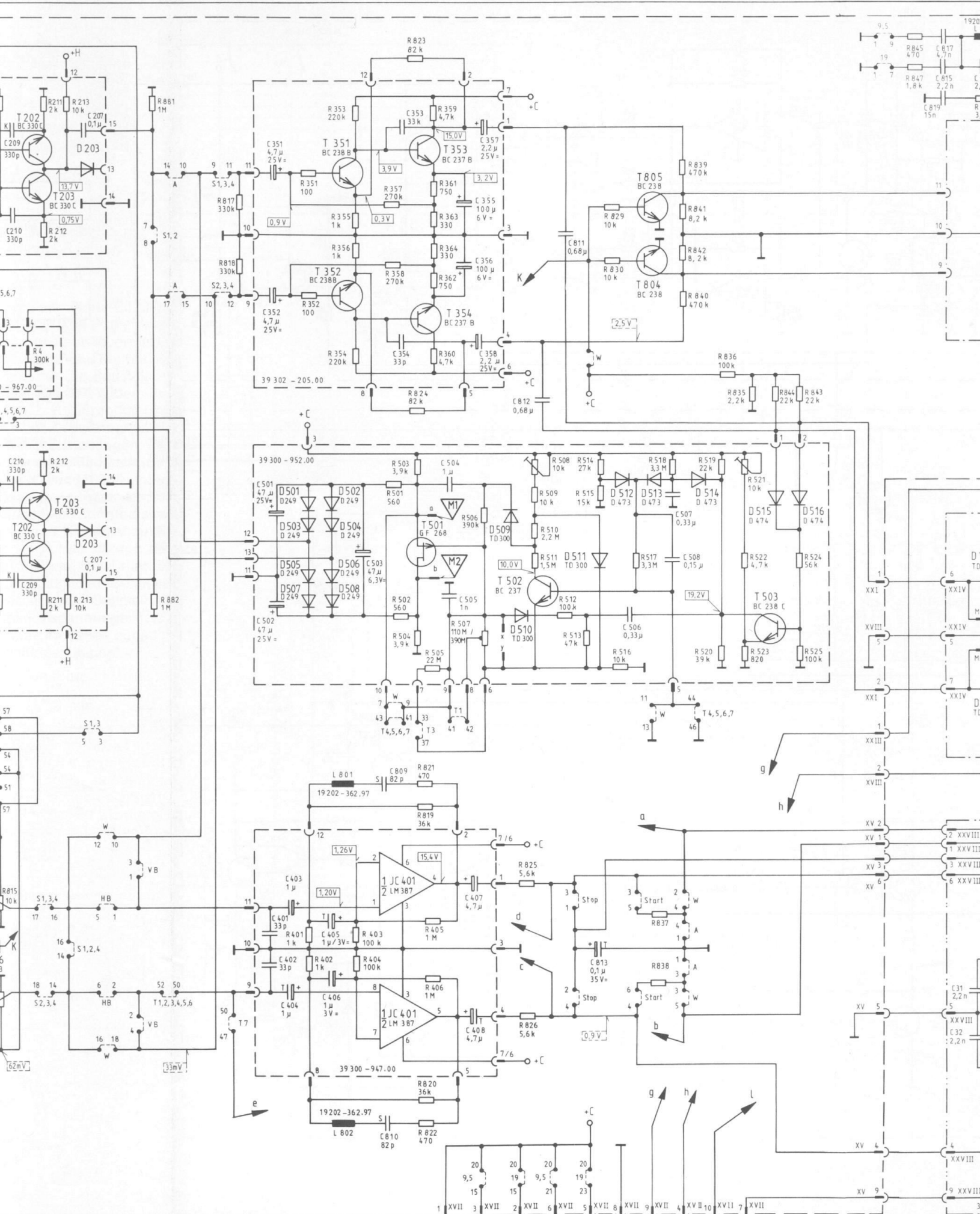
31025 - 335.00

1

2

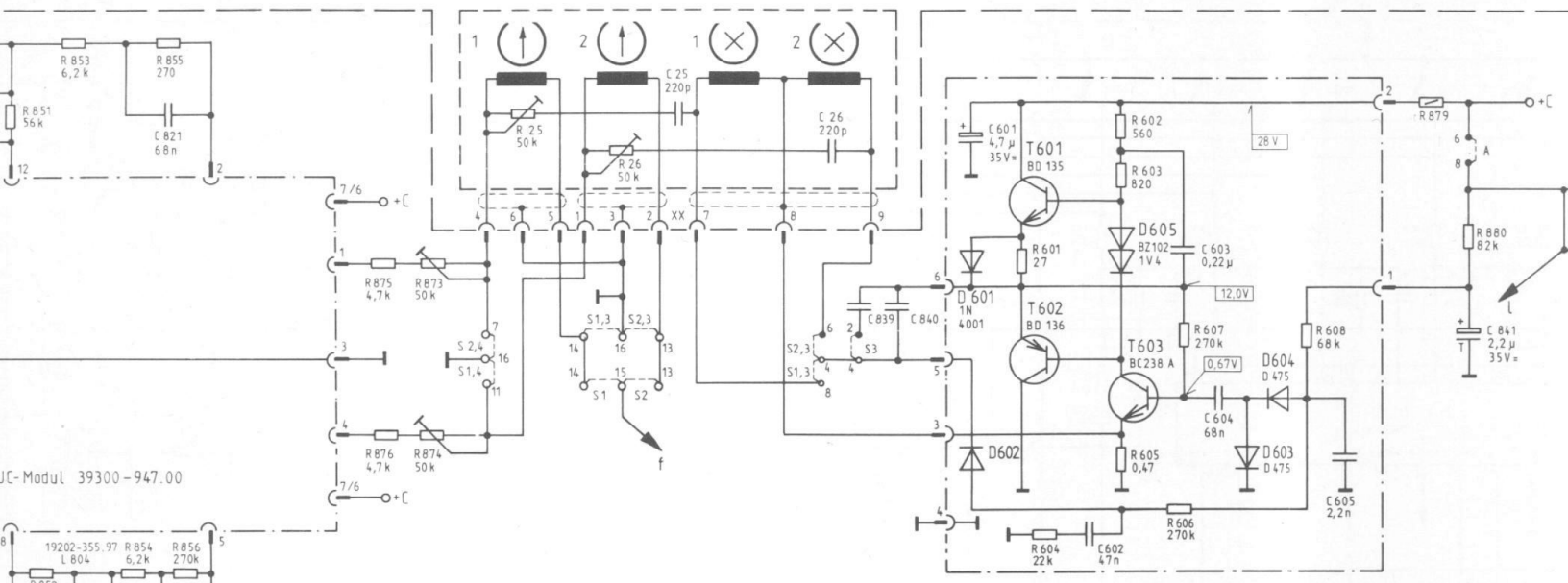
Platte 39302-006.00

C:	101, 102,	301, 302,	309, 310,	815, 806,	303, 304,	201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210,	203, 205,	209, 210,	207,
R:	101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 108, 109, 110, 118,	111, 113, 301, 303, 305, 306,	809, 307, 811, 309, 311, 313, 201, 202, 204, 206, 883, 885, 208, 210, 815, 211, 213,	808, 308, 812, 310, 312, 314, 813, 203, 205, 207, 884, 886, 209, 816, 212,	881, 882,				

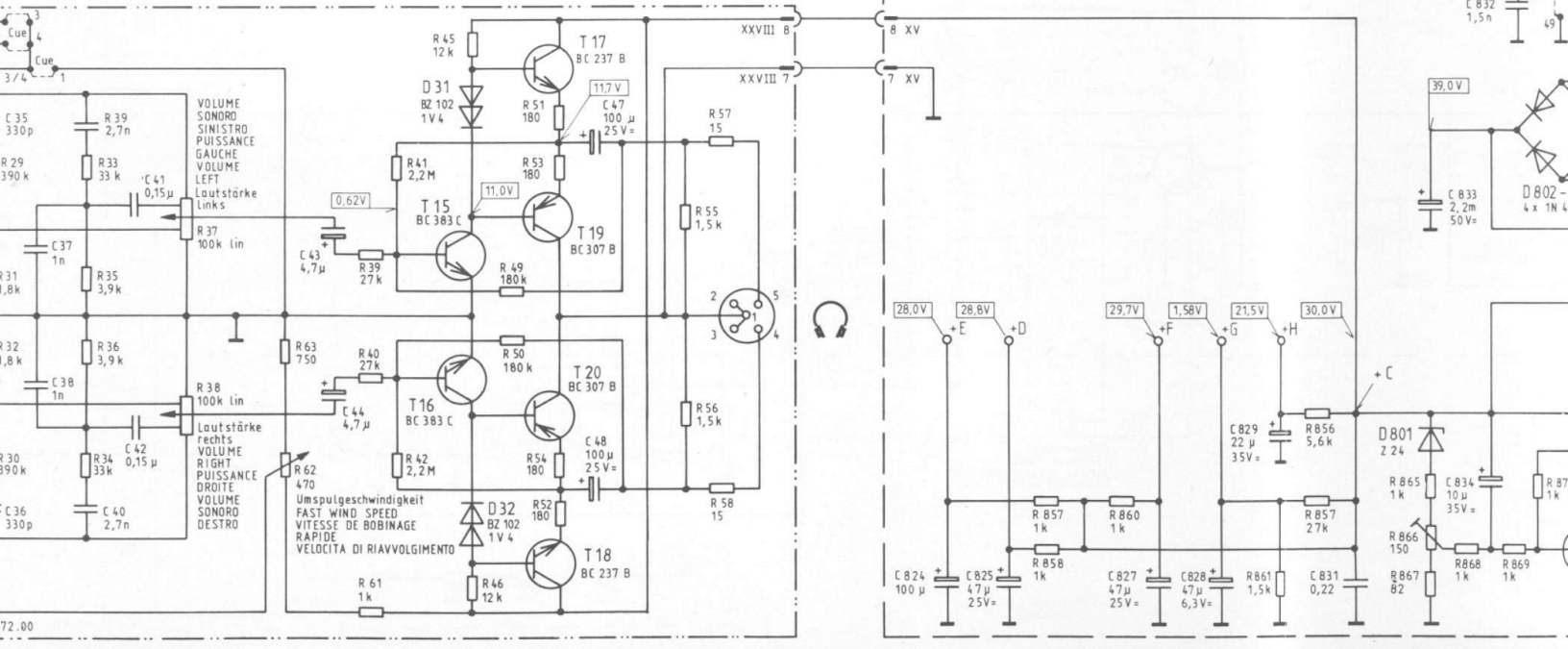
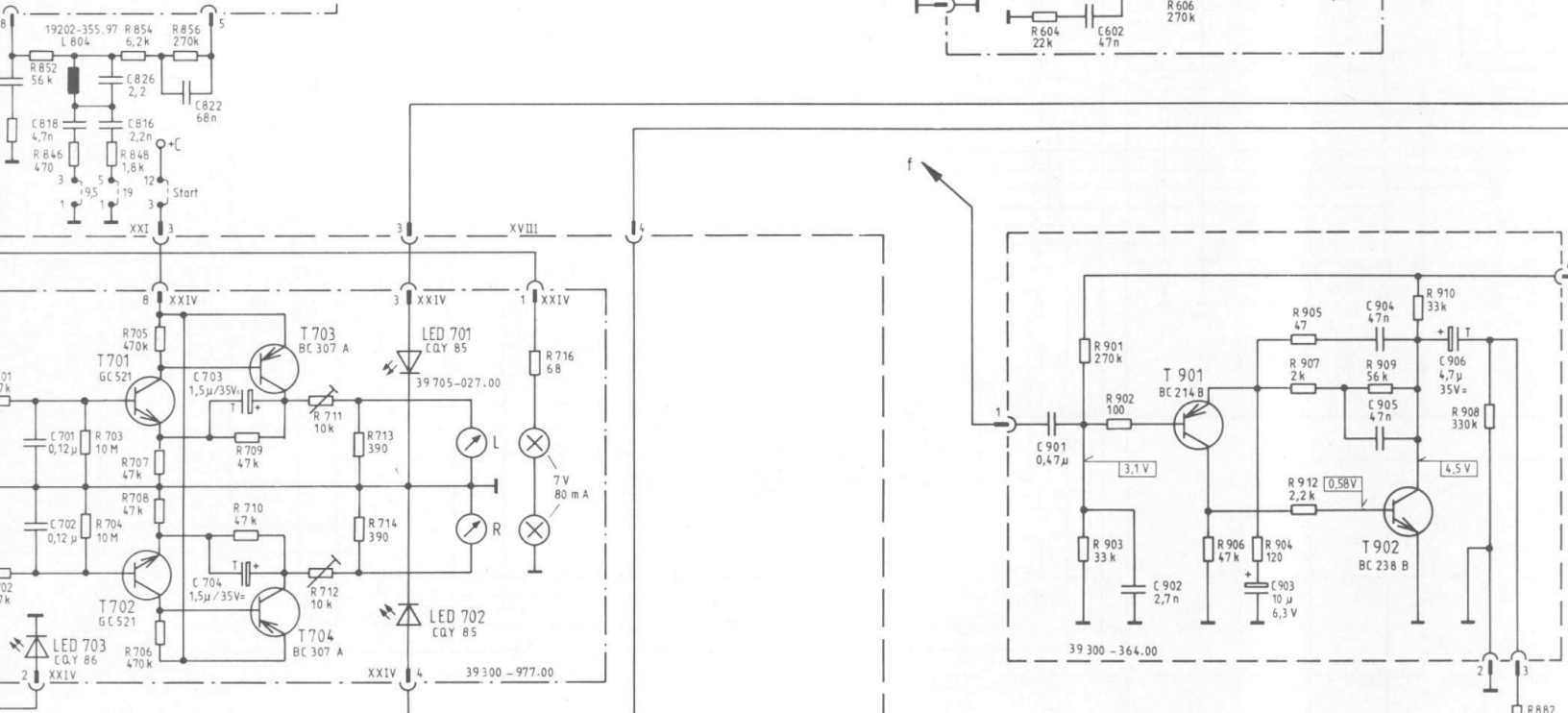


39302-006.00

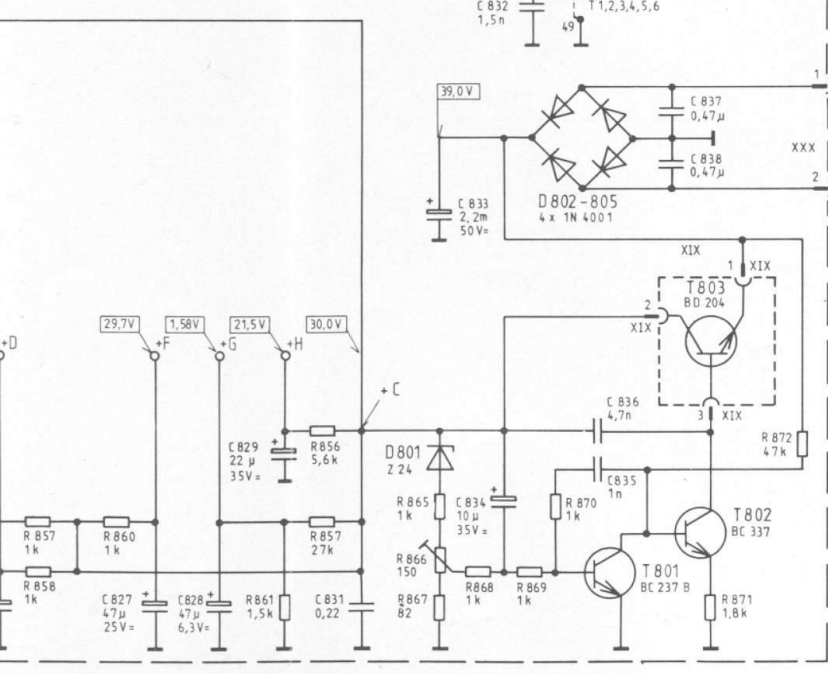
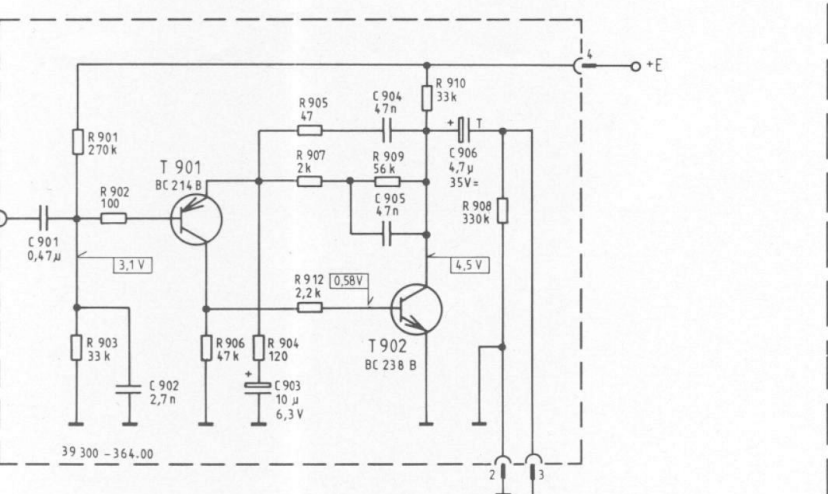
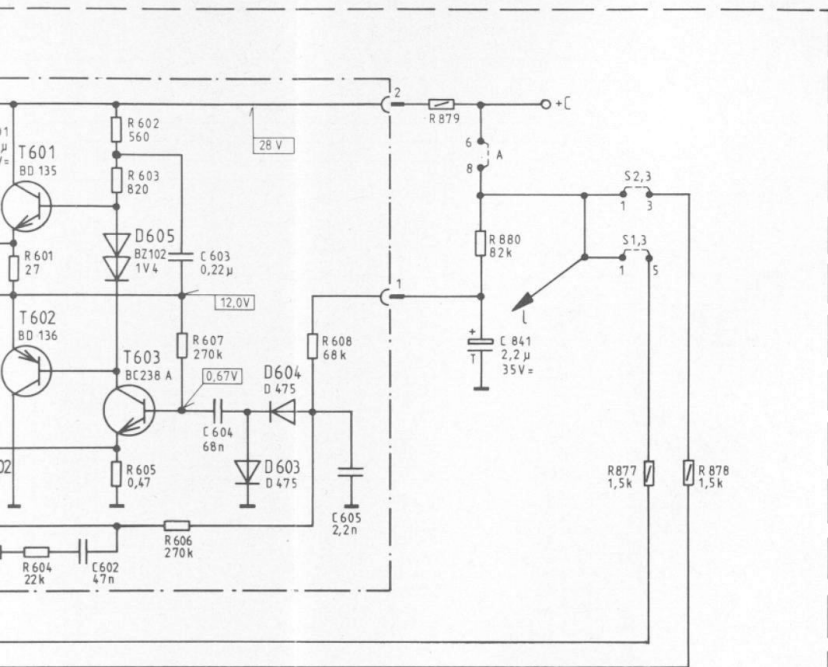
209, 210, 207, 351, 352, 501, 502, 503, 353, 354, 504, 505, 355, 356, 357, 358, 812, 811, 506, 813, 507, 508, 815, 817, 819, 31, 211, 213, 881, 401, 351, 403, 353, 355, 501, 357, 823, 503, 405, 820, 821, 359, 361, 363, 506, 825, 508, 510, 512, 514, 829, 517, 837, 518, 839, 841, 519, 835, 521, 844, 524, 843, 16, 212, 882, 402, 352, 404, 354, 356, 502, 358, 824, 504, 505, 406, 822, 819, 360, 362, 364, 507, 826, 509, 511, 513, 515, 830, 516, 838, 845, 847, 523, 836, 840, 842, 520, 522, 525, 29,



JC-Modul 39300-947.00



0,	818,	701,702,	816,	826,	821,822,703,704,		25,		26,	839,	840,		601,		602,		603,		604,		605,		841,		83	
35,36,	37,38,	39,40,	41,	42,		43,44,		47,48,					824,		825,		826,		827,		828,		833,		832,	83
852,846,853,848,854,855,856,706,707,708,709,710,711,875,876,873,874,	45,	49,716,	51,53,				55,	57,					601,604,901,602,603,605,606,607,		906,		905,608,912,909,910,879,		880,908,		882,		882,		882,	83
701,702,703,704,33,34,35,36,706,37,38,	62,	63,712,713,714,39,61,40,41,42,46,	50,	52,54,			55,	58,					857,858,903,902,860,				906,		904,907,861,856,857,		865,866,867,868,		869,870,			

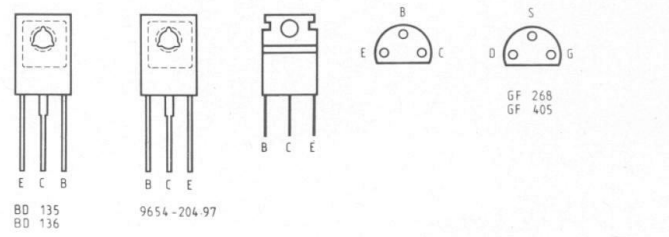
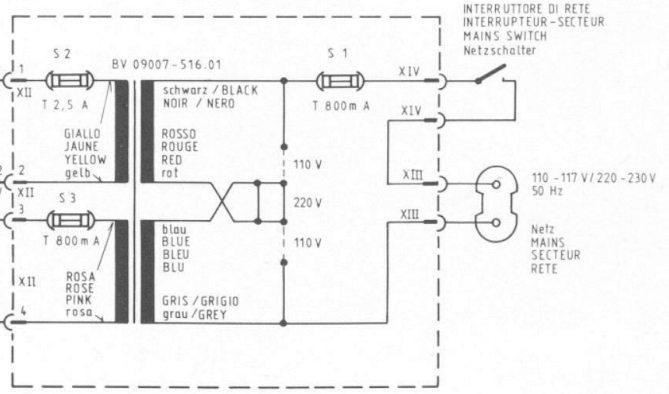


- Gleichspannungen gemessen in Stop-Stellung, $v = 19 \text{ cm/s}$, Stereo, ohne Signal
- Eingangswiderstand des Voltmeters $R_e = 10 \text{ M}\Omega$
- Signalspannungen (333Hz) gemessen in Start, $v = 9,5 \text{ cm/s}$, Stereo.
- DC VOLTAGES MEASURED IN POS.STOP, $v = 19 \text{ cm/s}$, STEREO, NO SIGNAL
- INPUT RESISTANCE OF VOLTMETER $R_e = 10 \text{ M}\Omega$
- SIGNAL VOLTAGES (333Hz) MEASURED IN POS. START, $v = 9,5 \text{ cm/s}$, STEREO.
- LES TENSIONS CONTINUES SONT MESUREES EN POS.STOP, $v = 19 \text{ cm/s}$, STEREO, SANS SIGNAL
- RESISTANCE D'ENTREE DU VOLTMETRE $R_e = 10 \text{ M}\Omega$
- LES TENSIONS DE SIGNAL (333 Hz) SONT MESUREES EN POS. MARCHE, $v = 9,5 \text{ cm/s}$, STEREO.
- TUTTI TENSIONE CONTINUA MISURATA IN POS.STOP, $v = 19 \text{ cm/s}$, STEREO, SENZA SEGNALE
- RESISTENZA D'INGRESSO DEL VOLTMETRO $R_e = 10 \text{ M}\Omega$
- TENSIONE DEL SEGNALE (333 Hz) MISURATA IN POS. START, $v = 9,5 \text{ cm/s}$, STEREO.

- Trickschalter : 39 706 - 137 00
 TRICK SWITCH :
 COMMANDE TRUCCAGE
 COMMUTATORE SOVRAIMPRESSIONE :
- | | | | | | | |
|--|---|---------------|---------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|
| T 1 = Autom. Sprache
AUTOMATIC SPEECH
AUTOM. PAROLE
AUTOM. PER IL PARLATO | T 2 = Autom. Musik
AUTOMATIC MUSIC
AUTOM. MUSIQUE
AUTOM. PER LA MUSICA | T 3 = Limiter | T 4 = Manuell | T 5 = Echo
REVERBERATION
ECO | T 6 = MULTIPLAY | T 7 = Syn. - Play |
|--|---|---------------|---------------|------------------------------------|-----------------|-------------------|
- | | |
|---|-------------------------|
| A = Aufnahme
RECORDING
ENREGISTREMENT
REGISTRAZIONE | } A/W 39 706 - 136 00 |
| W = Wiedergabe
PLAYBACK
LECTURE
ASCOLTO | |
| Cue = Cueing | 39 706 - 073 00 |
| VB = Vorband
MONITORING
ECOUTE SIMULTANEE
CONTROLLO TRAMITE AMPLIF. | } VB/HB 39 706 - 131 00 |
| HB = Hinterband
VIA TAPE MONITORING
ECOUTE DIRECTE SUR BANDE
CONTR. DIRETTO DAL NASTRO | |
- Spurwahlschalter
 TRACK SELECTOR
 SELECTEUR DE PISTES
 COMMUTATORE SELETTORE
 DI TRACCIA
- | | |
|------|-----------------|
| SPI | 39 706 - 134 00 |
| SPII | 39 706 - 133 00 |
- | | |
|-----|--------|
| S 1 | MONO 1 |
| S 2 | MONO 2 |
| S 3 | STEREO |
| S 4 | DUO |

- Folien-Kond.
- Keramik-Kond.
- Elko
- Tantal-Elko
- Styrolflex-Kond.
- 0207 DIN
- MDW 0411 DIN

Änderungen vorbehalten!
 ALTERATIONS RESERVEES!
 MODIFICATIONS RESERVEES!
 CON RISERVA DI MODIFICA !

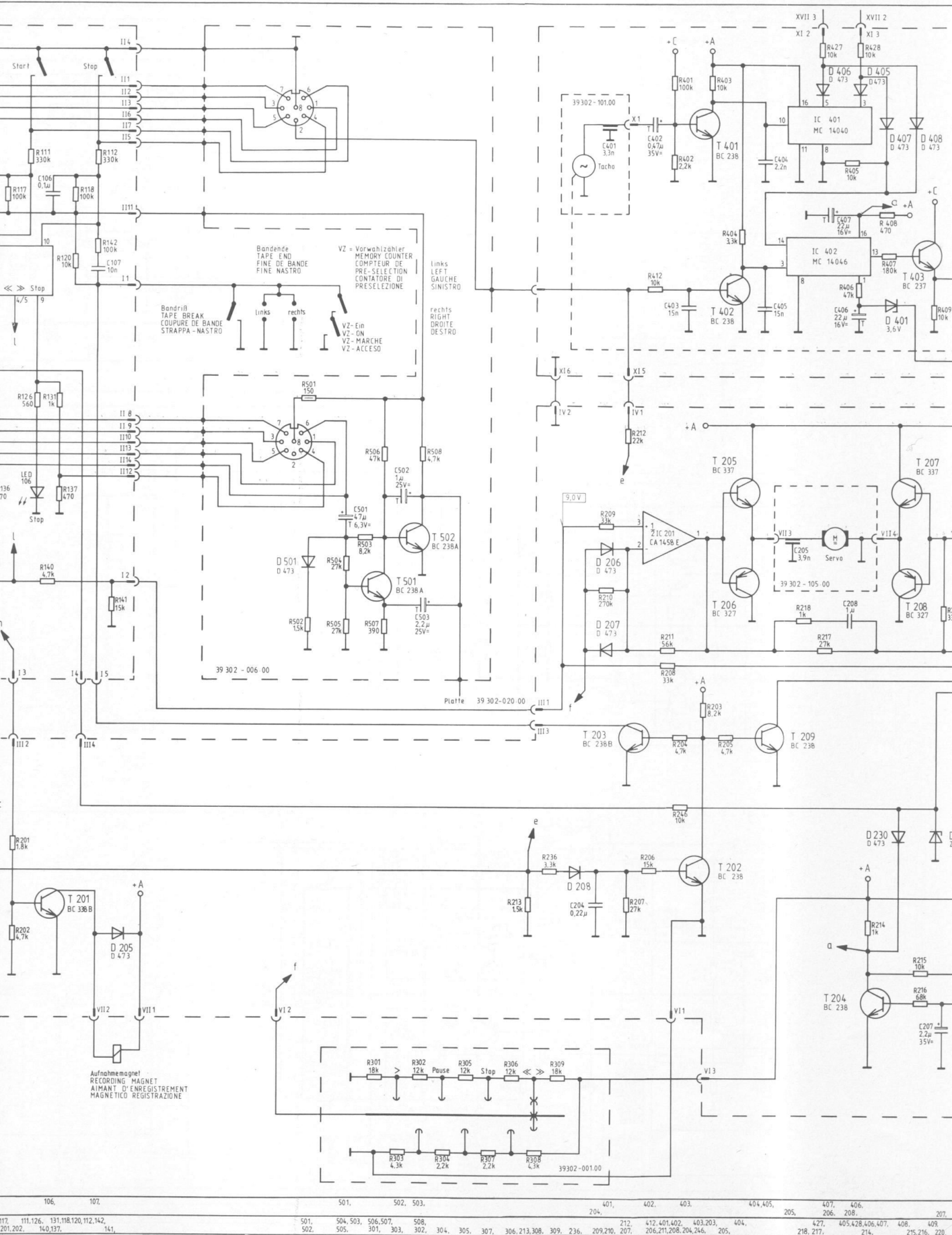


TS 925
HiFi

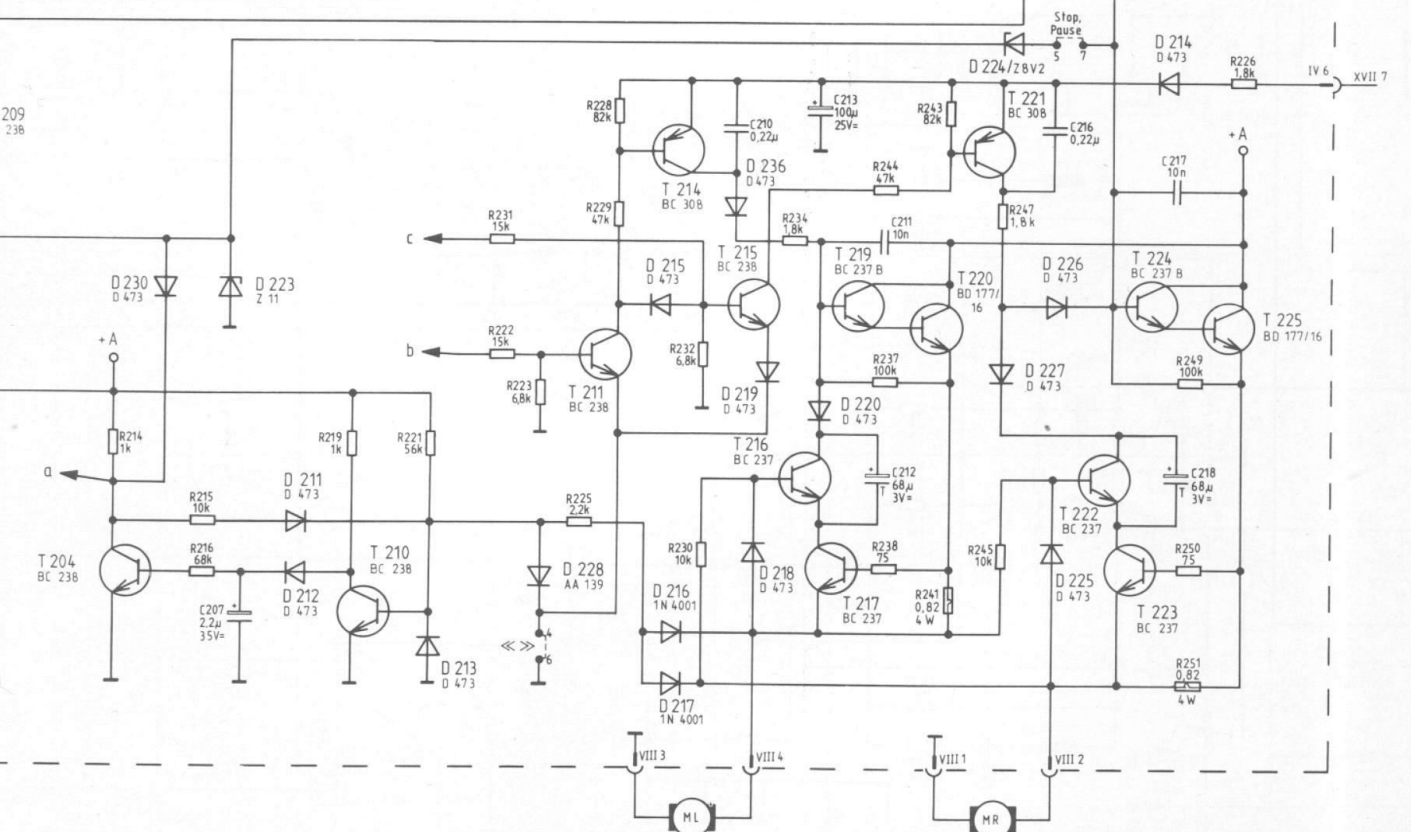
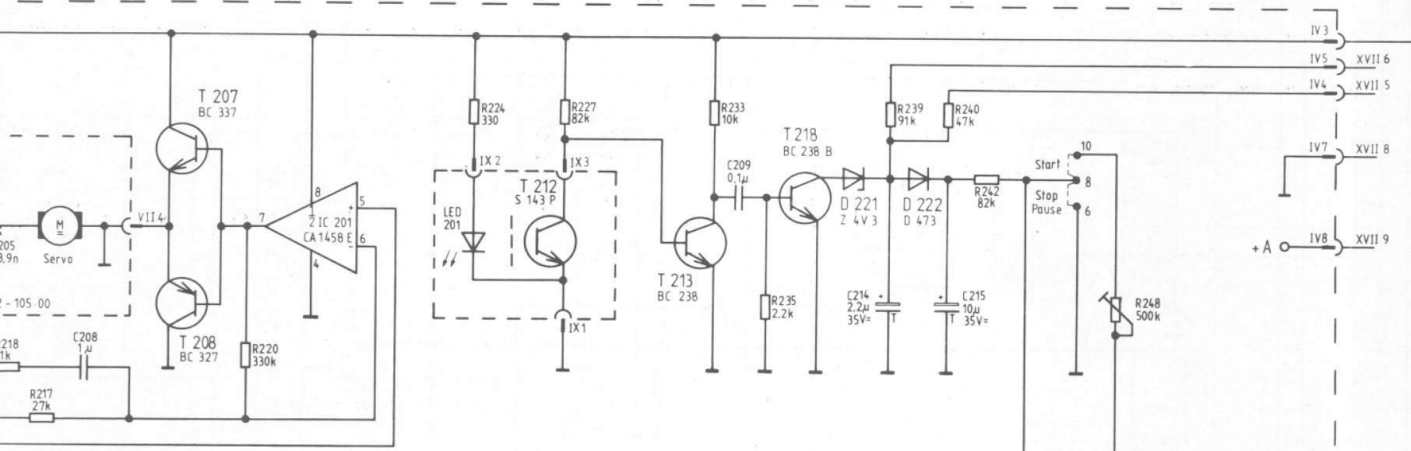
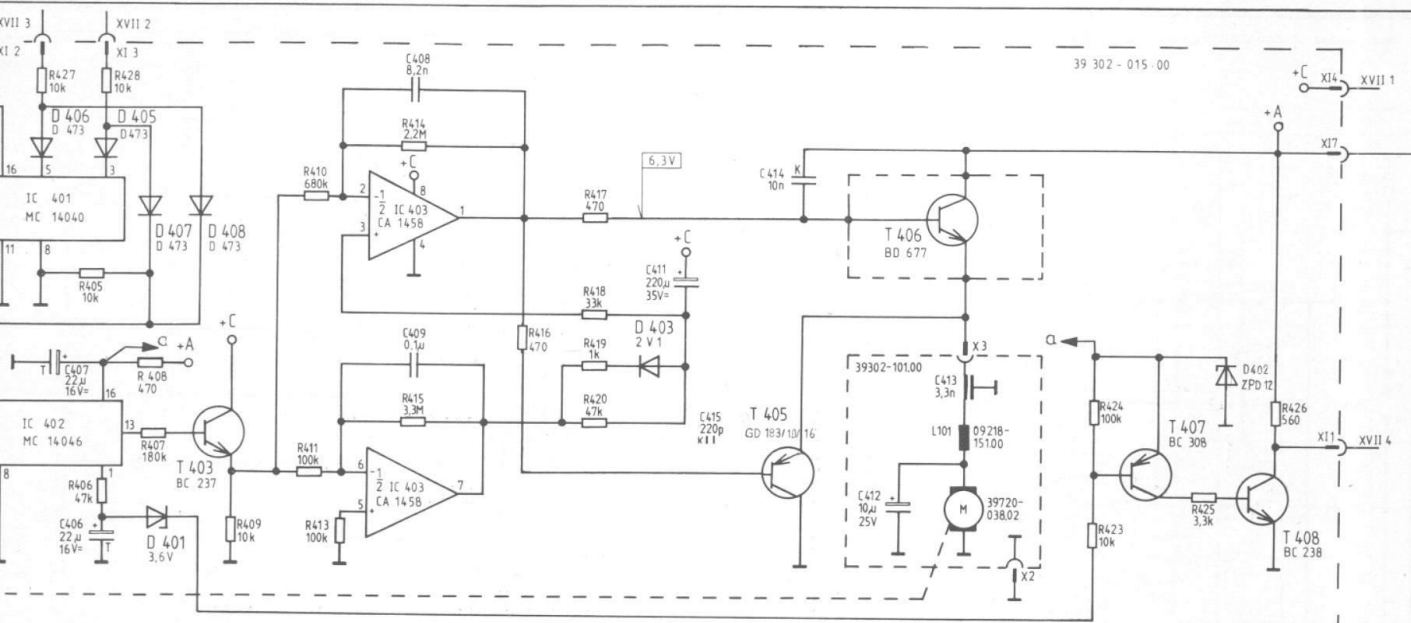


TS 945
HiFi

25,	602,	603,	604,	829,	605,	841,
827,	828,	831,	833,	834,	832,	835, 836,
601, 604, 901, 602, 603, 605, 606, 607,	905, 608, 912, 909, 910, 879,	880, 908,	882,	877,	878,	871,
857, 858, 903, 902, 860,	906,	904, 907, 861, 856, 857,	865, 866, 867, 868,	869, 870,		872,

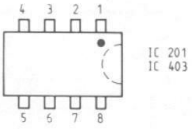
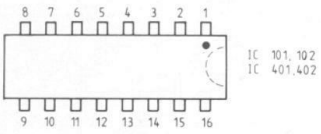
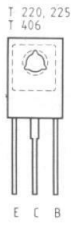


106,	107,	501,	502,	503,	504,	505,	506,	507,	508,	304,	305,	307,	306,	213,	308,	309,	236,	209,	210,	207,	212,	417,	401,	402,	403,	203,	404,	204,	206,	208,	205,	427,	405,	428,	406,	407,	408,	409,
201,	202,	140,	137,	141,	501,	502,	301,	303,	302,	304,	305,	307,	306,	213,	308,	309,	236,	209,	210,	207,	212,	417,	401,	402,	403,	203,	404,	204,	206,	208,	205,	427,	405,	428,	406,	407,	408,	409,



- 39 302 - 015 00
- Gleichspannung Stereo, ohne S Eingangswiderst
 DC VOLTAGES STEREO, NO SIG INPUT RESISTAN
 LES TENSIONS v=9.5 cm/s, S RESISTANCE D
 TUTTI TENSIONI v=9.5 cm/s, S RESISTENZA D
- Änderungen ALTERATIONS MODIFICATION CON RISERVA
- Elko
 Tantel - Elko
 Folien - Kond.
 K Keramikkond.
 Durchführungs FEED-THROUGH CONDENSATEUR CONDENSATORE
 DIN 0207
 MOW 0617
 Sicherungswider FUSE RESISTOR RESISTANCE DE RESISTENZA FU
 Schalter: Start / Pause, St
 z.B: Schalter g E.G: SWITCH C P: EX: COMMUTA P: ES: COMMUTA

407, 206, 208,	406, 208,	207,	408, 409,	410,	411, 415,	209, 210,	414,	412, 212, 214, 215,	413,	216,	217, 218,	426,
427, 18, 217,	405, 428, 406, 407, 214,	408, 215, 216, 220,	410, 411, 413, 219,	414, 415, 221,	416, 417, 418, 419, 420, 421, 222, 223, 227, 225, 228, 229,	230, 232, 233, 235, 234,	239, 240,	244, 237, 238, 243, 241, 242, 247, 245,	248,	424, 423,	425, 249, 250, 251, 226,	

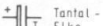


- Gleichspannungen gemessen in Stop-Stellung, $v=9,5$ cm/s.
Stereo, ohne Signal.
Eingangswiderstand des Voltmeters $R_e=10$ M Ω .
- DC VOLTAGES MEASURED IN POSITION STOP, $v=9,5$ cm/s.
STEREO, NO SIGNAL.
INPUT RESISTANCE OF VOLTMETER $R_e=10$ M Ω .
- LES TENSIONS CONTINUES SONT MESUREES EN POS STOP,
 $v=9,5$ cm/s, STEREO, SANS SIGNAL.
RESISTANCE D'ENTREE DU VOLTMETRE $R_e=10$ M Ω .
- TUTTI TENSIONE CONTINUA MISURATA IN POS STOP,
 $v=9,5$ cm/s, STEREO, SENZA SEGNALE.
RESISTENZA D'INGRESSO DEL VOLTMETRO $R_e=10$ M Ω .

Änderungen vorbehalten !
ALTERATIONS RESERVEE !
MODIFICATIONS RESERVEES !
CON RISERVA DI MODIFICA !



Elko



Tantal-
Elko



Folien-
Kond.



Keramik-
Kond.



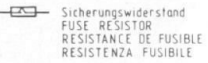
Durchführungs-Kond.
FEED-THROUGH CAPACITOR
CONDENSATEUR DE TRAVERSEE
CONDENSATORE PASSANTE



DIN 0207 LED 101... 106 CQX 40LZ



MOW 0617 LED 201 CQX 35A



Sicherungswiderstand
FUSE RESISTOR
RESISTANCE DE FUSIBLE
RESISTENZA FUSIBILE

Schalter: Start / Pause, Stop / << >> 39 706 - 140 00

z.B.: Schalter geschlossen bei Start
E.G.: SWITCH CLOSED FOR START
P. EX.: COMMUTATEUR FERME EN MARCHE
P. ES.: COMMUTATORE E CHIUSO IN POS. START

TS 925 TS 945

HiFi

Bl.2

Fort

ausl
ben
len:
Paus
müs
werd
Leu
gang
hand

Der
für d
Vorl
die F
funk
zust
Spei
sen.
gang
und
Bes
eine
chen
dies
Stop
Mög
seiti
Fall,
tion
dun
2 vo
gem
Fun
nur
nah
nich
derr
A-W
Daf
den
nun
zulä
dert
den
und
ersp
für
stor
seh
den
den
R 13

Bei
den
bei
R 13
aus
Bei
mit
R 14
Steu
stan
Soll
nik
diffe
Fun

GRUN

auslösende Drucktasten. Die ICs haben folgende Forderungen zu erfüllen: Die Laufwerksfunktionen Stop, Pause, Start, Vorlauf und Rücklauf müssen bei Tastendruck gespeichert werden; es müssen pro Funktion ein Leuchtdiodentreiber und ein Ausgang für eine Steuerspannung vorhanden sein.

Der IC 102 kann diese Aufgabe nur für die vier Funktionen Stop, Pause, Vorlauf und Rücklauf erfüllen. Für die Funktionen Start und als Sonderfunktion Aufnahme ist der IC 101 zuständig. Der IC 102 besitzt vier Speicher, die sich gegenseitig auslösen. Der gemeinsame Rücksetzeingang ist auf Punkt 2 herausgeführt und liegt über 15 kΩ auf Masse. Als Besonderheit besitzt dieser IC noch eine Vorrangstellung für einen Speicher nach dem Netzeinschalten. Auf diesen Speicher wurde die Funktion Stop gelegt. Der IC 101 besitzt die Möglichkeit, daß wahlweise gegenseitig ausgelöst, paarweise gegenseitig ausgelöst oder, wie in diesem Fall, die Funktion Start mit den Funktionen im IC 102 durch die Verbindung der Rücksetzeingänge Pin 2 vom IC 102 und Pin 3 vom IC 101 gemeinsam ausgelöst wird. Für die Funktion Aufnahme wirkt der IC 101 nur als Treiber für den kleinen Aufnahmemagneten. Die Funktion soll nicht im IC gespeichert werden, sondern sie wird mit dem Betätigen des A-W-Schiebeschalters gespeichert. Dafür liegt am Rücksetzeingang für den Aufnahmespeicher ein Spannungsteiler, der das Schalten zwar zuläßt, das Speichern aber verhindert, das Speichern müssen den Funktionen Start, Pause, Stop und Umspulen entsprechende Steuerspannungen erzeugt werden. Dafür sind Ausgänge mit PNP-Transistoren mit offenem Kollektor vorgesehen. Diese Transistoren schalten den Spannungsteiler, bestehend aus den Widerständen R 105, R 138, R 139, R 140 und R 141 (Bild 13).

Bei Umspulen besteht der Teiler aus den Widerständen R 140 und R 141, bei Stop aus den Widerständen R 139, R 140 und R 141, bei Pause aus R 138, R 139, R 140 und R 141. Bei Start hängt der gesamte Teiler mit R 105, R 138, R 139, R 140 und R 141 an der Betriebsspannung. Die Steuerspannung wird am Widerstand R 141 abgegriffen und steht als Sollspannung für die Servoelektronik zur Verfügung. Die Spannungsdifferenz zwischen den einzelnen Funktionen beträgt etwa 2,5 V.

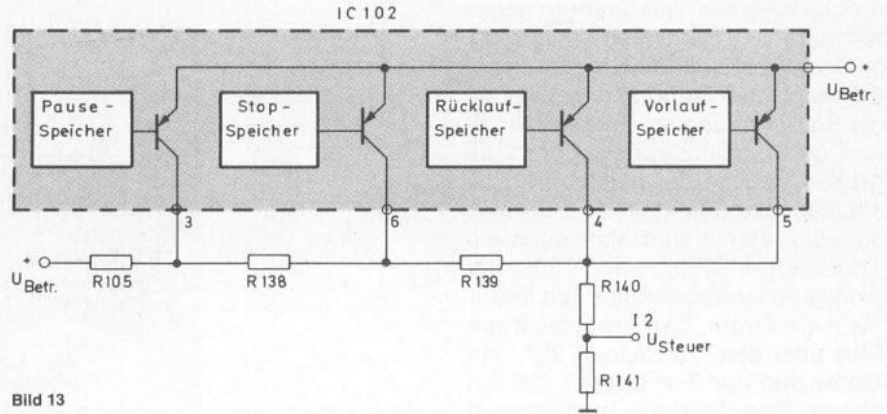


Bild 13

4.2 Servoelektronik

Der große Vorteil liegt bei diesen Geräten darin, daß das Laufwerk mit einem Servomotor betätigt wird. Dadurch entfallen jegliche Magnete für die Laufwerksteuerung. Das Laufwerk besitzt vier Funktionsstellungen. Dies sind, vom Steuerpegel gesehen mit der niedrigsten Spannung beginnend, die Funktionen Start, Pause, Stop und Umspulen (Vorlauf und Rücklauf sind eine Funktion). Eine Steuerscheibe, die über ein Getriebe einen Schleifkontakt für einen Spannungsteiler antreibt und selbst vom Servomotor angetrieben wird, muß demnach vier genau festgelegte Funktionsstellungen haben. Dieser Servomotor, der das Laufwerk steuert, muß links wie rechts laufen können. Dazu hängt er in einer Transistorbrücke, bestehend aus den Transistoren T 205, T 206, T 207 und T 208 (Schaltungsauszug Bild 14).

Diese Transistoren werden von zwei Operationsverstärkern angesteuert. An den Plus-Eingängen (Pin 3 und 5) steht jeweils die Sollspannung, über die Widerstände R 208 und R 209 von der Steuerelektronik kommend, an.

Die Istspannung am Minus-Eingang (Pin 2) kommt über den Schleifkontakt von der Nachlaufsteuerplatte. Auf der Steuerplatte sind einmal ein Spannungsteiler für die Sollstellungen, bestehend aus den Widerständen R 301, R 302, R 305, R 306 und R 309, und einmal ein Spannungsteiler für die Zwischenstellungen, bestehend aus den Widerständen R 303, R 304, R 307 und R 308, untergebracht. Der Spannungsteiler für die Sollstellungen, die nur rund zwei Millimeter breit sind, bildet genau die Spannungen nach, wie sie von der Tastenplatte kommen. Der Teiler für die Zwischenstellungen (diese füllen den Weg zwischen den Sollstellungen) erzeugt Teilspannungen, die etwa in der Mitte zwischen benachbarten Sollstellungen liegen.

Beispiel eines Funktionswechsels: Das Gerät steht in Stellung „Stop“, und es wird die Funktion „Start“ gedrückt. Die Sollspannung, von der Tipptastenplatte kommend, ist im ersten Moment rund 5 V negativer als die vom Schleifkontakt kommende Spannung. Somit ist auch die Spannung am Pin 3 negativer als die am Pin 2. Der Ausgang (Pin 1) springt

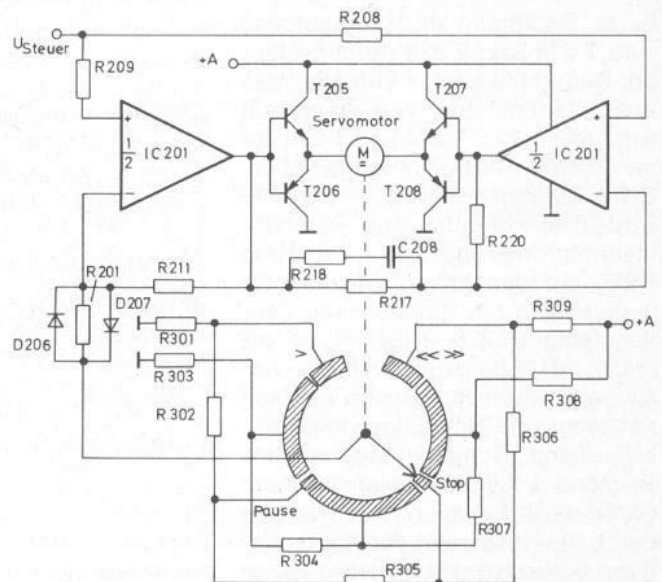


Bild 14
Schaltungsauszug
Servoelektronik

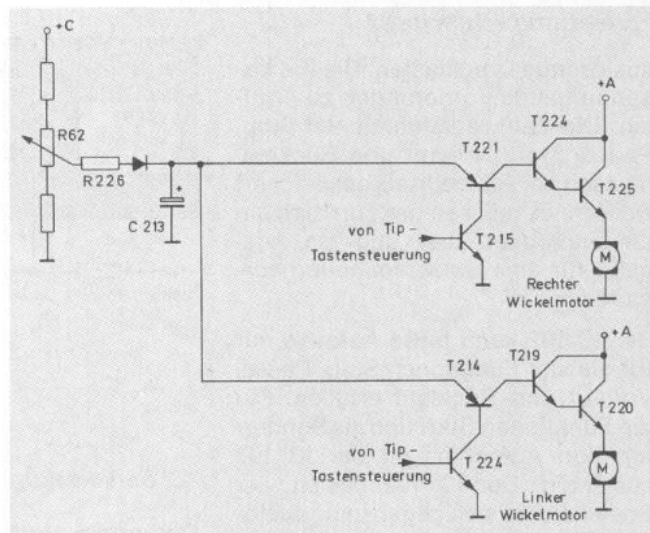
durch die große Verstärkung, gegeben durch die Gegenkopplung R 211 zu D 206, auf Null. Die Spannung am Eingang Pin 6 ist noch negativer als die Sollspannung am Eingang Pin 5, und der Ausgang springt durch die große Verstärkung, gegeben durch die Gegenkopplung R 220 zu R 217, auf Plus. Damit sind aber auch die Transistoren T 207 und T 206 der Brücke leitend, und über den Motor fließt ein Strom. Der Strom fließt von Plus über den Transistor T 207, den Motor und den Transistor T 206 auf Masse. Das Getriebe wird bewegt und mit ihm auch der Schleifkontakt. Dieser Kontakt bewegt sich von der Stop-Stellung über die Zwischenstellung, über Pause und die zweite Zwischenstellung so lange, bis die Startstellung erreicht ist, und somit auch am Schleifkontakt die gleiche Spannung steht wie am Solleingang. Damit der Motor nach dem Erreichen der Sollstellung sofort stehenbleibt, bekommt er einen kurzen Gegenimpuls. Dieser Impuls wird durch die Umladung des Kondensators C 208 hervorgerufen. Die Dioden im Eingang zum Pin 2 rufen für eine Differenzspannung von größer 0,7 V an den Eingängen eine große Verstärkung durch die Gegenkopplung R 211 zum differentiellen Widerstand der Dioden hervor. Bei Differenzspannungen von kleiner 0,3 V wirken die Dioden nicht mehr, und die Verstärkung resultiert aus den Widerständen R 211 zu R 210. Die Schaltung besitzt also eine Schwelle von rund $\pm 0,3$ V, innerhalb der die gesamten Toleranzen der Spannungsteiler untergehen.

5 Laufwerksteuerung

5.1 Variable Umspulgeschwindigkeit (Schaltungsauszug Bild 15)

Beim Betätigen der Vorspultaste wird T 215 und T 221 durchgesteuert. Dadurch wird das Potential, das am Potentiometer R 62 eingestellt war, über T 221, T 224 und T 225 auf den rechten Wickelmotor gegeben. Beim Betätigen der Rückspultaste wird das Potential des Potentiometerabgriffes über T 214, T 219 und T 220 auf den linken Wickelmotor gegeben. Durch Einbau einer Zeitkonstante (R 226, C 213) wird erreicht, daß beim Reduzieren von schneller Umspulgeschwindigkeit auf langsame Umspulgeschwindigkeit keine Schlaufenbildung des Tonbandes eintritt. Man erreicht durch diese Schaltungstechnik und durch die Auslegung der Wickelmotoren eine annähernd gleiche Band-

Bild 15
Schaltungsauszug
Variable
Umspulgeschwindigkeit



geschwindigkeit während des ganzen Umspulvorganges.

5.2 Die Strombegrenzung (Schaltungsauszug Bild 16)

Da bei diesen Maschinen Intermixbetrieb möglich ist, mußten Maßnahmen getroffen werden, damit beim Umschalten von einer Umspulrichtung in die andere keine unzulässig hohen Bandzüge auftreten können. Wird z. B. von Rückspulbetrieb auf Vorspulbetrieb umgeschaltet, so wird der Strom des rechten Wickelmotors begrenzt. Die Begrenzung dauert so lange, bis die EMK vom linken Wickelmotor zu klein geworden ist, um T 222 durchzusteuern. Beim Umschalten in die andere Richtung wird T 216 durchgesteuert und somit der Strom durch den linken Wickelmotor begrenzt. Wird jedoch aus Stop in Umspulbetrieb geschaltet, so ist keine Strombegrenzung wirksam, da hier der jeweils nicht-ziehende Motor keine positive EMK liefert, die T 222 bzw. T 216 durchsteuert.

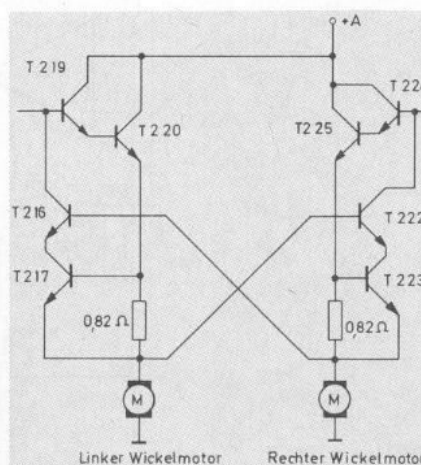


Bild 16 Schaltung „Strombegrenzung“

5.3 Verzögerungsschaltung beim Schalten von Umspulen auf Start

Wird von Umspulbetrieb direkt auf Start geschaltet, so darf die Startfunktion erst dann einsetzen, wenn das Band sicher steht. Deshalb wird vom gezogenen Motor über D 216 bzw. D 217 die negative EMK ausgekoppelt. Mit dieser negativen Spannung wird T 210 gesperrt, bis die Motoren stehen. Solange T 210 gesperrt ist, wird T 204 durchgesteuert und somit das Gerät in Stopposition gehalten. Sobald die Motoren zum Stillstand gekommen sind, wird T 210 wieder durchgesteuert. Durch das eingeschaltete RC-Glied (R 216, C 207) wird nach ca. 1 s T 204 wieder gesperrt und damit die Startfunktion freigegeben.

5.4 Die Bandzugsteuerung

Damit man im Startbetrieb einen konstanten aufwickelseitigen Bandzug erhält, muß das Drehmoment des rechten Motors proportional zum Wickelradius zunehmen. Um den Motorstrom steuern zu können, braucht man ein Signal, welches den Wickelradius angibt. Dazu wird vom rechten Wickelteller mit einem Optokoppler und einer 45teiligen Blende eine Frequenz entnommen. Diese Frequenz ist nun umgekehrt proportional zum Wickelradius. Das Signal wird im T 213 verstärkt und anschließend differenziert. Die positiven Differenzierimpulse steuern kurzzeitig T 218 durch. Dadurch bildet sich an C 214 ein Sägezahn, dessen Amplitude proportional mit dem Wickelradius steigt. Mit der gleichgerichteten Sägezahnspannung wird nun über T 224 und T 225 der Motor angesteuert. Der Bandzug wird einmal mit R 248 in Bandmitte eingestellt und bleibt dann über die ganze Bandlänge konstant.

5.5 PLL (Phase Locked Loop) Motorregelung

Im TS 925/945 wird die Schwungmasse mit Tonwelle durch einen Kollektor-Gleichstrommotor mit angeflanschem Tacho mittels Riemen angetrieben. Zum Erreichen einer möglichst guten Drehzahl- bzw. Bandgeschwindigkeitskonstanz wurde eine phasenstarre Motorregelung vorgesehen.

(Prinzipschaltung **Bild 17**)

Bei einer phasenstarrten Motorregelung wird der Motor derart geregelt, daß seine Tachofrequenz mit einer Festfrequenz in Frequenz und Phase synchron läuft. Die Festfrequenz beträgt bei diesen Geräten 100 Hz und wird aus dem Netz gewonnen. Ein am Motor angeflanschter 72poliger Tacho liefert die Tachofrequenz.

Tachofrequenz bei 9,5 cm/s: 1600 Hz
Tachofrequenz bei 19 cm/s: 3200 Hz

Um die Tachofrequenz mit der Netzfrequenz vergleichen zu können, muß sie im IC 401 auf 100 Hz heruntergeteilt werden. Der Vergleich erfolgt im IC 402 (**Bild 17**). Dies geschieht in einem Phasenkomparator, der aus einer flankengesteuerten digitalen Speicherschaltung besteht. Diese Art von Phasenkomparatoren spricht nur auf die positiven Flanken des Eingangssignales an. Deshalb haben die Tastverhältnisse der Eingangssignale keinen Einfluß auf die Funktion der Regelung.

Der Phasenkomparator liefert als Ausgangsspannung an Pin 13 eine 100 Hz-Rechteckspannung mit kleiner Impulsbreite für H-Anteil und großer Impulsbreite für L-Anteil. Die Breite des H-Anteils zeigt die Phasenverschiebung der Eingangssignale zueinander an.

Die positive Flanke der Tachofrequenz schaltet das Ausgangssignal in den High-Zustand, die positive Flanke der Netzfrequenz in den Low-Zustand. Dieses Signal wird im Integrationsverstärker IC 403 gleichgerichtet und verstärkt. Die entstandene Regelspannung wird über T 406 auf den Motor gegeben.

Bei einer Lasterhöhung ändert sich die Phasenverschiebung zwischen Tachofrequenz und Netzfrequenz. Die Folge ist eine Tastverhältnisänderung der Phasenkomparator-Ausgangsspannung: der H-Anteil wird schmaler. Dadurch wird der Gleichspannungsanteil kleiner, der Integrationsverstärker steuert weiter auf und regelt den Motor nach, bis die Phasenverschiebung wieder den ursprünglichen Wert erreicht hat. Die

Bild 17
Prinzipschaltung
PLL-Motorregelung

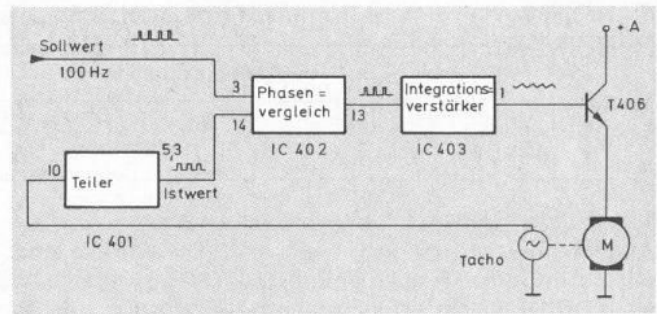
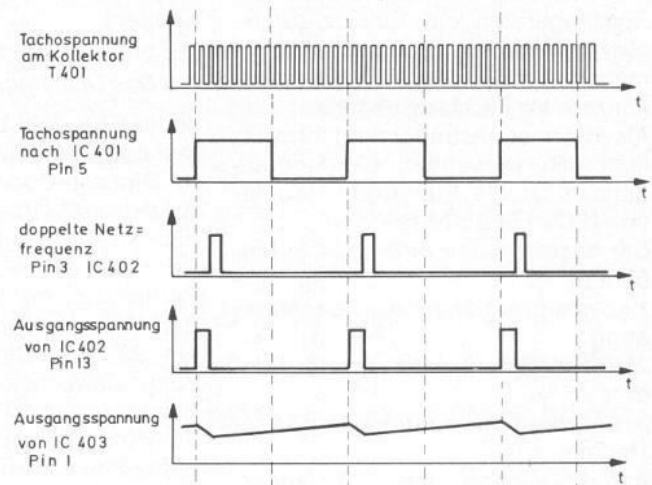


Bild 18
Signalabläufe
in der PLL-
Regelschaltung
(Schalterstellung
9,5 cm/s)



beschriebenen Signalabläufe zeigt **Bild 18**.

5.6 Bremsschaltung

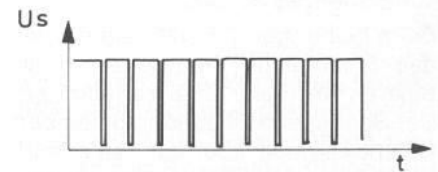
Zur Verkürzung der Rücklaufzeit des Motors beim Umschalten von 19 cm/s auf 9,5 cm/s wurde eine Bremsschaltung vorgesehen. Nach dem Umschalten fällt die Spannung am Pin 1 von IC 403 bis auf 0 V ab. Am Emitter von T 405 steht aber noch die positive Motor-EMK. Dadurch steuert der Transistor durch und schließt den Motor kurz. Es erfolgt eine generatorische Bremsung des Motors. Der Kurzschluß wird erst dann aufgehoben, wenn der Motor seine Soll-drehzahl erreicht hat und die Spannung an PIN 1 wieder ansteigt.

5.7 Tape Speed Kontrolle

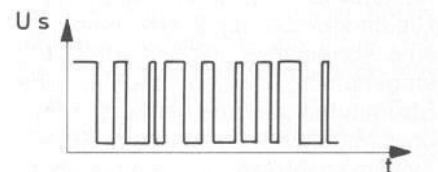
(Geschwindigkeit – erreicht – Kontrolle)

Die Tape Speed Kontrolle zeigt an, wann der Tonwellenmotor seine Sollfrequenz erreicht hat und phasensynchron mit der Netzfrequenz läuft.

An Pin 1 von IC 402 wird eine Rechteckspannung (**Bild 19**) entnommen und mit R 406 und C 406 integriert.



Motor läuft synchron



Motor läuft nicht synchron

Bild 19 Erzeugung der Schaltspannung für die Tape-Speed-Kontrolle (Rechteckspannung an Pin 1 / IC 402)

Die so gewonnene Gleichspannung wird als Steuerspannung für T 407 benutzt. Sobald die Regelung phasensynchron läuft, steigt der Gleichspannungsanteil der Rechteckspannung von ca. 5 V auf 9 V. Dadurch werden T 407 und T 408 gesperrt, und die LED im Aussteuerungsanzeigegerät rechts unten leuchtet.

Allgemeines

Mit der Infrarot-Fernbedienung 160 stellt GRUNDIG ein neues, zukunftsweisendes Konzept vor, das gleichzeitig mit der neuen Generation der Super-Color-Serie eingeführt wird. Diese Fernbedienung kommt bei den Spitzengeräten zum Einsatz. (Siehe auch GRUNDIG Technische Informationen 1/78 „Neues Schaltungskonzept für Farbfernsehgeräte“.)

Als Informationsträger wird Infrarotlicht (IR) verwendet, die Modulationsart ist die Puls-Code-Modulation (PCM) in Biphase-Code.

Der nachfolgende Beitrag ist aufgebaut in:

1. Systemvergleich und -beschreibung
2. Beschreibung des Infrarot-Senders
3. Beschreibung des Infrarot-Vorverstärkers
4. Beschreibung des Empfänger-Bausteins

1 Systemvergleich und Systembeschreibung:

1.1 Bisheriges System

Beim bisherigen TP-16-System wurden 5 mögliche Frequenzen einer binären Wertigkeit 2^0 – 2^4 zugeordnet. Der Sender strahlt abhängig von der Befehlseingabe über ein Tastenfeld Kombinationen dieser Frequenzen sequentiell mit einem vorgegebenen Wiederholzyklus ab. Damit waren 32 verschiedene Befehle möglich. Der Abstand der einzelnen Frequenzen zueinander betrug 2 kHz, wodurch eine Abgleichgenauigkeit von $\pm 1\%$ eingehalten werden mußte. Die Stromaufnahme des Senders (zeitlicher Mittelwert) betrug beim TP-16-System ca. 50 mA. Um etwaige Übertragungsfehler zu kompensieren, war eine Doppelauswertung im Empfänger notwendig.

1.2 Neues System

Beim System 160 (E) wurde das Übertragungsverfahren konsequent auf die Eigenschaften einer IR*-Übertragungsstrecke abgestimmt. Gegenüber den bisher bekannten IR-Fernsteuerungsverfahren, die allesamt Kompromisse darstellen, da sie sich für Ultraschall und Infrarot gleichzeitig eignen sollen, werden die Vorteile einer IR-Übertragung erst richtig ausgenutzt.

* IR = Infrarot

Die Vorteile sind:

- a) großer Befehlsvorrat,
- b) große zulässige Toleranz der Oszillatorfrequenzen,
- c) hohe Störsicherheit,
- d) kurze Übertragungszeit,
- e) geringer Leistungsbedarf des Senders.

1.3 Das Übertragungssystem

Jeder IR-Befehl besteht aus 6 Informations-Bits (**Bild 1**). Diese werden im Biphase-Code übertragen; d. h., für jedes Bit (1 ms) wird ein IR-Paket (0,5 ms) und eine Pause (0,5 ms) gesendet. Die Information liegt in der Reihenfolge der beiden Zustände. In der Mitte der Übertragungszeit für ein Bit liegt daher unbedingt ein Zustandswechsel, entweder eine Flanke Infrarot/Pause oder Pause/Infrarot. Die Richtung der Flanken enthält die Information. Die Informationsflanke muß bei jedem Bit kommen, deshalb kann der Empfänger dabei neu getriggert werden. Vor dem ersten Informations-Bit wird ein festes Start-Bit (log „1“) gesendet, um dem Empfänger die zeitliche Lage der Informationsbits mitzuteilen. Vor dem IR-Befehls-Telegramm liegt noch ein Vorimpuls, der es dem Vorverstärker ermöglicht, seine Verstärkung dem empfangenden Signal anzupassen.

Das pro Halb-Bit gesendete IR-Paket ist ein Burst mit 16 Impulsen ($\frac{f_{osz}}{2}$)

mit einem Tastverhältnis zwischen $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{4}$. Die IR-Aussendung wird gesteuert, um auf der Empfangsseite das Signal aus Gleichlicht und Störungen ausfiltern zu können. Bei dem

gewählten Tastverhältnis ergibt sich ein gutes Verhältnis von der 30-kHz-Grundwelle zur Batterieleistung. Aus dem Übertragungsverfahren erklären sich die genannten Vorteile.

1.4 Befehlsvorrat

6 Informations-Bits bedeuten 64 Befehle (**Bild 2**), davon stehen 4 Befehle nicht zur Verfügung. Befehl-Nummer 63 ist wegen Mehrdeutigkeit im Biphase-Code verboten. Der Schlußbefehl (Befehl-Nr. 62), der je einmal nach dem Loslassen einer Sendertaste ausgesendet wird. Die Befehle 60 und 61 werden nicht benutzt, da die Eingabematrix nur für 60 Befehle geeignet ist.

1.5 Oszillator-Toleranz

Das Biphase-Signal gestattet dem Empfänger, bei jedem Bit neu zu triggern. Das würde eine Frequenztoleranz (f_{osz}/Sender zu $f_{osz}/\text{Empfänger}$) von $\frac{2}{3}$ zu $\frac{4}{3}$ erlauben. Diese wird im Empfänger absichtlich eingeeengt, um die Störsicherheit zu erhöhen. Auch wenn man die Impulsverzerrungen des Vorverstärkers mit berücksichtigt, ergibt sich pro Oszillator (Sender, Empfänger) eine Abgleichtoleranz von ca. $\pm 2\%$.

1.6 Störsicherheit

Der Biphase-Code erlaubt eine Vielzahl von Prüfungen. Bei praktischen Versuchen mit allen erdenklichen Störquellen (Glühlampe, Leuchtstofflampengruppen, IR-Tonübertragung) haben sich keine Übertragungsfehler gezeigt, so daß auf eine Doppelauswertung verzichtet werden konnte.

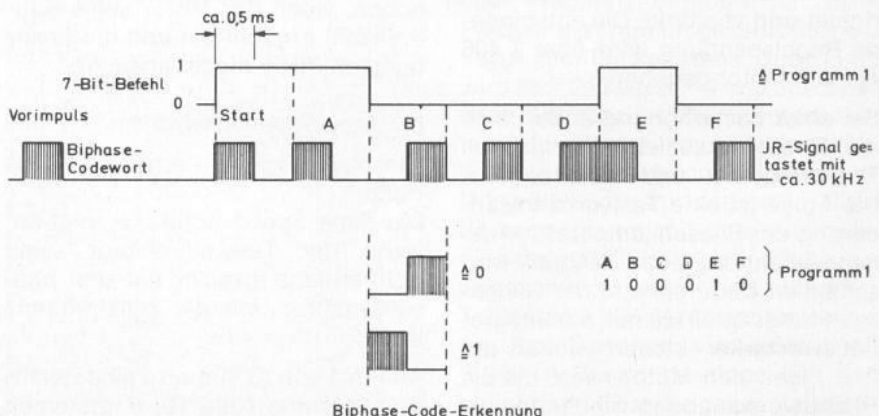


Bild 1 Zeit-Diagramm/Biphase-Codierung

Befehlsliste mit Zuordnung der Befehle zu den Tasten

Grund-Befehle										Erweiterungsbefehle											
Befehl Nr.	Code						Taste		Empfänger-Bewertung		Befehl Nr.	Code						Taste		Empfänger-Bewertung	
	A	B	C	D	E	F	Zeile	Spalte				A	B	C	D	E	F	Zeile	Spalte		
0	0	0	0	0	0	0	1	a	Optimal	32	0	0	0	0	0	1	81	a			
1	1	0	0	0	0	0	1	b	Quickton	33	1	0	0	0	0	1	81	b			
2	0	1	0	0	0	0	1	c	Aus	34	0	1	0	0	0	1	81	c			
3	1	1	0	0	0	0	1	d	Uhr Ein-Aus	35	1	1	0	0	0	1	81	d			
4	0	0	1	0	0	0	2	a	–	36	0	0	1	0	0	1	82	a			
5	1	0	1	0	0	0	2	b	–	37	1	0	1	0	0	1	82	b			
6	0	1	1	0	0	0	2	c	–	38	0	1	1	0	0	1	82	c			
7	1	1	1	0	0	0	2	d	Tastaturumschaltung	39	1	1	1	0	0	1	82	d			
8	0	0	0	1	0	0	3	a	Lautstärke +	40	0	0	0	1	0	1	83	a	Vorlauf	} Video-Recorder	
9	1	0	0	1	0	0	3	b	Lautstärke –	41	1	0	0	1	0	1	83	b	Rücklauf		
10	0	1	0	1	0	0	3	c	Helligkeit +	42	0	1	0	1	0	1	83	c	Wiederg.		
11	1	1	0	1	0	0	3	d	Helligkeit –	43	1	1	0	1	0	1	83	d	Stop		
12	0	0	1	1	0	0	4	a	Farbkontrast +	44	0	0	1	1	0	1	84	a	Cassette		
13	1	0	1	1	0	0	4	b	Farbkontrast –	45	1	0	1	1	0	1	84	b	Aufnahme		
14	0	1	1	1	0	0	4	c	–	46	0	1	1	1	0	1	84	c			
15	1	1	1	1	0	0	4	d	–	47	1	1	1	1	0	1	84	d			
16	0	0	0	0	1	0	5	a	Progr. 16/Ein	48	0	0	0	0	1	1	85	a			
17	1	0	0	0	1	0	5	b	Progr. 1/Ein	49	1	0	0	0	1	1	85	b			
18	0	1	0	0	1	0	5	c	Progr. 2/Ein	50	0	1	0	0	1	1	85	c			
19	1	1	0	0	1	0	5	d	Progr. 3/Ein	51	1	1	0	0	1	1	85	d			
20	0	0	1	0	1	0	6	a	Progr. 4/Ein	52	0	0	1	0	1	1	86	a			
21	1	0	1	0	1	0	6	b	Progr. 5/Ein	53	1	0	1	0	1	1	86	b			
22	0	1	1	0	1	0	6	c	Progr. 6/Ein	54	0	1	1	0	1	1	86	c			
23	1	1	1	0	1	0	6	d	Progr. 7/Ein	55	1	1	1	0	1	1	86	d			
24	0	0	0	1	1	0	7	a	Progr. 8/Ein	56	0	0	0	1	1	1	87	a			
25	1	0	0	1	1	0	7	b	Progr. 9/Ein	57	1	0	0	1	1	1	87	b			
26	0	1	0	1	1	0	7	c	Progr. 10/Ein	58	0	1	0	1	1	1	87	c			
27	1	1	0	1	1	0	7	d	Progr. 11/Ein	59	1	1	0	1	1	1	87	d			
28	0	0	1	1	1	0	8	a	Progr. 12/Ein	60	0	0	1	1	1	1	un-				
29	1	0	1	1	1	0	8	b	Progr. 13/Ein	61	1	0	1	1	1	1	benutzt				
30	0	1	1	1	1	0	8	c	Progr. 14/Ein	62	0	1	1	1	1	1		Schlußbefehl			
31	1	1	1	1	1	0	8	d	Progr. 15/Ein	63	1	1	1	1	1	1	verboten				

Bild 2

1.7 Übertragungszeit

Die Information steht am Empfänger-Ausgang nach der Übertragung des ersten Befehls zur Verfügung. Angefangen von der Tastenbetätigung vergehen 20 ms Entprellzeit, 7 ms Signalausendung und 3 ms für die Empfängerwertung, d. h., zwischen Beginn der Tastenbetätigung am Sender und Empfängerabgabe vergehen ca. 30 ms.

1.8 Strombedarf der Senderendstufe

Der Spitzenstrom durch die IR-Sende-Dioden beträgt ca. 1 A. Für jedes IR-Paket wird eine Ladung von 0,16 mAs entnommen, d. h., für die Übertragung eines Befehls wird eine Ladung von 1,28 mAs entnommen. Die Befehlsörter werden in einem Abstand von ca. 128 ms wiederholt, so daß sich ein mittlerer Strombedarf der Sender-Endstufe von ca. 10 mA ergibt. Die Stromaufnahme des Sender-IC SM 560 beträgt typ. 3 mA. Dadurch ergibt sich eine gesamte Stromaufnahme von <15 mA.

2 Infrarot-Sender 160 E 29622-022.11

2.1 Allgemeines

Mit dem GRUNDIG-IR-Sender TP 160 E können 16 Programme direkt angewählt, Lautstärke, Farbkontrast, Helligkeit, Aus, Quickton und Uhr gesteuert werden. Zusätzlich kommt eine Taste „Optimal“ hinzu, welche die Analogfunktionen auf ihre Mittel-

werte setzt. Die Form des Gebers (Bild 3) wurde verändert, um diesen in den Einschub, der bei den Spitzengeräten zum Anschluß der Telespiele vorgesehen ist, zur Aufbewahrung unterzubringen. Die Tastaturbetätigung gestattet beim Sender 160 E ein geräuschloses, weiches Drücken, da die Tasten auf einer isolierten hochelastischen Silicon-Kautschuk-Trägermatte mit elektrisch leitendem Kontaktmaterial lagern.



Bild 3
Infrarot-Sender
(Geber)

2.2 Funktionsbeschreibung

(Schaltplan Bild 4)

Das Kernstück bildet der in P-MOS-Technik hergestellte Fernsteuer-IC SM 560 (Blockschaltplan Bild 5). Der Sender ist bei Nicht-Betätigung von der Batterie durch den Einschalttransistor Tr 1221 (BC 548B) getrennt. Über die Widerstände R 1226, R 1229, R 1221 sowie R 1236 liegen einige Teile des Senders stromlos an Spannung und ermöglichen so das Einschalten über die Befehlstastatur. Der Sender wird bei Betätigung einer Befehlstaste in Betrieb gesetzt. Über den geschlossenen Kontakt wird ein Spaltenausgang mit einem Zeileneingang verbunden und legt diesen auf negatives Potential. Daraufhin wird Ausgang Pin 7 (ETA) positiv und legt über Tr. 1221 die IS an die Batterie. Der Oszillator (60 kHz) schwingt an, und ein Sendezyklus von 128 ms läuft ab. Eine Totzeit-schaltung von ca. 20 ms schließt eventuelle Prellungen der Tastenkontakte aus. Es folgt eine Abfrage der Eingabematrix. Dazu werden nacheinander die 4 Spaltenausgänge kurzfristig auf „High“ gelegt. Aus der zeitlichen Lage des Impulses am Zeileneingang erkennt der IC, mit welchem Spaltenausgang der betätigte Zeileneingang verbunden ist. Nach Abfrage der letzten Spalte beginnt die Aussendung des Infrarot-Signals (Bild 6).

Die Befehle werden in einem zeitlichen Abstand von ca. 128 ms ausgesendet, ein Befehl dauert ca. 7 ms. Nach dem Loslassen einer Taste läuft der gewählte Befehl bis zum Ende ab, unabhängig vom genauen Zeitpunkt des Loslassens. Anschließend wird noch ein Schlußbefehl gesendet, der dem Empfänger signalisiert, daß die Taste losgelassen wurde. Mit geringem Aufwand läßt sich durch Diodenvergatterung eine Erweiterung des Befehlsvorrates (32 Grundbefehle) (Bild 2) mit einer Zweifach-Zeilenbedienung (28 weitere Befehle) erreichen. Beim TP 160 E sind 24 zusätzliche Befehle bereits mit den Dioden Di 1221 bis Di 1228 vergattert und ermöglichen somit die drahtlose Fernbedienung eines Video-Recorders (Bild 2).

2.3 Schaltungsbeschreibung

Der Oszillator besteht intern aus einem Inverter mit dem Eingang Pin 17 und dem Ausgang Pin 18. Er wird extern mit einem LC-Schwingkreis (L = 50 mH) betrieben. Die Oszillatorfrequenz beträgt 60 kHz.

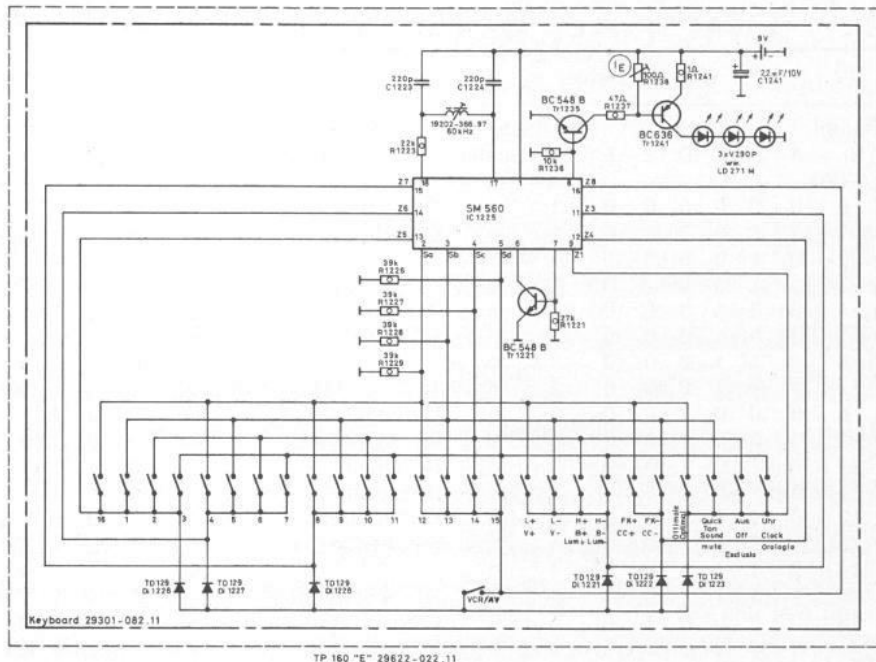


Bild 4 Schaltplan des Gebers

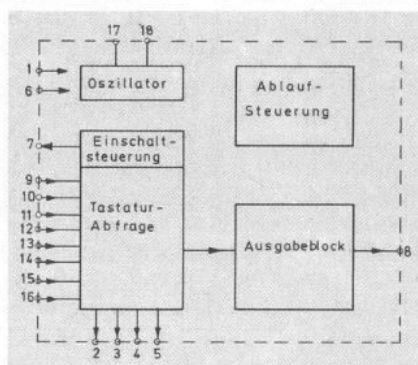


Bild 5 Blockschaltbild und Anschlußbelegung SM 560

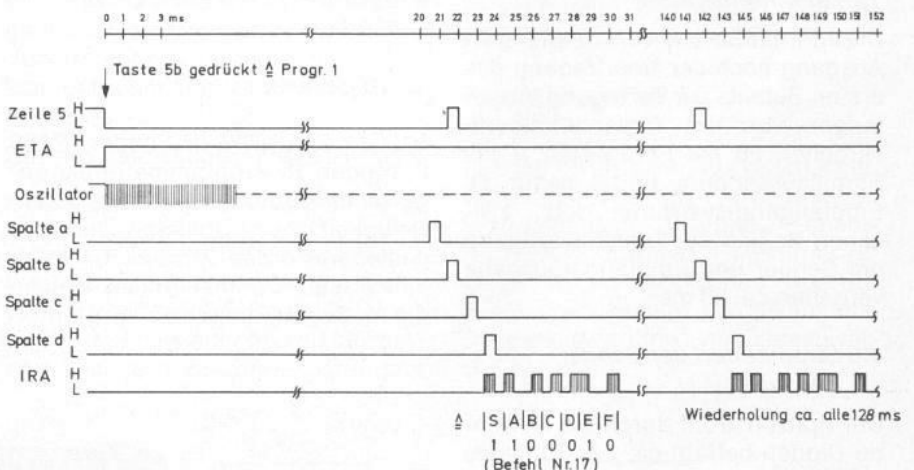


Bild 6 Zeitdiagramm/Drücken der Taste „Programm 1“

Durch die Infrarot-Dioden LD 271 bzw. V 290 P fließen Impulsströme von ca. 1 Ampere. Es waren deshalb 2 Transistoren Tr. 1235 (BC 548B) und Tr. 1241 (BC 636) nötig, um eine ausreichende Stromverstärkung zu erreichen. Das Ausgangssignal ist mit der halben Oszillatorfrequenz (30 kHz) getaktet. Der Strom durch die

Endstufe wird mit R 1238 (100 Ω) eingestellt. Als Spannungsversorgung dient ein 9-V-Energie-Block. Dem Kondensator C 1241 (2,2 mF) wird bei jedem Befehl eine Ladung von ca. 1,3 mAs entnommen. Die Größe 2,2 mF war notwendig, um die Welligkeit der Spannung in Grenzen zu halten (ca. 0,5 V).

2.4 Abgleichanweisung für TP-Geber 160 E 29622-022.11

2.4.1 Abgleich des Clockoszillators

- $U_B = 8,0 \text{ V}$
- Meßpunkt: C 1223 = Cin " 1 pF
- Abgleich: Taste Programm 1 drücken; mittels Spule 19202-366.97 auf Sollfrequenz 60,0 kHz abgleichen;
- Toleranz: $\pm 250 \text{ Hz}$

2.4.2 Einstellen des Endstufenstromes

- $U_B = 9,0 \text{ V}$ und Taste Programm 1 drücken
- Meßpunkt: Tastkopf (Oszilloskop) parallel zu R 1241 (1 Ω)
- Abgleich: Mit R 1238 (100 Ω) 1 V_{SS} einstellen ($\pm 1 \text{ A}_{SS}$)

2.4.3 Überprüfung der Gesamtstromaufnahme

- $U_B = 9 \text{ V}$
- Meßpunkt: Amperemeter in Plusleitung
- Der Gesamtstrom soll <15 mA betragen.

2.4.4 Funktionskontrolle

Den Geber in einem Abstand von ca. 10 m an einem FFS-Gerät auf alle Funktionen überprüfen.

3 Infrarot-Vorverstärker 29301-050.21

3.1 Allgemeines

Es werden zwei Versionen angeboten, und zwar 29301-050.20 (Schaltplan **Bild 7**) als Diskretaufbau und die weiterentwickelte integrierte Form. Es soll hier nur die IC-Lösung 29301-050.21 beschrieben werden, da diese die diskrete Form ablöst.

(Schaltplan **Bild 8**)

Der Vorverstärker für IR-Fernsteuersystem mit Pulscode-Modulation muß gegenüber solchen mit Frequenzcodierung zusätzliche Bedingungen erfüllen und ist daher auch nicht austauschbar mit dem Vorgänger 29301-050.01...03 (Frequenzcodemodulation).

3.2 Anforderungen

Der Vorverstärker wurde aus Störsicherheitsgründen wieder in zwei ineinandergesteckten Metallpatronen untergebracht (siehe Bild auf Seite 692, TI 1/2-76). Er unterscheidet sich äußerlich nur durch die aufgeklebte Zeichnungsnummer. Es wird vorausgesetzt, daß der Sender ein IR-Signal mit einem Träger von 30 kHz abstrahlt, dem die Informatio-

Bild 7
Schaltplan
Vorverstärker
„diskreter
Aufbau“

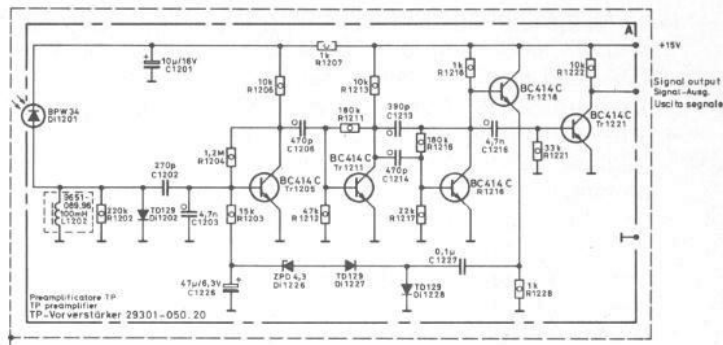
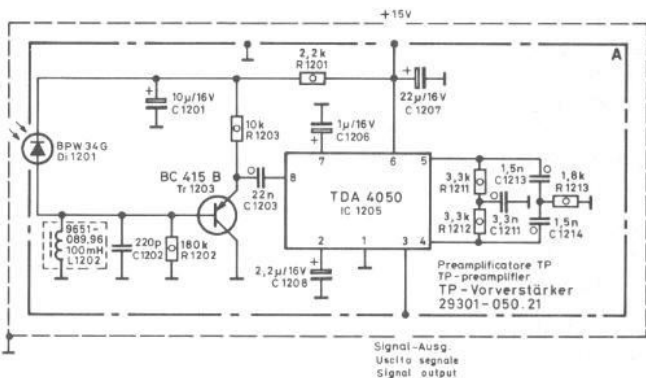


Bild 8
Schaltplan
Vorverstärker
„IC-Ausführung“



nen als 7-Bit-Befehl im Biphase-Code aufmoduliert ist. Die Bit-Zeit soll bei 1 ms, die Wiederholzeit bei ca. 128 ms liegen. Eine Übersteuerung des Empfängers bringt in Verbindung mit abgestimmten Kreisen eine Verfälschung der Hüllkurven-Impulsdauer mit sich. Derartige Impulsverzerrungen kann der Empfänger jedoch nur bis zu einem gewissen Grad verarbeiten.

Die Impulsdauer eines Halb-Bits liegt bei ca. 0,5 ms und darf sich nicht mehr als 10% ändern. Im Biphase-Code kommen nur Impulslängen von dieser und der doppelten Zeit vor. Diese Impulse sind geträgert (30 kHz), und es entsteht empfängerseitig durch die An- und Abklingzeit eine Verformung der Hüllkurve. Wenn nun der nach dem Schwingkreis folgende Verstärkereingang stark übersteuert wird, steht am Ausgang ein Signal mit einer starken Verlängerung des geträgerten Impulses.

Da sich die Eingangssignalspannungen – je nach Abstand des Senders zum Gerät – um mehr als den Faktor 10 000 unterscheiden können, wurde die Einführung einer Regelung notwendig, um diese auftretenden Verzerrungen zu unterbinden. Diese Regelung muß zudem noch sehr schnell sein, damit bereits das 1. Bit richtig übertragen wird. Hier kommt uns der vom Sender vor dem 7. Bit-Wort ausgestrahlte Vorimpuls entgegen, der den Vorverstärker be-

reits abregelt. Diese signalabhängige Regelung muß im Bruchteil einer Bit-Zeit ansprechen. Dies erfordert eine Ansprechzeit von ca. 500 μs . Die Verweilzeit im Regelzustand muß jedoch länger sein (in der Größenordnung von ca. 128 ms), damit die folgenden Repeat*-Befehle einen eingeschwungenen Regelzustand vorfinden.

* Repeat-Befehle = Wiederhol-Befehle

3.3 Schaltungsbeschreibung

In Serie zur IR-Empfangs-Diode BPW 34G liegt ein auf 30 kHz abgestimmter Resonanzkreis, der eine selektive Anhebung unseres Nutzbereiches bringt. Die Bedämpfung erfolgt über R 1202 (180 k Ω). Um die in Fernsehgeräten auftretenden starken magnetischen bzw. elektro-magnetischen Felder und die daraus resultierenden Störungen zu vermeiden, wurde die im Eingangskreis liegende Spule abgeschirmt. Der nachfolgende Tr. 1203 (BC 415B) dient als Impedanzwandler, um den Eingangskreis an den relativ niederohmigen Eingangswiderstand der Integrierten Schaltung TDA 4050 (1,8 k Ω) anzupassen. Diese Integrierte Schaltung ist in einem 8-Pin-Dual-In-Line-Gehäuse untergebracht und enthält eine geregelte Vorstufe mit nachfolgender Verstärkerstufe, einen Operationsverstärker – schaltbar als aktives Filter – sowie einen Schwellwertverstärker. Die Schaltung ist weitgehend symmetrisch und besitzt eine interne Regelspan-

nungsgewinnung (Blockschaltbild Bild 9). Die integrierte Schaltung TDA 4050 arbeitet in einem Betriebsspannungsbereich von 7,5 V bis 16 V. Die Verstärkung Pin 8 bis Pin 3 beträgt ca. 100 dB. Der gesamte Regelumfang liegt bei ca. 80 dB. Zwischen dem Ein- und Ausgang (Pin 5 u. 4) des Operationsverstärkers liegt ein Doppel-T-Glied, das unseren Nutzbereich (30 kHz) hervorhebt. C 1206 (1 µF) dient als Abblockkondensator der Arbeitspunktregelung. An Pin 2 befindet sich die Kapazität C 1208 (2,2 µF) zur Vorstufenregelung. Die Stromaufnahme des gesamten IR-Vorstärkers ist < 15 mA (Bild 8).

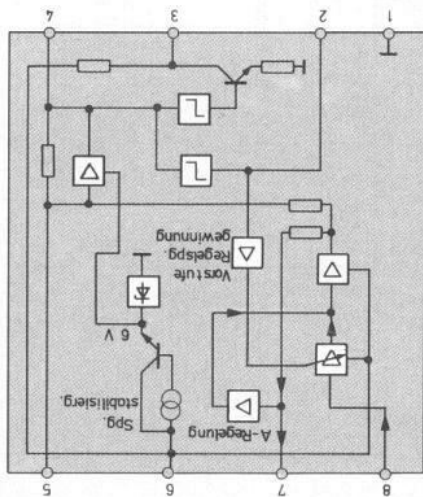


Bild 9 Blockschaltplan und Anschlussbelegung TDA 4050

- 1 = Masse
- 2 = Anschluss für Kapazität zur Vorstufenregelung
- 3 = Schwellwertschalter-Ausgang
- 4 = Aktives Filter Ausgang
- 5 = Aktives Filter Eingang
- 6 = Versorgungsspannung (positiv)
- 7 = Abbildung der Arbeitspunktregelung
- 8 = Signaleingang

4 Infrarot-Empfänger 29301-047.21

(Schaltplan Bild 10)

4.1 Allgemeines

Der Infrarot-Empfänger mit seinen peripheren Bauelementen wurde wieder aus Service-Gründen als steckbares Modul aufgebaut. Das Kernstück bildet der im P-MOS-Technik entwickelte SM 559, der die vom Sender kommenden IR-Signale auswertet. Bild 11 zeigt den Aufbau des Bausteines, Bild 12 den Blockschaltplan des SM 559.

4.2 Funktionsbeschreibung

Der Empfänger-Baustein wird auch im Bereitschaftszustand mit Spannung (+L = +15 V) versorgt, um das Gerät über die Fernsteuerung einschalten zu können. Der Oszillator Pin 2 u. 3 mit den externen Bauelementen C 1251 und C 1252 schwingt auf derselben Frequenz (60 kHz) wie der Oszillator im Sender.

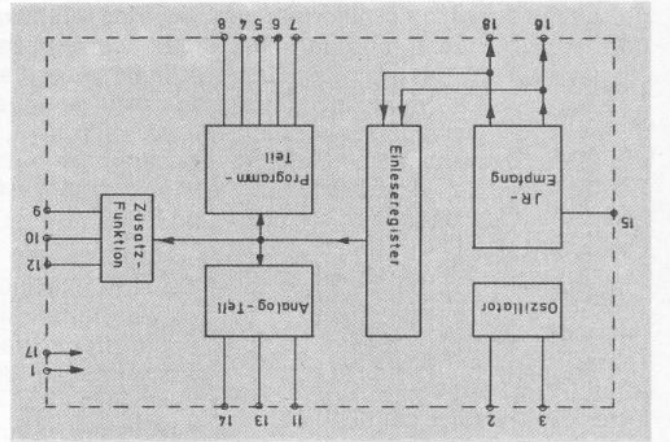


Bild 12 Blockschaltplan und Anschlussbelegung SM 559

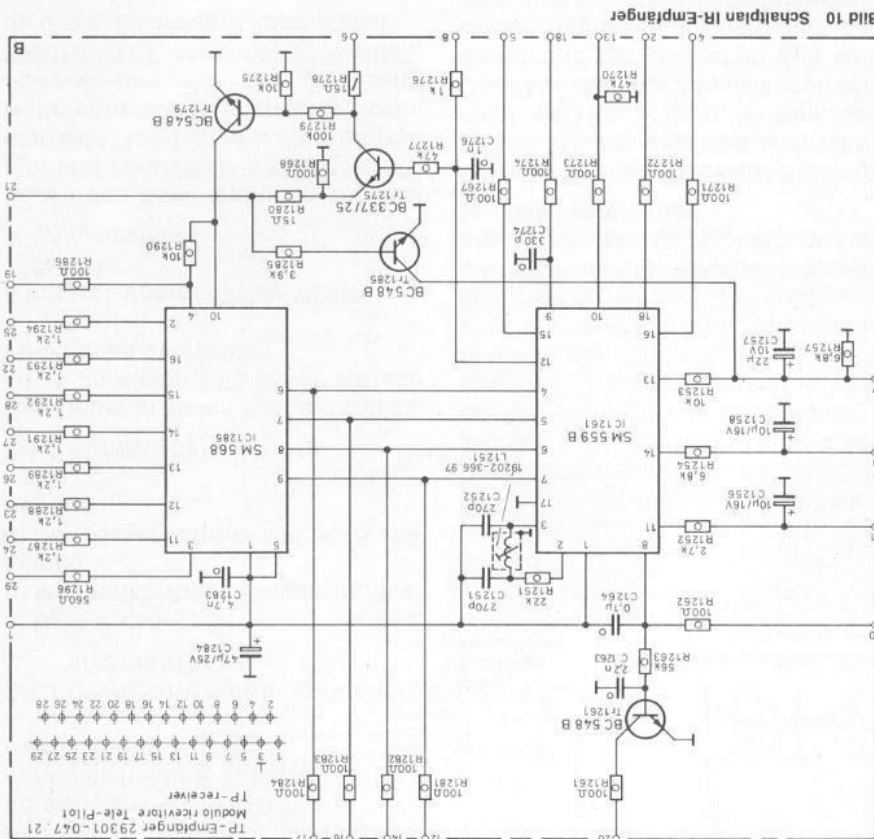


Bild 10 Schaltplan IR-Empfänger

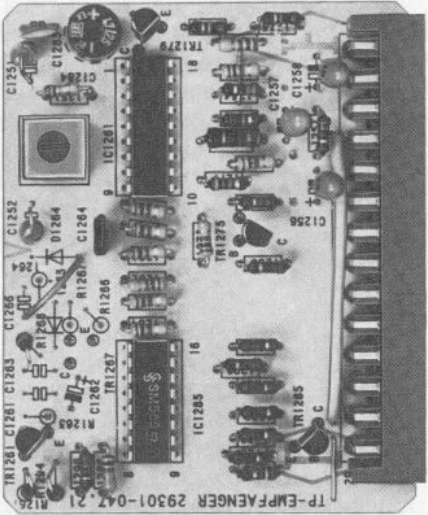


Bild 11 IR-Empfängerbaustein

1	V _{as} (+15 V)
2	Osz.-Ausg.
3	Osz.-Eing.
4	PRG-D, Programmsteuerungsausgang
5	PRG-C, Programmsteuerungsausgang
6	PRG-B, Programmsteuerungsausgang
7	PRG-A, Programmsteuerungsausgang
8	PC, Programmwechsel-Strobe Ein/Ausg.
9	RSV 2, Reserve-Ausg.
10	Uhr
11	Ein-Aus, Bereitschaft-Ausgang
12	Heiligkeit-Ausgang
13	Farbkontrast-Ausgang
14	RSIG, Signaleingang-Fernbedienung
15	DLE, Datenbus Ausg.
16	PRG-A, Datenbus Ausg.
17	Masse
18	DATA, Datenbus Ausg.

4.3 Infrarot-Empfangsteil

Vom IR-Vorverstärker gelangt das Fernsteuersignal an den Eingang Pin 15 des IC 1261 (SM 559). Das Empfangsteil erkennt die Informationsflanken des Biphase-Signals und triggert nach ihnen seine Steuerung. Dadurch wird eine große zulässige Toleranz der Oszillatorfrequenz erreicht, ein wesentlicher Vorzug dieses Übertragungssystems. Der Biphase-Code erlaubt außerdem eine Vielzahl von Prüfungen, die zu einer sehr hohen Störsicherheit führen.

Das Empfangsteil führt folgende Prüfungen durch:

1. Handelt es sich um ein Biphase-Signal:

- a) Tritt innerhalb eines bestimmten Zeitfensters die Informationsflanke auf?
- b) In der Zeit von der vorausgehenden Informationsflanke und dem Beginn des Zeitfensters darf höchstens eine Flanke liegen.

2. Handelt es sich um ein 7-Bit-Signal?

3. Sind Störsignale vorhanden? In einer Zeit von etwa 3 ms Dauer nach dem richtig empfangenen Befehl darf kein weiteres Signal auftreten (Stillestest).

Diese Prüfungen ergeben – wie praktische Versuche mit bekannten Störquellen gezeigt haben – eine sehr hohe Störsicherheit, so daß auf eine Doppelauswertung verzichtet werden konnte. Es steht bereits 10 ms nach Empfang des Sendesignals der gesendete Befehl im Ausleseregister. Wurde dagegen ein Fehler erkannt, ist die Empfangsschaltung spätestens nach 3 ms nach dem letzten Impuls wieder für einen neuen Befehl bereit.

4.4 Serienschnittstelle

Wenn ein IR-Befehl als richtig bewertet wurde, wird er auf der Serienschnittstelle ausgeschoben (**Bild 13**). Die Serienschnittstelle besteht aus den Anschlüssen DLE (Pin 16) und DATA (Pin 18). Der Anschluß DLE gibt ein mit der halben Oszillatorfrequenz (30 kHz) getaktetes Enable-Signal ab. Am Anschluß DATA erscheinen die Daten in serieller Form. Die beiden Ausgänge sind Open-Drain-Stufen mit eingebauten Lastwiderständen. Die Ausgabe an der Serienschnittstelle geschieht nach

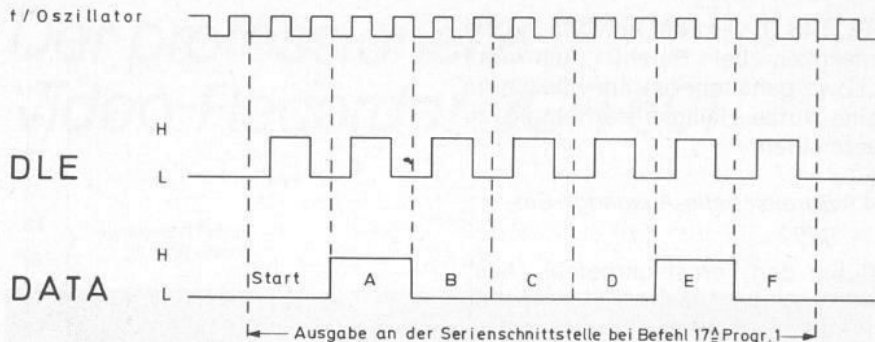


Bild 13 Zeitdiagramm Serienschnittstelle

dem Zeit-Diagramm **Bild 13**. Die Serienschnittstelle bietet auch die Möglichkeit, Video-Recorder oder Teletext zusätzlich fernzusteuern. Die beiden Widerstände R 1271 (100 Ω) und R 1272 (100 Ω) dienen als Schutzwiderstände. Die Befehle 32 bis 61 werden im Baustein nicht ausgewertet, sondern nur über die Serienschnittstelle ausgegeben.

Der Auswerteteil des IC 1261 (SM 559) besteht aus einem Programmspeicher, den Analogspeichern, der Bereitschafts-Schaltung und zwei Reserveausgängen.

4.5 Programmspeicher

Der Programmspeicher besitzt 4 Ausgänge PRG-A (Pin 7), PRG-B (Pin 6), PRG-C (Pin 5) und PRG-D (Pin 4), welche gleichzeitig auch als Eingänge durch niederohmige Ansteuerung wirksam gemacht werden können. Er besteht aus einem 4-Bit-Ringzähler, womit 16 Programme aufgerufen werden können. Bei Ansteigen der Speisespannung (+L = +15 V) werden die Programmausgänge auf A = „H“, B, C u. D = „L“ gesetzt, so daß Programm 1 erscheint.

4.6 Strobe-Ausgang, Fortschalt-Eingang

Erhält der Programmspeicher einen Befehl über die Fernsteuerung oder die Versorgungsspannung steigt an, tritt am Ausgang „PC“ (Pin 8) ein positiver Impuls auf. Ca. 100 ms vor dem Strobe-Signal wird der Ton stummgeschaltet, damit der Programmwechsel geräuschlos geschieht. Mit der externen angeschalteten Kapazität C 1264 (0,1 μ F) wird die Zeit der Stummschaltung verlängert.

Durch dieselbe Kapazität wird erreicht, daß der Wechsel der Programmspeicher-Ausgänge bereits vollzogen ist, bis das Strobe-Signal auftritt. Der Anschluß „PC“ wird auch als Eingang benutzt. Über das Geräte-Keyboard wird durch Drük-

ken der Taste (Programm +) positives Potential angelegt und läßt somit den Programnzähler um einen Schritt vorwärts zählen. Der Kondensator C 1264 (0,1 μ F) wirkt dabei als Entprellung. Der PC-Impuls tritt pro Druck auf die entsprechende Sendertaste nur einmal auf. Der über R 1263 (56 k Ω) folgende Tr. 1261 (BC 548 B) dient als Inverter und löst somit den Lesevorgang im elektronischen Abstimmungsspeicher aus.

4.7 Analogwertspeicher

Die IS (SM 559) enthält 3 Analogspeicher für die Einstellung von Lautstärke (Ausg. Pin 11), Helligkeit (Ausg. Pin 13) und Farbkontrast (Ausg. Pin 14). Die Analogwerte lassen sich in ca. 60 Stufen verstellen. Die Verstellgeschwindigkeit entspricht der Folgefrequenz der Repeat-Befehle (ca. 8 Hz), so daß der volle Verstellbereich in ca. 8 Sek. durchfahren werden kann. Die Analogwerte werden als Rechteckspannung mit einer Frequenz von ca. 1 kHz ausgegeben, wobei das Tastverhältnis dem Analogwert entspricht. Der analoge Spannungswert entsteht durch die an den Ausgängen folgenden Tiefpaß-Glieder durch Bildung des zeitlichen Mittelwertes. Durch Ansteigen der Versorgungsspannung und durch den Fernsteuerbefehl „Optimal“ und „Aus“ werden die Analogspeicher in folgende Grundstellung gesetzt: Lautstärke 33%, Farbkontrast und Helligkeit 50% ihres Maximalwertes. Der Lautstärke-Ausgang besitzt intern zusätzlich noch eine Quickton-Schaltung, mit der der Ton direkt stummgeschaltet werden kann. Das Flipflop wird zurückgesetzt durch den Befehl Lautstärke +, durch den Zustand „Bereitschaft“, durch einen Programmwahlbefehl und durch den Befehl „Optimal“. Solange das Quickton-Flipflop gesetzt ist, wird der Lautstärkeausgang auf „Low“ gehalten. Ist die Schaltung im Zustand „Bereitschaft“, sind die Verstellbefehle für die Analogspeicher wirkungslos. Mit Tr. 1285

Der professionelle Video-Recorder VCR 601

1 Allgemeines

Der prof. Videorecorder VCR 601, **Bild 1**, wurde speziell für eine Marktlücke zwischen dem VCR-Heimrecorder und den prof. GPR-Geräten für die professionelle Technik entwickelt. Videobänder, die mit dem Recorder aufgenommen wurden, sind auf Grundig-Recordern BK 3000 und auf allen auf dem Markt befindlichen VCR-1-Recordern abspielbar. Ebenso können Bänder von diesen Recordern auf dem VCR 601 wiedergegeben werden.

Hauptzielrichtung für die Entwicklung dieses neuen Videorecorders war es, den Anforderungen des professionellen Anwenders im stationären und mobilen Einsatz, für die Programmaufnahme und die Programmbearbeitung mittels des eingebauten elektronischen Schnittes, für Netz- und Akkumulator-Betrieb, z. B. bei der elektronischen Berichtserstattung (EB), gerecht zu werden.

Die bisherigen VCR-Recorder, in erster Linie als Heimrecorder konzipiert, besitzen einen eingebauten HF-Empfänger und -Modulator, um dem Benützer als Programmquelle die öffentlichen Sendeanstalten und zur Darstellung der Videobandaufzeichnung den vorhandenen Fernsehempfänger anzubieten. Ein solcher Videorecorder ist mit einem minimalen Installationsaufwand in Betrieb zu nehmen. Die moderne Elektronik liefert darüber hinaus jeden möglichen Bedienkomfort.

Bei einem professionellen Videorecorder für den universellen Einsatz mit unterschiedlichsten Signalquellen, wie Fernsehsendungen in Schwarzweiß oder Farbe, direkt von der MAZ oder von HF-Empfängern, von Videokameras oder von anderen Videorecordern beim Überspielen und ähnlichem, liegen die Dinge vielfältiger. Mindestens zwei Tonspuren für Aufnahme mit Mikrofon- oder Line-Eingang sind erforderlich.

Vom Aufbau des Gerätes her, insbesondere vom Laufwerk, wird von einer tragbaren Maschine eine besondere Robustheit verlangt. Trotzdem muß die Maschine wesentlich leichter als ein Heimrecorder sein.

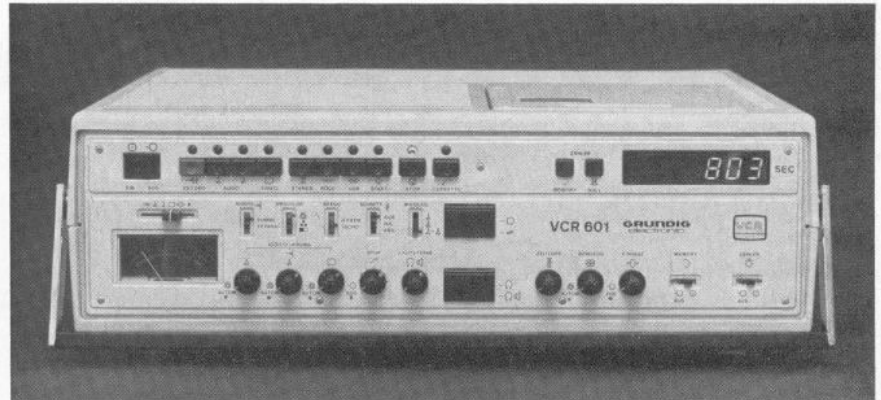


Bild 1 Der professionelle Videorecorder VCR 601

2 Die Eigenschaften des prof. Videorecorders VCR 601

Wie die nachfolgenden technischen Daten zeigen, nützt der neue Videorecorder die Möglichkeiten des VCR-1-Standards voll aus. Eine hervorragende Video-Qualität und zwei Tonspuren, die der HiFi-Norm DIN 45 500 genügen, sind das Ergebnis.

2.1 Technische Daten in Stichworten:

Allgemein

Maschine nach dem VCR-1-Standard
Spielzeit max. 60 min (je nach verwendeter Cassette)
Bandgeschwindigkeit 14,29 cm/sec
Relativgeschwindigkeit 8,1 m/sec
Bandverbrauch 6,6 qm/Std.
Schrägsपुरaufzeichnung
Spurbreite 130 μ m

Video

Vollbildverkoppelter elektronischer Schnitt für Insert und Assemble

Videofrequenzgang: 3 MHz -6 dB bei FBAS

Auflösung: 3,2 MHz bei FBAS

Störabstand: typ. 43 dB

Eingangssignal:

(F) BAS nach CCIR an 75 Ohm $+2$ dB
 $1 V_{ss}$ -4 dB

Burst

$0,3 V_{ss}$ $+2$ dB
 -18 dB

Ext. Synchron Eingang:

wie Eingangssignal oder
S-Signal $4 V_{ss}$ $+4$ dB
 -6 dB

negativ an 75 Ohm

Eingangsbuchsen:

1. Video: BNC-Buchse
2. Kamera: Kombistecker 33-polig
3. AV-Buchse: DIN 45 482
4. Ext. Synchron.: BNC-Buchse

Automatik oder Handaussteuerung für Video

Ausgangssignal:

Amplitude (F)BAS-Signal pos. $1 V_{ss}$
 $\pm 1,5$ dB an 75 Ohm

Ausgangsbuchsen:

Kamera Kombistecker
AV-Buchse DIN 45 482
Video-Ausgang (Kamera, Video-In, AV) – BNC

Durchschleifbuchse für Video: – BNC

Dropout-Kompensator für Luminance

Zeitfehler bei H-Mode $< \pm 5$ μ sec

Audio

Alle Daten entsprechen HiFi-Norm
DIN 45 500

Frequenzgang

typ. 50 Hz \div 14 000 Hz

Störabstand unbewertet 43 dB

Kanaltrennung

bei 1 kHz und 50 mW typ. 70 dB

Tonhöschwankungen DIN 45 507
0,15% CCIR 409-2 bewertet

Eingangsbuchsen:

Line-Eingang – zwei unabhängige
Tonspuren 75 mV $+40$ dB oder
2 mV $+40$ dB

Mikrofon-Kamera-Kombistecker
0,35 mV $+40$ dB symm.

Mikrofon – Frontplatte

0,75 mV $+40$ dB symm.

Ausgangsbuchsen:

Line-Ausgang zwei Tonspuren 0 dBm

3 Einsatzmöglichkeiten des prof. Videorecorders VCR 601

Wie schon erwähnt, ist der Videorecorder VCR 601 sowohl für den ortsfesten als auch für den tragbaren Einsatz konzipiert. Im ortsfesten Betrieb muß der professionelle Videorecorder VCR 601 an die verschiedensten Signalquellen angeschlossen werden können. Vielfältige Bedienungsmöglichkeiten und die Unterstützung des Benützers durch zahlreiche Kontrollen sind erforderlich. Dagegen muß für den tragbaren Einsatz der Videorecorder besonders kompakt, leicht und einfach bedienbar sein. Im EB-Betrieb (Elektronische Berichterstattung) müssen die wesentlichen Bedienungsvorgänge für einen Videorecorder vom Kameramann an der Kamera durchgeführt werden. Der Videorecorder muß zusammen mit der Kamera und wahlfreie Betriebslage zwischen waagrecht und senkrecht, stabiles Spurbild, stationärer und tragbarer Einsatz ist möglich, selbstausheben der Cassettenschacht

3.1 Normale Aufnahme und Wiedergabe

Elektronischer Schnitt im vorwiegend stationären Betrieb

Für den Einsatz des Recorders in normalen Anlagen besitzt der Videorecorder VCR 601 folgende Buchsen: Videoeingang: BNC-Buchse
Videoeingang: Ext. Synchronisation - BNC-Buchse
Videoausgang: BNC-Buchse
Videoausgang: Durchschleifausgang der Eingangs-BNC-Buchse

Mit diesen vier Anschlußbuchsen ist eine universelle Anwendung des professionellen Videorecorders VCR 601 in der Videotechnik möglich.

Er besitzt zwei gleichwertige Tonspuren mit je zwei Signalpegelbereichen.

Line-Eingang - gemeinsame Buchse: 75 mV + 40 dB je Tonspur und Mikrofon-Eingang - 0,35 mV + 40 dB je Tonspur

Die Mikrofon-Buchse mit dem Umschalter Line (≈) auf Mikrofon (P) befindet sich auf der Frontseite.

Fernbedienung

Folgende Funktionen sind durch einfache Kontakte fernbedienbar: Stop*, Start*, Vorlauf*, Rücklauf*, Standbild*, Vorwahl Ton 1 - Aufnahme*, Vorwahl Ton 2 - Aufnahme*, Aufnahme* - Schnitt*, Aus - Insert - Aufnahme* - Schnitt*, Aus - Insert - Assemblie, Memory-Aus, Autom. Repetierbetrieb für Assemblie-Schnitt mit der Kamera.

(*Diese Funktion kann in der Fernbedienung rückgemeldet werden. In der Fernbedienung kann auch ein kompletter Spielzeitähler vorgesehen sein.)

Laufwerk:

Aluminium-Druckguß-Laufwerk mit Aluminium-Druckguß-Laufwerk mit austauschbaren Baugruppen, stehendes Kopftrommel-Oberteil, waagrecht und senkrecht, stabiles Spurbild, stationärer und tragbarer Einsatz ist möglich, selbstausheben der Cassettenschacht

Durch separat gesteuerten Bandandruckmotor schnelle Bereitschaft, schneller Funktionswechsel

keine Erwärmung des Laufwerks, des Koptrades bzw. der Kopftrommel wegen geringster Verlustleistung im Laufwerksbereich.

Synchronkopf im stehenden Trommeloberteil

Stromversorgung

Wechselstrom: 220 V + 10 - 15 % 50 ÷ 60 Hz
Gleichstrom: 12 V - (11 V ÷ 18 V)
Akku: eingebaut (austauschbar gegen Trafobaustein); Pufferbetrieb bei eingebautem Akkumulator; Leistungsaufnahme bei Netzbetrieb in Wiedergabe 28 W, Batteriebetrieb in Aufnahme 25 W

Spieldauer mit einer Akkumulatorladung: 1,5 Std., mit angeschlossener Grundig-Farbkamera FAC 71: ~35 min

Abmessungen:

Breite 466 mm (mit Tragegriff - 19" - Einschub), Höhe 153 mm, Tiefe 378 mm

Gewicht:

Mit Akkumulator oder Trafobaustein, inkl. Cassette: 13 kg

Servo

Mithören Kopfhörer - Mithörlautstärkesteller umschaltbar auf beide Tonspuren oder auf die Summe der Tonspuren
Mithören Lautsprecher - abschaltbar, max. 0,7 W an 4 Ohm
Jeder Tonkanaleingang kann mit Hilfe des Wahlschalters Summe/Separat auf jede Tonspur überspielt werden.

Bandservo (kleines Trägheitsmoment)

Tracking-Steller bei Wiedergabe und elektronischem Schnitt

Zeitlupe und Standbild

Kopfservo (kleines Trägheitsmoment)

„Laufzeitkorrektur“ für Chrominanzsignal durch angepaßte Kopfraddrehzahl bei Standbild zur Korrektur der fehlenden Vorschubgeschwindigkeit.

V-Phase-Steller - zur Korrektur der unterschiedlichen Lagen des Videos auf der Videospur.

Bandzugregler

Bei Aufnahme: optimal geregelter Festwert entspr. VCR-Standard.

Bei Wiedergabe: entweder autom. Minimierung des Gap-Phasensprunges oder Handbandzugsteller

Bei Insert- und Assemblie-Schnitt: Bei Bandzugautomatik wird der vorausgessene Bandzugwert gespeichert und verwendet, bei Handbandzugsteller - eingestellter Bandzug wird verwendet.

Bei Standbild - Festwert

Lautwerksteuerung

Elektronisch gesteuertes Laufwerk für

6 Gleichstrommotoren: Capstan-Motor, Kopfrad-Motor, Wickelmotor - Vorlauf, Wickelmotor - Rücklauf, Trommelschwenkmotor, Bandandruckmotor

3 Magnete: Cassettenausslöse-Magnet, Bremsmagnet, Bandanhebungsmagnet (Standbild)

Schutzschaltungen:

V-Kontrolle bei jedem Wickelmotor, Bandanfang- und -ende-Repetierbetrieb, automatische Bandentspannung, mechanische Bremsung des Bandes bei Stromausfall, Bandschwendendes Beschleunigen und Bremsen beim Umspulen, Sperre gegen zerstörende Fehlbedienung des Gerätes

Über den Schalter „Summe / Separat“ können die Eingangssignale für beide Tonspuren gemischt („Summe“) oder unabhängig je Tonspur („Separat“) aufgenommen werden. Die Stellung „Summe“ ermöglicht es, zusätzlich ein Eingangssignal – das an den Kontakten der Tonspur I oder an den Kontakten der Tonspur II angeschlossen ist – auf jeder Tonspur aufzuzeichnen. Dadurch ist es z. B. möglich, durch ein an der Frontplatte angeschlossenes Mikrofon entweder

- auf die Tonspur I oder
- auf die Tonspur II oder
- auf die Tonspuren I und II

aufzuzeichnen. Welche Aufnahmen gemacht werden, legt der Benutzer durch Tastenvorwahl an der Frontseite des Gerätes vor der Aufnahme bzw. dem elektronischen Schnitt entsprechend den vorgewählten Kanälen fest. Folgende Kombinationen sind möglich:

- Aufnahme Video
- Video + Tonspur I
- Video + Tonspur II
- Video + Tonspuren I und II.

Aufnahmen von Tonspur I und/oder Tonspur II ohne gleichzeitige Videoaufnahme sind nur auf einem bereits mit einer Videoaufnahme bespielten Band möglich (Nachvertonung, Schalter „Schnitt“ auf Insert oder Assemble). Der Videorecorder benötigt für seine einwandfreie Funktion die sogenannte Synchronspur, die nur in Verbindung mit der Videoaufnahme geschrieben wird.

Als Ausgänge des Audioteils des Vi-

deorecorders stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

Line-Ausgang – gemeinsame Buchse für beide Tonspuren
Mithören – Kontrollverstärker für externen Lautsprecher, Anschlußbuchse für Kopfhörer auf der Frontseite (an der Anschlußbuchse des Kopfhörers kann der Lautsprecher abgeschaltet werden).

Der Videorecorder VCR 601 besitzt für Video eine Aussteuerungsautomatik oder die Möglichkeit, von Hand auszusteuern. Während für eine korrekte Aussteuerungsautomatik eine Prüf- oder Weißzeile, wie sie z. B. die ARD- und ZDF-Anstalten verwenden, im aufzunehmenden Signal vorhanden sein muß, ist dies bei Handaussteuerung nicht erforderlich. Um jedoch schwierige Signale, wie z. B. Grauf Flächen, richtig einpegeln zu können, ist es erforderlich, zur Handaussteuerungs-Einstellung zuvor zumindest ein gemischtes Signal – besser jedoch eine Weißfläche – aufzunehmen und dementsprechend die Handaussteuerung vorzunehmen. Andernfalls können sich Synchronisationsfehler wegen falscher Aussteuerung einstellen. Der Aussteuerungsbereich um den Sollwert wird auf dem Kontrollinstrument zur Erleichterung der genauen Einstellung gedehnt dargestellt. Um Folgefehler bei falscher Handaussteuerung im Videoteil des Recorders zu vermeiden, setzt bei Beginn der Übersteuerung des Videoteils eine Übersteuerungsautomatik ein und verhindert so wirksam Aussteuerungsfehler, die hier z. B. einen unzulässig großen Hub im FM-Bereich ergeben würden.

Wird z. B. zur Aufnahme die GRUNDIG-Farbkamera FAC 71 herangezogen, so kann diese automatisch erfolgen. Die FAC 71 gibt zu diesem Zweck eine geeignete Weißzeile ab.

Beide Audiospuren besitzen unabhängige Aussteuerungsautomatiken mit großen Zeitkonstanten. Bei Stereoaufnahmen und beim Nachvertonen bzw. elektronischen Schnitt muß die Handaussteuerung verwendet werden. Bei Stereoaufnahmen ist damit eine Parallelaussteuerung für beide Tonspuren sichergestellt. Beim Nachvertonen wird ein „Aufbrausen“ des Tones durch das Einschwingen der Automatik verhindert.

Die in **Bild 2** gezeigte Beschaltung ermöglicht neben der Erstellung normaler Aufnahmen die störstellenfreie Zusammensetzung einzelner Szenen mittels des elektronischen Schnittes (siehe auch 4.4 – Video).

Der professionelle Videorecorder VCR 601 besitzt alle für einen elektronischen Insert- bzw. Assemble-Schnitt erforderlichen Einrichtungen. Mit Hilfe des Assemble-Schnittes ist es möglich, einzelne Aufnahmen bzw. Takes stoßstellenfrei aneinanderzureihen, wie es bei normaler Aufnahme nicht realisierbar ist. Mit Hilfe des Insert-Schnittes können in vorhandene durchgehende Aufnahmen, gleichgültig ob es sich um Normalaufnahmen oder Assemble-Schnitte handelt, einzelne Szenen überspielt werden, d. h. quasi ausradieren, und durch eine neue Szene in demselben Schnittvorgang ersetzt werden.

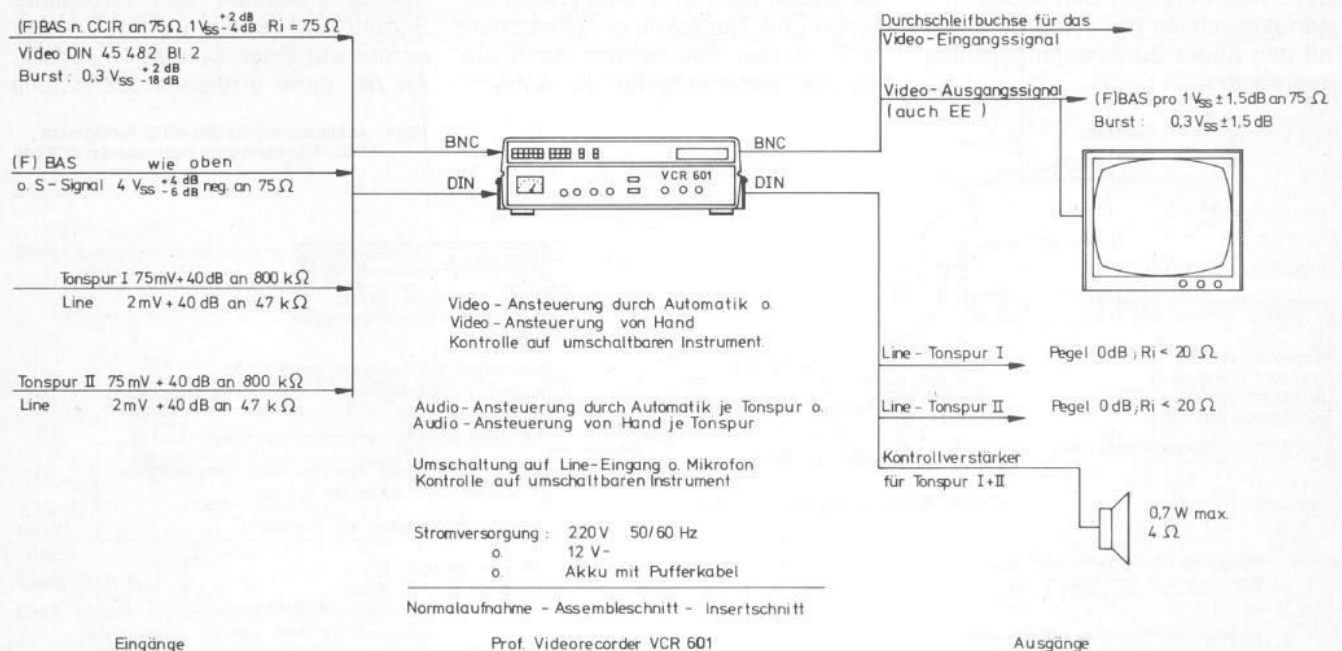
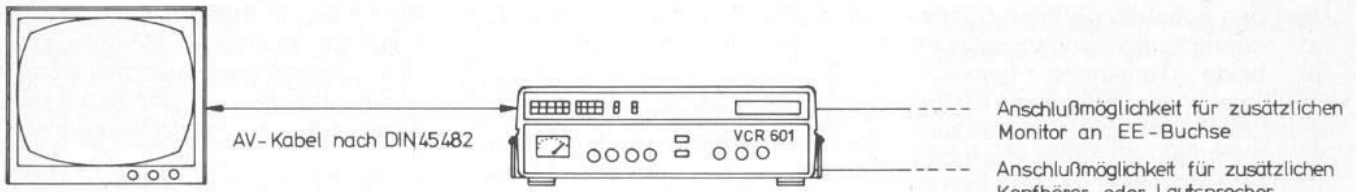


Bild 2 Standard-Beschaltung des prof. Videorecorders VCR 601



AV - FS - Empfänger

Nur Normalaufnahme ist möglich

Aussteuerungsautomatik für Video und Audio
wahlweise Aufnahme für Audio auf Tonspur I und /oder Tonspur II

Bild 3 Aufnahme und Wiedergabe mit VCR 601 und einem AV-FS-Empfänger

Stromversorgung: vorwiegend 220 V 50/60 Hz

Auf beiden Tonspuren ist neben der lippsynchronen Originalaufnahme auch die unabhängige Nachvertonung beider Tonspuren möglich.

3.2 Der AV-Anschluß

Die einfachste Beschaltungsmöglichkeit des professionellen Videorecorders VCR 601 ergibt sich in Verbindung mit einem AV-Empfänger. Nur ein AV-Kabel mit Anschluß nach DIN 45 482 ist erforderlich, um Fernsehprogramme aufzuzeichnen bzw. um aufgenommene Videobänder über den AV-Empfänger wiedergeben zu können. Sowohl das Videosignal als auch der Ton werden vom AV-Empfänger wiedergegeben. Die Umschaltung des Empfängers von Aufnahme auf Wiedergabe erfolgt durch den Recorder (Bild 3).

Beim Anschluß des VCR 601 sind zusammen mit dem AV-Empfänger nur normale Aufnahmen möglich. Für den elektronischen Schnitt ist der AV-Anschluß nicht geeignet. Selbstverständlich können zusätzliche Monitore und Lautsprecher bzw. Kopfhörer an den Video-Ausgangs-Buchsen des Recorders bzw. an den Audio-Buchsen angeschlossen werden.

3.3 Der EB-Betrieb – tragbarer Recorder – mobiler Einsatz

Ein wichtiger Anwendungsbereich für den VCR 601 ist der tragbare Einsatz zusammen mit einer Kamera. Die einfache Bedienung des Recorders im EB-Betrieb ist besonders in Verbindung mit der GRUNDIG-3-Röhren-Farbkamera FAC 71 optimiert worden.

Bild 4 zeigt die Beschaltung des Recorders und der Kamera im EB-Betrieb.

Alle Verbindungen für Video, Audio, Fernbedienung und Stromversorgung der Kamera erfolgen über ein ca. 2,50 m langes und nur 7 mm dünnes Spezialkabel. Der 33-pol. Stecker an dem Spezialkabel wird nach seinem Anschließen automatisch mechanisch gegen Herausrutschen gesichert.

Die Kamera und der Recorder können bei eingesetztem Akkumulator im Recorder gemeinsam an diesem eingeschaltet werden. Nach dem Einlegen der VCR-Cassette in den Recorder, der Aufnahmevorwahl für Video und Ton sowie dem Einschalten des Assemble-Schnitts kann alle weitere Bedienung für die Aufnahme

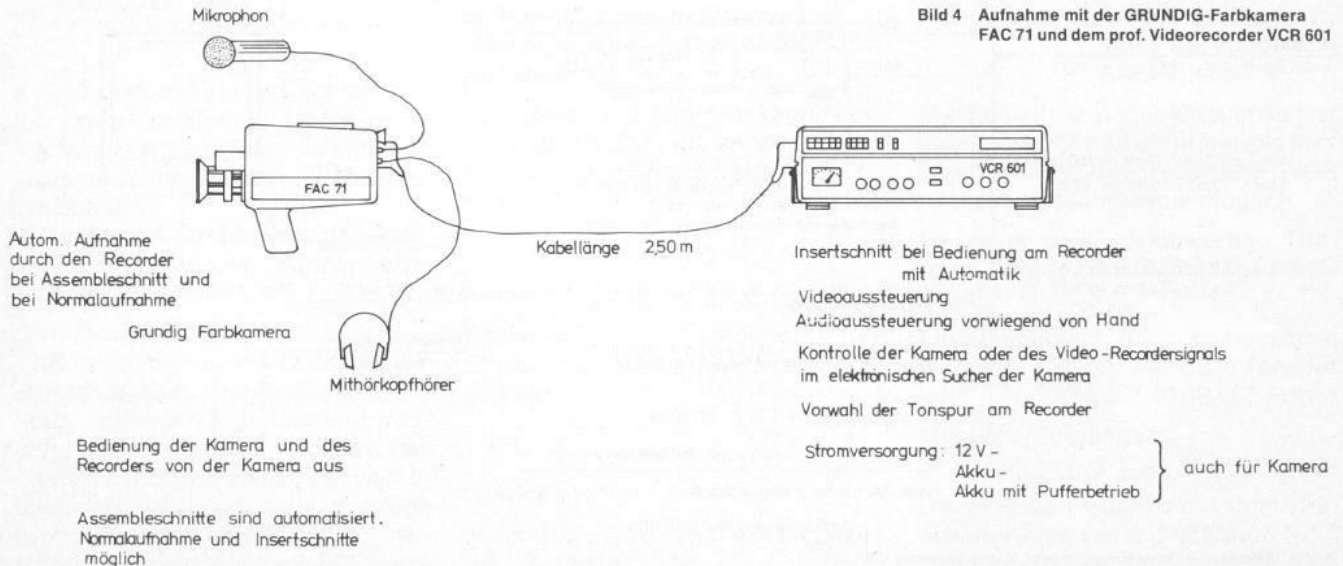
men vom Kameramann an der Kamera ausgeführt werden.

Mit Hilfe einer 1-Knopf-Bedienung am Griff der Kamera können an eine vorher aufgespielte, mindestens 10 sec lange Videoaufnahme fortlaufend Kameraszene mit Assemble-Schnitt stoßstellenfrei angefügt werden.

Nach dem Drücken des einrastenden Startknopfes startet der Recorder den Aufnahmevorgang. Alle Servoregelkreise stabilisieren sich innerhalb von 5 sec. Jeweils genau diese Zeit nach dem Drücken des Startknopfes setzt der Recorder die neue Szene am Ende der vorausgegangenen automatisch an. Um eine sichere Überdeckung der Aufnahmen zu erreichen, liegt die Schnittstelle einige Vollbilder vor dem Ende der letzten Szene.

Zum Beenden der Szene drückt der Kameramann erneut auf den Startknopf und entriegelt ihn damit. Der professionelle Videorecorder VCR 601 beendet den Assemble-Schnitt und repetiert schnell – entsprechend 5 sec Spielzeit – zurück. An der dann erreichten Bandstelle

Bild 4 Aufnahme mit der GRUNDIG-Farbkamera FAC 71 und dem prof. Videorecorder VCR 601



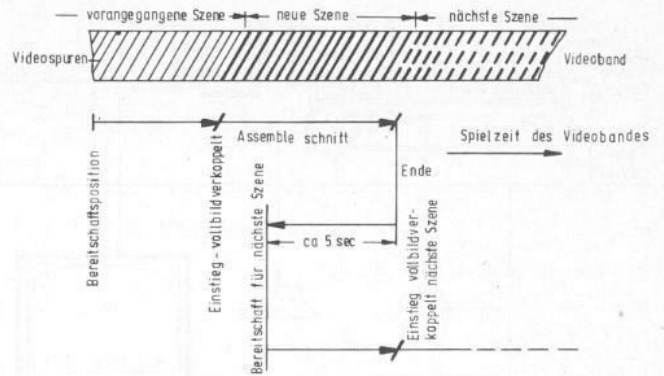
verharrt der Recorder bis zur nächsten Szene in Bereitschaft. **Bild 5** zeigt den Ablauf, dargestellt über Band.

Die Aufnahme des Assemble-Schnitts wird während der Aufnahmezeit durch die auf der Kamera angebrachte „ON-AIR-Lampe“ angezeigt. Während der Hochlaufzeit des Videorecorders nach Drücken der Starttaste wird im elektronischen Sucher der Kamera das Kamerabild wiedergegeben. Auf diese Weise hat der Kameramann während des Hochlaufens des Recorders Zeit, alle Einstellungen für die neue Szene im Sucher der Kamera zu kontrollieren.

Aufnahmen auf dem Videoband können nach ihrer Beendigung sofort auf dem Suchermonitor der Kamera vom Kameramann kontrolliert werden. Um ein Verwechseln des Sucherbildes mit dem Kamerabild zu verhindern, leuchtet während der Wiedergabe des Recorders im Sucher die Kontrolllampe „Rückschau“ auf.

Die beschriebene Kombination aus GRUNDIG-3-Röhren-Farbkamera FAC 71 und dem professionellen Videorecorder VCR 601 ist für Außen- und Innenaufnahmen sehr flexibel und erschließt diesem System weite Anwendungsgebiete, die bisher dem 16-mm-Film vorbehalten waren. Der besondere Vorteil des Systems ist seine Aktualität. Im einfachsten Fall

Bild 5
Ablauf eines automatischen Assemble-Schnittes



ist keine Nachbearbeitung notwendig. Das Aufnahmeteam kann die Aufnahmequalität vor Ort beurteilen (und ggf. die Aufnahme wiederholen) und sie dann als Videocassette zur Weiterverarbeitung bringen oder direkt vom Recorder wiedergeben und per Draht oder Funk weiterleiten.

3.4 Überspielungen mit dem prof. Videorecorder VCR 601

Die einfachste Beschaltung zum Überspielen zeigt **Bild 6**.

Nur je eine Verbindung für Audio und Video ist zwischen beiden Recordern erforderlich. Wie bei jedem anderen Recorder-Typ hat diese Anschlußart jedoch den Nachteil, daß sich die Zeitfehler des Kopfservos und die Geschwindigkeitsfehler des Bandservos addieren können. Unter Zeitfehler des Kopfservos ist dabei zu verstehen (siehe auch 4.4 – Kopfservo), daß trotz des Aufwandes im

Videorecorder VCR 601 endliche Abweichungen und Schwankungen der Kopfradgeschwindigkeit und des Bandvorschubs auftreten. In der gezeigten Beschaltung werden die Servos der Tochtermaschine von dem bereits veränderten Videosignal der Muttermaschine gesteuert.

Zeitfehler und ähnliches können sich so schnell vergrößern.

Zu wesentlichen Verbesserungen der Überspieleigenschaften des professionellen Videorecorders VCR 601 ist dieser auch extern synchronisierbar. Wird hierzu am Eingang „externe Synchronisation“ ein (F)BAS- oder S-Signal angelegt, so synchronisieren alle Servos automatisch auf das Signal an diesem Eingang. Wird für beide Maschinen – Mutter- und Tochterrecorder – das gleiche Synchronsignal verwendet, so laufen die Servos beider Recorder optimal synchron. Die Überspielungen beinhalten einen kleineren Zeitfehler.

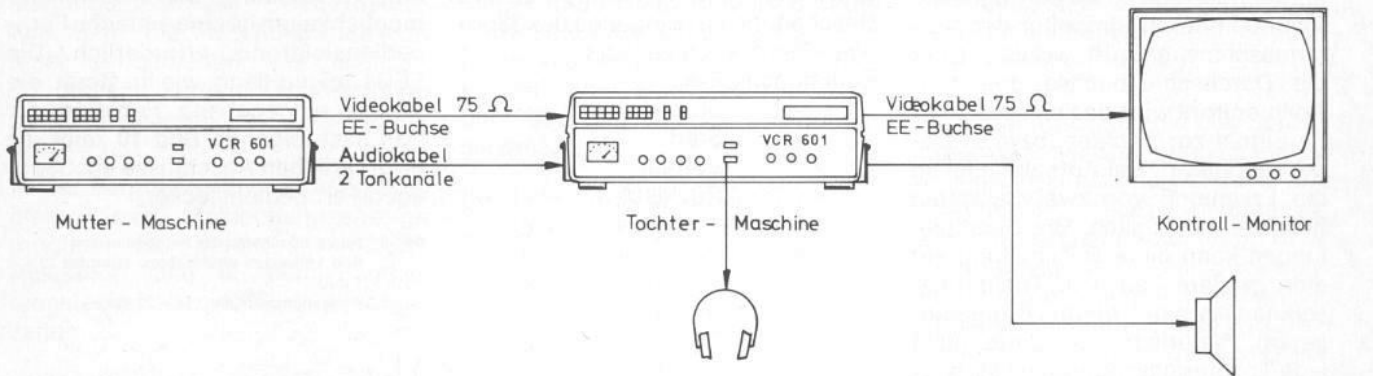


Bild 6 Einfachste Anordnung für die Überspielung eines Videobandes

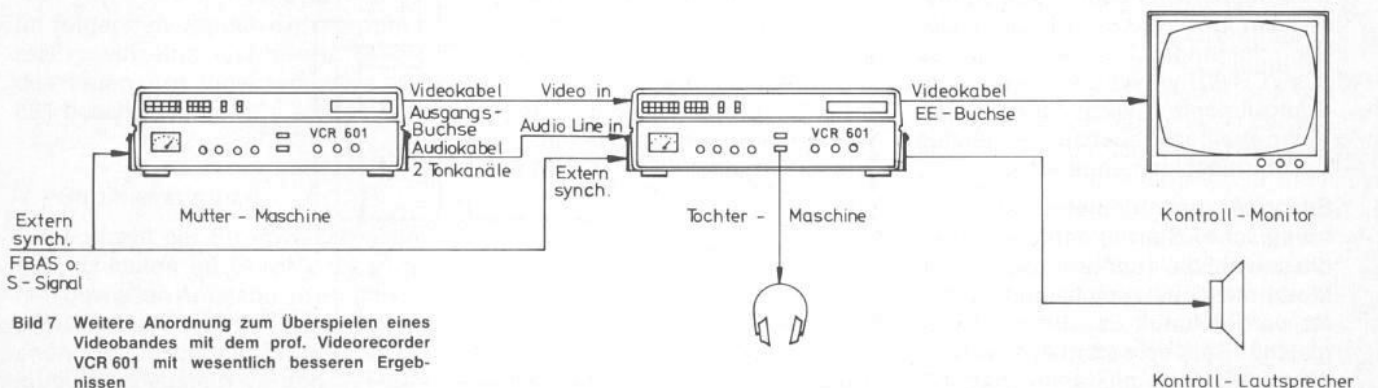


Bild 7 Weitere Anordnung zum Überspielen eines Videobandes mit dem prof. Videorecorder VCR 601 mit wesentlich besseren Ergebnissen

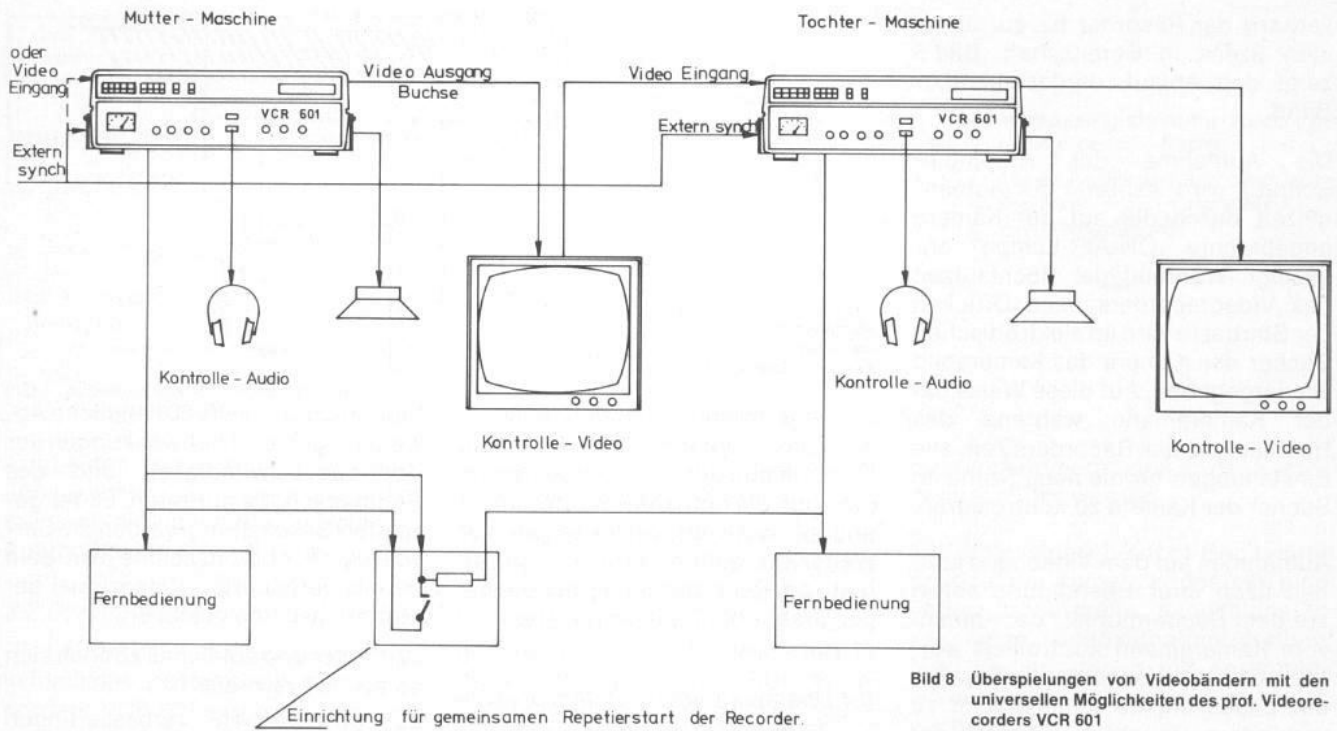


Bild 8 Überspielungen von Videobändern mit den universellen Möglichkeiten des prof. Videorecorders VCR 601

Eine weitere Anordnung, die die Möglichkeiten des Recorders auch bei Überspielungen bestens ausnutzt, zeigt **Bild 8**. Beide Recorder können hier an der Maschine oder an einer angeschlossenen einfachen Fernbedienung bedient werden.

Die Recorder sind extern synchronisiert. Am Videoeingang der Muttermaschine kann z. B. ein Kamera-Signal angelegt werden. Das Signal kann – ebenso wie das von der Muttermaschine wiedergegebene – auf dem Kontrollmonitor der Muttermaschine geprüft werden. Über die Durchschleifbuchse des Kontrollmonitors wird das entsprechende Signal zur Tochter- bzw. 2. Maschine geführt. Bei Aufnahme ist so die Erstellung von zwei Cassetten gleichzeitig möglich. Bei Überspielungen kann diese Beschaltung auf eine größere Zahl von Tochtermaschinen erweitert werden (Kopieranlagen). Natürlich muß dann nicht jede Tochtermaschine einen Monitor erhalten, sondern es kann die Verbindung zwischen den weiteren Maschinen über die jeweils dem Eingang folgende Durchschleifbuchse des VCR 601 verwendet werden. Der Kontrollmonitor wird dann an der Video-Ausgangsbuchse der letzten Tochtermaschine angeordnet.

Besonders hervorzuheben ist die automatische Starteinrichtung, über die sowohl die Tochter- als auch die Muttermaschine gleichzeitig gestartet werden kann. Es wird hierzu die gleiche Repetierautomatik wie bei dem EB-Betrieb mit Kamera benutzt.

Auch diese Automatik kann ebenfalls auf eine größere Maschinenzahl erweitert werden.

3.5 Fernbedienung

Alle wesentlichen Laufwerksfunktionen sind fernbedienbar (s. techn. Daten). Es ist dazu jeweils nur ein Kontakt in der Zuleitung des Fernbedienungssteckers bzw. eine entsprechende Halbleiter-Ersatzschaltung erforderlich. Das nachfolgende **Bild 9** zeigt die notwendige äußere Beschaltung der Eingänge des 33poligen Fernbediensteckers.

- Funktionen: Ein
Stop
Start
Vorlauf
Rücklauf

- Standbild
- Ton 1
- Ton 2
- Video
- Memory
- Zähler Null
- Memory Aus

- Schnitt Aus
- Insert
- Assemble

Zusätzlich stehen am FB-Stecker Masse und +10 V zur Verfügung. Zur Verwendung der Rückmellemöglichkeiten ist eine einfache Fernbedienelektronik erforderlich. Die LEDs zeigen dann, wie im Gerät, die jeweils eingegebene Funktion an. Das nachfolgende **Bild 10** zeigt die erforderlichen Anschlüsse am 33poligen Fernbedienstecker.

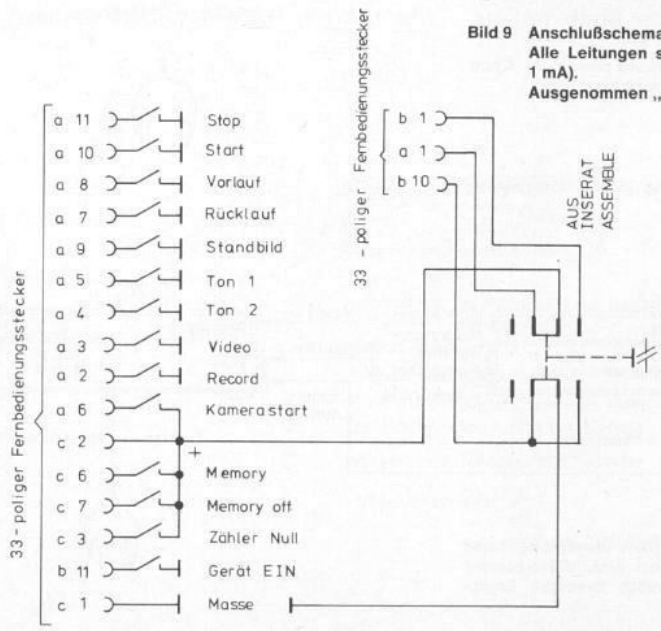


Bild 9 Anschlußschema der Fernbedienung
Alle Leitungen sind nahezu stromlos ($J \ll 1$ mA).
Ausgenommen „Ein“ ($J \sim 20$ mA).

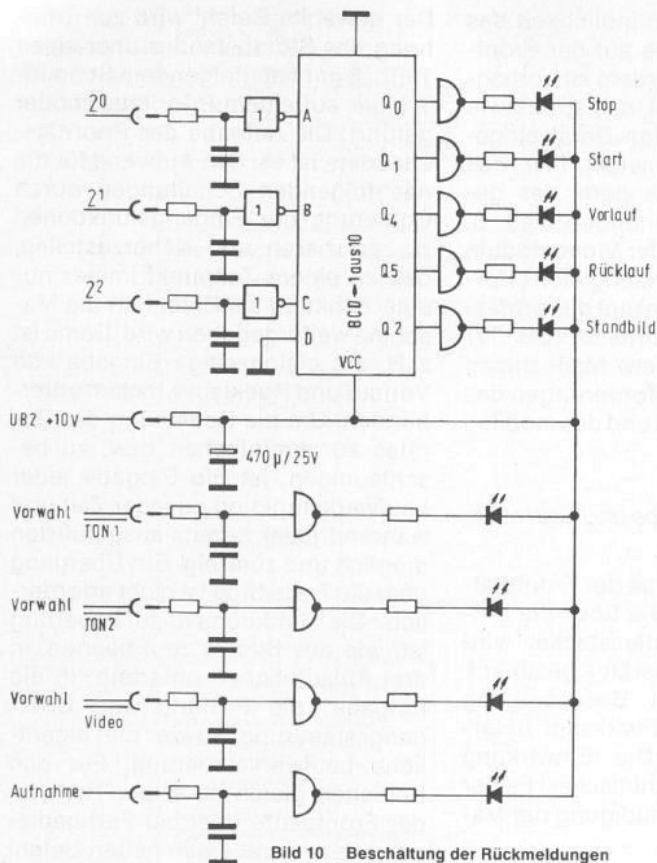


Bild 10 Beschaltung der Rückmeldungen

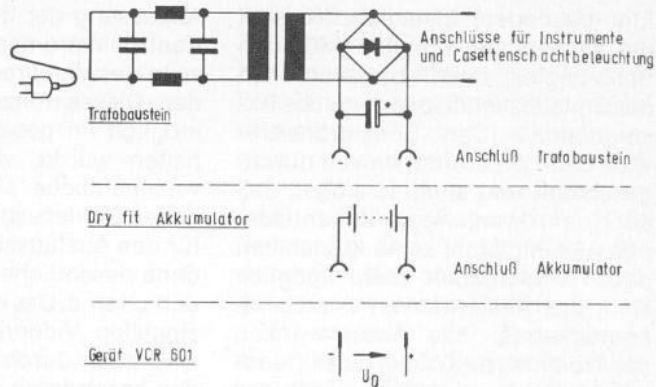


Bild 11 Der Anschluß des Trafobausteins und des Dryfit-Akkumulators

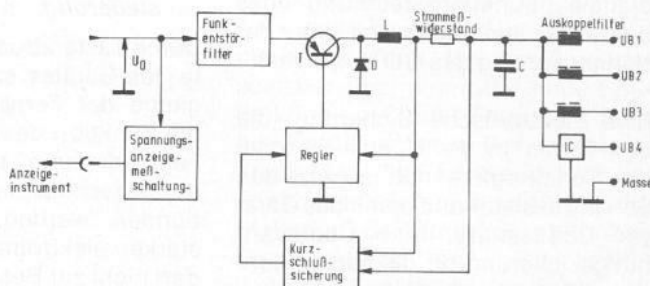


Bild 12 Schaltschema des Schaltreglers SNA-Platte

Aufgrund der geringen Belastung der Fernbedienausgänge des Recorders durch die nachfolgenden CMOS-Bausteine kann eine große Zahl von Fernbedienungen parallelgeschaltet werden. Bei der Parallelschaltung von mehreren Fernbedienungen arbeiten die einzelnen Tastenfunktionen als Oder-Funktionen, d. h., die Maschine kann von jeder Fernbedienung aus gleichzeitig bedient werden. Die Maschine führt jedoch jeweils nur einen Befehl aus.

In der Fernbedienung ist auch eine elektronische Zählerstandsanzeige möglich. Die dafür notwendigen Ausgänge sind an dem Fernbedienstecker des VCR 601 vorgesehen.

4 Beschreibung des prof. Videorecorders VCR 601

Im folgenden werden schwerpunktmäßig einzelne technische Details des neuen prof. Videorecorders VCR 601 beschrieben.

4.1 Stromversorgung

Die Vielzahl der Stromversorgungsmöglichkeiten im Gerät bedingt einen gewissen Aufwand an Eingangsschutzschaltungen. Für einen einfachen Austausch von Trafo- und Akkumulatorbaustein wurden im Trafo-

baustein die gleichen Anschlußbedingungen wie an den Akkumulatoranschlüssen vorgesehen. Lediglich die Anschlußspannung des Trafobausteins liegt wesentlich höher. Wegen des verwendeten nachfolgenden Schaltreglers können so die Verluste des im Trafobaustein mit eingebauten Gleichrichters und die notwendige Kapazität des ebenfalls im Trafobaustein eingebauten Ladekondensators stark reduziert werden. Das Bild 11 zeigt das Schalt-

Da beim Anschluß von externen Gleichspannungen zum Betrieb des Recorders bzw. zum Puffern des eingesetzten Akkumulators ein Vertauschen der Anschlüsse nicht ausgeschlossen werden kann, sind im Gerät ein Verpolschutzrelais und zusätzliche Schmelzsicherungen vorgesehen. Über das Verpolschutzrelais kann das Gerät mit geringer Steuerleistung von der Frontplatte bzw. von der Fernbedienung ein- und ausgeschaltet werden. Das Relais schaltet auch die Betriebsspannung für die anschließbare Kamera.

Der Schaltregler:

Um die Eigenerwärmung des kompakten Gerätes in jeder Betriebslage niedrig zu halten und die Kapazität des Akkumulators möglichst gut auszunutzen, wurde für die Stabili-

sierung der Betriebsspannungen im Videorecorder VCR 601 ein Schaltregler mit Abwärtsregelung vorgesehen. Im Bereich von 11 bis 18 V stabilisiert der Schaltregler über alle Klima- und Lastschwankungen die Betriebsspannung des Recorders auf $10\text{ V} \pm 1\%$. Seinen optimalen Wirkungsgrad besitzt der Schaltregler bei einem Betrieb von 12 V (Akkumulator-Nennspannung).

Die Leistungsentnahme des Schaltreglers aus der Spannungsquelle ist wegen der konstanten Verluste des Schaltreglers nahezu unabhängig von der Eingangsspannung, d. h., der Eingangsstrom des Schaltreglers reduziert sich mit steigender Eingangsspannung umgekehrt proportional zu dieser. Daraus ergibt sich die bereits erwähnte günstigere Dimensionierung des Trafobausteins bei höherer Oberspannung. Dies ist aber auch der Grund dafür, daß bei Netzbetrieb die Spannungsversorgung der angeschlossenen Kamera durch einen vom Trafobaustein betätigten Schalter im Batterieschacht abgeschaltet werden muß. Die Druckschaltungsplatte des Schaltreglers steht in allen zugelassenen Betriebslagen des Gerätes senkrecht. In dem leichten Kunststoffgehäuse des VCR 601 wird so eine ausreichende Wärmeabfuhr ermöglicht.

Eine besondere Eigenschaft besitzt die verwendete Schaltung für den Schaltregler beim Unterschreiten der Entladeschlusspannung des Akkumulators. Der Schalttransistor wird dann unterbrochen voll durchgeschaltet und stellt so sicher, daß auch dann, wenn wegen des entladenen Akkumulators keine Aufnahmen oder Wiedergaben mehr möglich sind, das Abschwenken des Bandandruckarms, das Ausschwenken der Trommel, das Wickeln der Videobandschleife und das Auslösen des Cassettenschachtes noch möglich sind. Die einwandfreie, störungsfreie Funktionssteuerung des Laufwerks stellt die mit CMOS-ICs bestückte digitale Funktionssteuerung des Laufwerks auch noch weit unter der Nennspannung des Gerätes sicher.

Eine elektronische Sicherung, die den Strom in der Speicherdrossel des Schaltreglers mißt, schützt den Schalttransistor und damit das Gerät vor Überlastung. Eine Überspannungssicherung für die nachfolgenden Schaltungen ist wegen der vergleichsweise geringen Oberspannung des Schaltreglers nicht vorgesehen. Die elektronische Sicherung besitzt eine dynamische Kennlinie, die dem Temperaturverhalten des Schalttransistors angepaßt ist. Sie läßt kurzzeitig sehr große Ströme zu.

Für den Audio-Mithörendverstärker wird eine niedrigere mit einem Linearregler stabilisierte Ausgangsspannung zur Verfügung gestellt.

Zur Kontrolle des Entladezustandes des Akkumulators, besonders im tragbaren Betrieb, wird dem Kontrollinstrument auf der Frontplatte ein Anzeigeverstärker mit unterdrücktem Nullpunkt vorgeschaltet.

Besondere Aufmerksamkeit wurde dem Problem der Störausstrahlung des Schaltreglers gewidmet. Durch geeignete Auswahl und Anordnung der Bauelemente konnten die Funkstörstrahlung und die Einwirkungen auf die empfindlichen Video- und Audio-Schaltungen vernachlässigbar klein gehalten werden.

Ein weiterer Schwerpunkt der Entwicklung war die Servicefreundlichkeit des Gerätes. Für die Stabilisierung der genauen Betriebsspannung und der Einhaltung der zulässigen Toleranzen ist auf dem Stromversorgungsbaustein kein Einstellwiderstand vorgesehen. Alle notwendigen Abgleiche werden mit eingelöteten Festwiderständen abgedeckt. Lediglich ein Einstellwiderstand für die

Anpassung der Empfindlichkeit des Kontrollinstrumentes auf der Frontseite des Videorecorders ist vorhanden. Dieses Konzept, das soweit wie möglich im gesamten Gerät eingehalten wurde, vermeidet hier das versehentliche Verändern der genauen Betriebsspannungen, die z. B. für den Austausch der Videomoduln ohne wesentlichen Nachgleich erforderlich sind. Das Konzept des professionellen Videorecorders VCR 601 wird auch durch diese Maßnahmen den besonderen Anforderungen des tragbaren Betriebes und des mobilen Einsatzes gerecht.

4.2 Funktionseingabe und Laufwerksteuerung

Durch Tastendruck an der Frontplatte des Gerätes sowie über die Eingänge der Fernbedienstecker wird die Funktion des Gerätes bestimmt. Fehlbedienung mit Beschädigung der Maschine muß wirksam unterbunden werden. Die Einwirkung starker elektromagnetischer Felder darf nicht zur Beschädigung der Maschine führen.

Die gesamte Funktionsablaufsteuerung ist digitalisiert und mit CMOS-Bausteinen bestückt. Dies ergibt über das besondere Konzept hinaus einen außerordentlich geringen Stromverbrauch und eine hohe statische und dynamische Störsicherheit bei einer Betriebsspannung von 10 V. Die Leistungsendstufen für die Motore und Magnete werden direkt von CMOS-Buffern angesteuert. Die gesamte Stromaufnahme der Funktionsablaufsteuerung beschränkt sich daher auf den Strom für die LED-Anzeigen auf der Frontplatte und auf den notwendigen Strom für die Motore und Magnete. Das Gehäuse des VCR 601 besitzt im Bereich der außerordentlich eng aufgebauten Druckplatten der Funktionsablaufsteuerung keine Luftschlitze. Die Endstufen für die Motore und Magnete sitzen ohne jede Kühlfläche direkt auf den Druckplatten.

Die Eingänge der Fernbedienung sind den Tasten und Schaltern an der Frontplatte parallelgeschaltet.

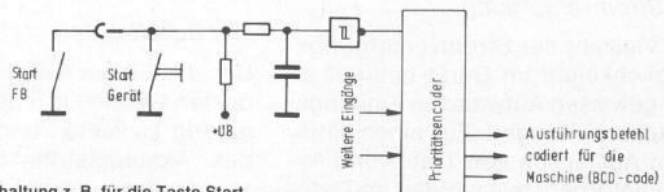


Bild 13 Eingangsschaltung z. B. für die Taste Start

Der gewählte Befehl wird zur Erhöhung des Störabstandes über einen Tiefpaß mit nachfolgendem Schmitt-Trigger auf einem Prioritätsencoder geführt. Die Aufgabe des Prioritätsencoders ist es, den Aufwand für die nachfolgenden Schaltungen durch Codierung der Eingangsfunktionen zu reduzieren und sicherzustellen, daß zu einem Zeitpunkt immer nur eine Funktion als Befehl an die Maschine weitergegeben wird. Damit ist z. B. die gleichzeitige Eingabe von Vorlauf und Rücklauf wirksam unterbunden. Um die Bedienung des Gerätes zu vereinfachen bzw. zu beschleunigen, ist die Eingabe jeder Laufwerksfunktion zu jeder Zeit und während jeder bereits ausgeführten Funktion möglich und zulässig. Ein Übergang über die Taste Stop ist nicht erforderlich. Die Funktionsablaufsteuerung ist, wie aus Bild 14 zu erkennen, in drei Abaufebenen unterteilt: in die Eingabe, die Prüfung und Übergangsteuerung sowie die eigentliche Laufwerksteuerung. Für den Bediener, gleich ob er per Taste an der Frontplatte oder per Fernbedienung dem Gerät einen neuen Befehl erteilt, ist ausschließlich die Eingabeebene erreichbar.

Die Einteilung der elektronischen Laufwerksteuerung in mehrere Entscheidungsebenen schützt das Laufwerk wirksam. Die Codierung der Laufwerksbefehle in einem immer eindeutigen Code vermeidet unzulässige Betriebszustände und spart zugleich Aufwand, wie die nachfolgende Tabelle zeigt.

	2 ²	2 ¹	2 ⁰	
Stop	L	L	L	0
Start	L	L	H	1
Standbild	L	H	L	2
Vorlauf	H	L	H	5
Rücklauf	H	H	L	6
Cassette	H	H	H	7
keine Funktion				9-15

Bild 15 Code für die Codierung der Laufwerksfunktionen

Die gesamte Funktionsablaufsteuerung ist auf drei Druckschaltungsplatten verteilt. Die Druckschaltungsplatte SFA übernimmt dabei vorwiegend die Eingabe der Funktionen sowie die Prüfung und Übergangsteuerung. Die Druckplatte

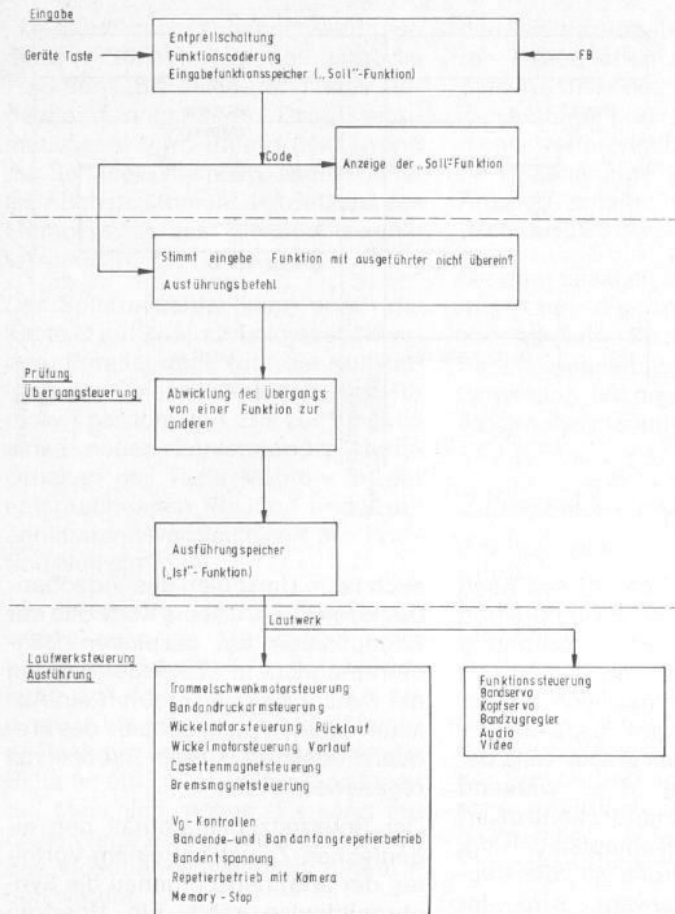


Bild 14
Schema der
Funktions-
ablaufsteuerung

SAA enthält vorwiegend die Steuerung der Wickelmotoren, die Bandandruckeinheit und der Trommelleinheit. Auf der Druckplatte SAK sind vorwiegend die Schutzfunktionen der Funktionsablaufsteuerung untergebracht wie z. B. V_0 -Kontrolle, Bandanfang- und Bandende-Repetierbetrieb, Bandenspannung und zusätzlich der Kamera-Repetierbetrieb. Für die Zuverlässigkeit des Gerätes ist es von besonderer Bedeutung, daß diese drei Druckplatten bereits bei Bruchteilen der Betriebsspannung und auch bei großen Überspannungen ohne Störung arbeiten. Das gewählte Schaltungsprinzip stellt sicher, daß erst gewaltige Störfeldstärken, die in der Praxis nur äußerst selten vorkommen und bei denen eine einwandfreie Aufnahme bzw. Wiedergabe längst nicht mehr möglich ist, zur Änderung der Funktionen des Laufwerks führen. Aber selbst dabei sind unzulässige Funktionen, die das Laufwerk oder das Videoband gefährden, nicht möglich. Auch dies ist ein Erfolg des eindeutigen Codes bzw. der konsequent durchgeführten „Gleichstromlogik“, die die „Befehle“ selbst stärkster Störungen nach ihrem Abklingen sofort wieder korrigiert.

Die Arbeitsweise des Funktionsablaufes soll an zwei Beispielen erläutert werden.

a) Beenden einer Umspulfunktion z. B. der Übergang von Rücklauf nach Start, dargestellt über die Zeit (Bild 16).

In diesem Beispiel soll besonders das bandschonende Anhalten aus einer Umspulfunktion gezeigt werden. Durch das Drücken der Taste

Start (Wiedergabe) – t_1 – wird die alte Sollfunktion „Rücklauf“ überschrieben und die Funktion „Halt“ ausgelöst. Bei zu hoher Drehzahl der Wickelmotore wird zunächst durch Gegenstrom auf beide Wickelmotore richtungsunabhängig ein Bremsmoment gegeben. Dadurch wird die Bewegung des Videobandes unter ständigem Zug schlaufenfrei verzögert. Kurz vor dem Stillstand – t_2 – fällt zusätzlich der Bremsmagnet ab und blockiert die jeweils abwickelnde Vorratsspule der Cassette. Auch während dieser Bremszeit wird das Videoband durch das elektrische Bremsmoment straff gehalten. Mit dem sicheren „Halt“ der Maschine ist die Funktion „Halt“ abgelaufen – t_3 – und gibt den Befehl „Übernahme erlaubt“. Der Ausführungsspeicher übernimmt die neue Sollfunktion – „Start“ – aus dem Sollfunktionsspeicher. Der Bandandruckmotor läuft, kontrolliert von der Funktionsablaufsteuerung, aus der Stellung „Banddruck ab“ nach „Banddruck an“. Gleichzeitig läuft der Capstantrieb hoch und beginnt einzuphasen. Etwa zum Zeitpunkt t_4 drückt der Bandandruckmotor über die Banddruckrolle das Videoband an die Capstan-Welle – das Videoband bewegt sich.

Ab dem Zeitpunkt t_3 zieht der Bremsmagnet an und gibt die Bewegungsmöglichkeit der Vorratsspulen frei. In der Zeit von t_3 bis t_5 wird auf beide Vorratsspulen ein Wickelmoment gegeben, um das Band zu spannen.

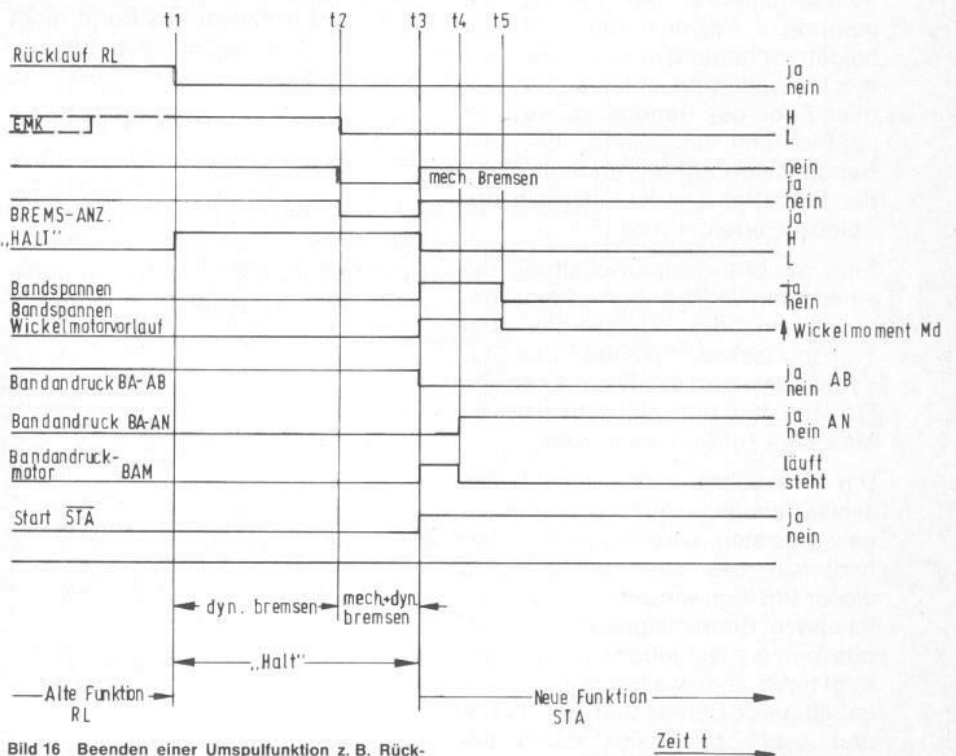


Bild 16 Beenden einer Umspulfunktion z. B. Rücklauf → Start, dargestellt über die Zeit

Nach der Zeit t_5 wirkt nur noch das Wickelmoment des aufwickelnden Motors. Das Band wird jetzt über den Bandzugregler, der an dem Rücklaufwickelmotor angreift, mit geregelter Bandzug gespannt.

b) Bandende-Repetierbetrieb, Darstellung über Band (Bild 17).

Um am Bandende das Videoband, die Cassette und die Maschine vor Überlastungen zu schützen, ist mindestens eine Schaltfolie ca. 3 m vor dem Ende des Wickels angebracht. Mit dem Erreichen einer Schaltfolie wird die Funktionseingabe für den Bediener und die Fernbedienung gesperrt. Hat die Maschine die Schaltfolie mit Vorlauf oder Rücklauf erreicht, so fährt sie unmittelbar in der gleichen Richtung eine Strecke, den sogenannten Kontrollweg, weiter. Erreicht die Maschine die Schaltfolie mit den Funktionen Start oder Zeitlupe, so schaltet sie auf Vorlauf, um ebenfalls in kürzester Zeit den Kontrollweg hinter sich zu bringen. Zusammengefaßt bedeutet das: Die Maschine verfährt den Kontrollweg immer in der Richtung, in der sie die Schaltfolie erreicht hat. Am Ende des Kontrollweges stellt die Elektronik fest, ob es sich um eine Schaltfolie am Anfang oder am Ende des Bandes gehandelt hat, und hält das Band an. Befindet sich die so gefundene Bandposition innerhalb der Schaltfolien, d. h. zwischen Anfang und Ende des Bandes, so bleibt die Maschine stehen und gibt die Funktionseingabe frei. Befindet sich die gefundene Position außerhalb der beiden Schaltfolien, d. h. vor dem mechanischen Anschlag am Anfang oder Ende des Bandes, so wird die Laufrichtung umgekehrt, bis eine Bandposition auf der anderen Seite der Schaltfolie, d. h. innerhalb der Spielzeit, erreicht wird.

Eine weitere Schutzschaltung ist eine jedem Wickelmotor zugeordnete, sogenannte I_0 -Kontrolle. Bei Transportschwierigkeiten des Videobandes wird nach ca. 2 sec die Eingangsfunktion gelöscht und die Maschine auf Stop geschaltet.

Um eine schnelle Bereitschaft des professionellen Videorecorders zu gewährleisten, wird bei jedem Stop nochmals das Band gespannt. In dieser Position werden über den abfallenden Bremsmagneten die Vorratsspulen festgehalten. Da der Kopfservo aber weiterläuft, würden bei längerer Bereitschaft die Video- und Löschköpfe sowie die Bandstelle vor dem Kopfrad unnötig abge-

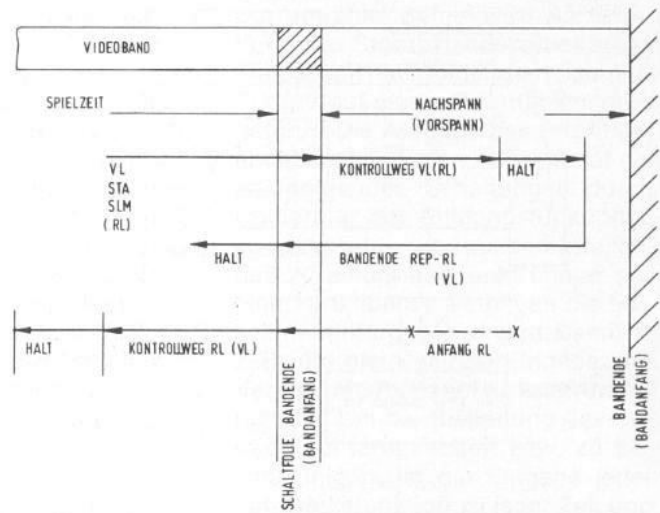


Bild 17
Bandende-Repetierbetrieb, Darstellung über Band

nützt. Daher wird ca. 10 sec nach dem Erreichen der Stoppfunktion automatisch eine Bandentspannung durchgeführt. Beim prof. VCR 601 wird ein Seileck, das sich an der Capstan-Welle ergibt, dazu ausgenutzt. Während des ersten Teils der Bandentspannung, d. h., während der Banddruckmotor, kontrolliert von der Funktionsablaufsteuerung, die Banddruckrolle auf die Capstan-Welle zu bewegt, wird der Bremsmagnet kurz angehoben, und die Banddruckrolle zieht aus der Vorratsspule ein kleines kontrolliertes Stück Band heraus. Danach fällt der Bremsmagnet ab, und der Banddruckmotor fährt die Banddruckrolle in die Ausgangslage zurück. Die herausgezogene Videobandlänge reicht aus, um den Bandkopf-Kontakt im Trommelbereich zu lösen und trotzdem das Band nicht aus den Führungselementen herausfallen zu lassen.

4.3 Spielzeitzähler (Bild 18)

Der Synchronkopf im Trommelbereich ermöglicht einen elektronischen Spielzeitzähler und eine einfache Memory-Funktion. Da dieser Synchronkopf die Synchronimpulse nicht nur im Spielbetrieb, sondern

auch beim Umspulen des Videobandes lesen kann, ist eine Kontrolle der Bandposition bei bespielten Bändern möglich. In „Zeitlupe“ werden die Synchronimpulse durch ein Ableiten von der Tachoscheibe des Frequenzregelkreises des Bandservos regeneriert.

Der Spielzeitzähler enthält den eigentlichen Zähler mit einem Verteiler, der arithmetisch genau die Synchronimpulse zählt. Ein Übertrag entsteht bei jedem Überschreiten der Impulzzahl 24 bzw. 0. Die Zahl dieser Überträge wird entsprechend der Laufrichtung des Videobandes in Sekundenschritten aufaddiert und über eine Speicher-Dekoder-Treibereinheit auf 13 mm großen Siebensegment-LED-Anzeigen angezeigt.

Nicht benötigte Nullen werden automatisch unterdrückt. Das Drücken der Taste Memory löst ein Abspeichern des Zählerstandes in einen separaten Speicherbereich, das sogenannte Memory, aus. Ein digitaler Komparator vergleicht ständig den Zählerstand des Spielzeitzählers und das Memory. Bei Gleichheit der beiden Speicherinhalte gibt der Komparator ein Signal Memory = Spielzeitzählerstand aus. Ist der Schalter

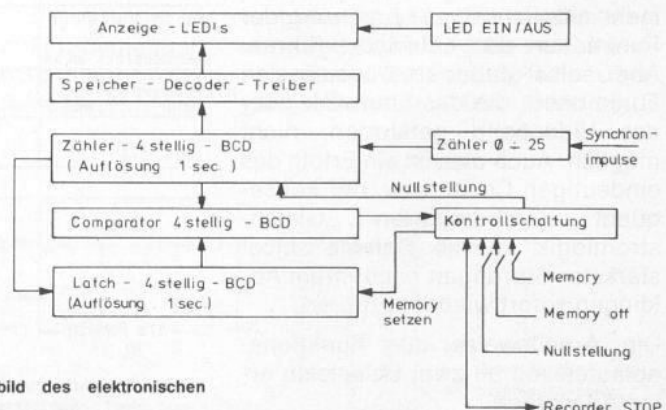


Bild 18 Das Blockschaltbild des elektronischen Spielzeitzählers

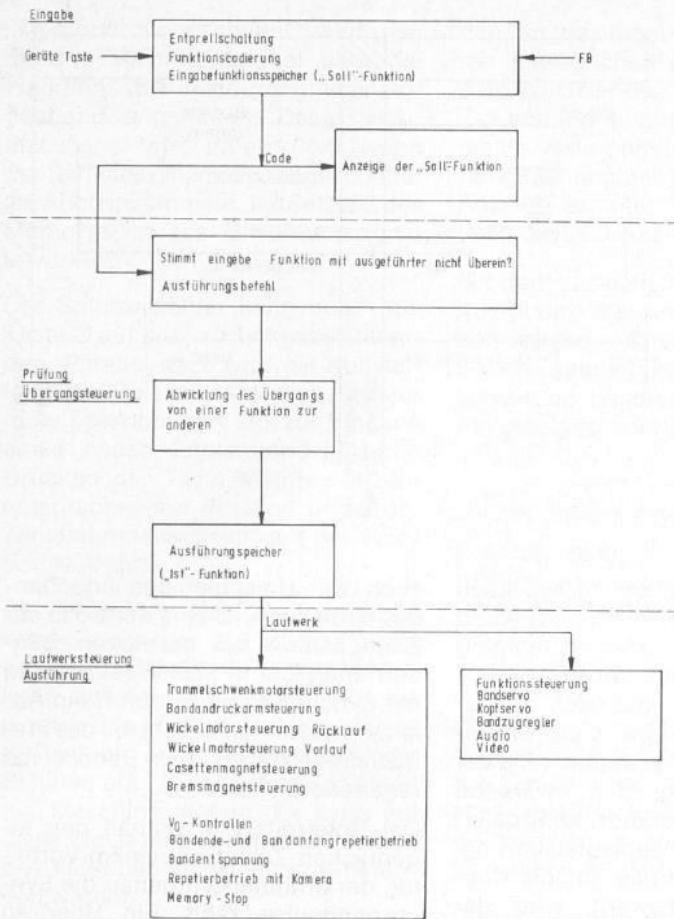


Bild 14
Schema der
Funktions-
ablaufsteuerung

SAA enthält vorwiegend die Steuerung der Wickelmotoren, die Bandandruckeinheit und der Trommeleinheit. Auf der Druckplatte SAK sind vorwiegend die Schutzfunktionen der Funktionsablaufsteuerung untergebracht wie z. B. V_0 -Kontrolle, Bandanfang- und Bandende-Repetierbetrieb, Bandenspannung und zusätzlich der Kamera-Repetierbetrieb. Für die Zuverlässigkeit des Gerätes ist es von besonderer Bedeutung, daß diese drei Druckplatten bereits bei Bruchteilen der Betriebspannung und auch bei großen Überspannungen ohne Störung arbeiten. Das gewählte Schaltungsprinzip stellt sicher, daß erst gewaltige Störfeldstärken, die in der Praxis nur äußerst selten vorkommen und bei denen eine einwandfreie Aufnahme bzw. Wiedergabe längst nicht mehr möglich ist, zur Änderung der Funktionen des Laufwerks führen. Aber selbst dabei sind unzulässige Funktionen, die das Laufwerk oder das Videoband gefährden, nicht möglich. Auch dies ist ein Erfolg des eindeutigen Codes bzw. der konsequent durchgeführten „Gleichstromlogik“, die die „Befehle“ selbst stärkster Störungen nach ihrem Abklingen sofort wieder korrigiert.

Die Arbeitsweise des Funktionsablaufes soll an zwei Beispielen erläutert werden.

a) Beenden einer Umspulfunktion z. B. der Übergang von Rücklauf nach Start, dargestellt über die Zeit (Bild 16).

In diesem Beispiel soll besonders das bandschonende Anhalten aus einer Umspulfunktion gezeigt werden. Durch das Drücken der Taste

Start (Wiedergabe) – t_1 – wird die alte Sollfunktion „Rücklauf“ überschrieben und die Funktion „Halt“ ausgelöst. Bei zu hoher Drehzahl der Wickelmotore wird zunächst durch Gegenstrom auf beide Wickelmotore richtungsunabhängig ein Bremsmoment gegeben. Dadurch wird die Bewegung des Videobandes unter ständigem Zug schlaufenfrei verzögert. Kurz vor dem Stillstand – t_2 – fällt zusätzlich der Bremsmagnet ab und blockiert die jeweils abwickelnde Vorratsspule der Cassette. Auch während dieser Bremszeit wird das Videoband durch das elektrische Bremsmoment straff gehalten. Mit dem sicheren „Halt“ der Maschine ist die Funktion „Halt“ abgelaufen – t_3 – und gibt den Befehl „Übernahme erlaubt“ frei. Der Ausführungsspeicher übernimmt die neue Sollfunktion – „Start“ – aus dem Sollfunktionsspeicher. Der Bandandruckmotor läuft, kontrolliert von der Funktionsablaufsteuerung, aus der Stellung „Bandandruck ab“ nach „Bandandruck an“. Gleichzeitig läuft der Capstantrieb hoch und beginnt einzuphasen. Etwa zum Zeitpunkt t_4 drückt der Bandandruckmotor über die Bandandruckrolle das Videoband an die Capstan-Welle – das Videoband bewegt sich.

Ab dem Zeitpunkt t_3 zieht der Bremsmagnet an und gibt die Bewegungsmöglichkeit der Vorratsspulen frei. In der Zeit von t_3 bis t_5 wird auf beide Vorratsspulen ein Wickelmoment gegeben, um das Band zu spannen.

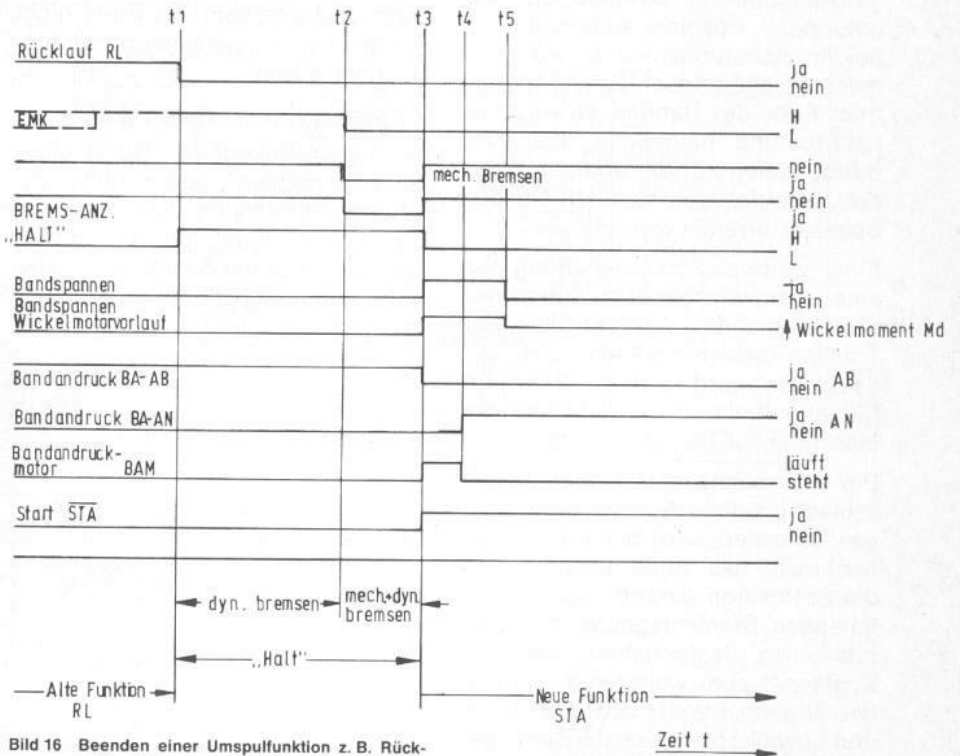


Bild 16 Beenden einer Umspulfunktion z. B. Rücklauf → Start, dargestellt über die Zeit

Nach der Zeit t_5 wirkt nur noch das Wickelmoment des aufwickelnden Motors. Das Band wird jetzt über den Bandzugregler, der an dem Rücklaufwickelmotor angreift, mit geregelter Bandzug gespannt.

b) Bandende-Repetierbetrieb, Darstellung über Band (Bild 17).

Um am Bandende das Videoband, die Cassette und die Maschine vor Überlastungen zu schützen, ist mindestens eine Schaltfolie ca. 3 m vor dem Ende des Wickels angebracht. Mit dem Erreichen einer Schaltfolie wird die Funktionseingabe für den Bediener und die Fernbedienung gesperrt. Hat die Maschine die Schaltfolie mit Vorlauf oder Rücklauf erreicht, so fährt sie unmittelbar in der gleichen Richtung eine Strecke, den sogenannten Kontrollweg, weiter. Erreicht die Maschine die Schaltfolie mit den Funktionen Start oder Zeitlupe, so schaltet sie auf Vorlauf, um ebenfalls in kürzester Zeit den Kontrollweg hinter sich zu bringen. Zusammengefaßt bedeutet das: Die Maschine verfährt den Kontrollweg immer in der Richtung, in der sie die Schaltfolie erreicht hat. Am Ende des Kontrollweges stellt die Elektronik fest, ob es sich um eine Schaltfolie am Anfang oder am Ende des Bandes gehandelt hat, und hält das Band an. Befindet sich die so gefundene Bandposition innerhalb der Schaltfolien, d. h. zwischen Anfang und Ende des Bandes, so bleibt die Maschine stehen und gibt die Funktionseingabe frei. Befindet sich die gefundene Position außerhalb der beiden Schaltfolien, d. h. vor dem mechanischen Anschlag am Anfang oder Ende des Bandes, so wird die Laufrichtung umgekehrt, bis eine Bandposition auf der anderen Seite der Schaltfolie, d. h. innerhalb der Spielzeit, erreicht wird.

Eine weitere Schutzschaltung ist eine jedem Wickelmotor zugeordnete, sogenannte I_0 -Kontrolle. Bei Transportschwierigkeiten des Videobandes wird nach ca. 2 sec die Eingangsfunktion gelöscht und die Maschine auf Stop geschaltet.

Um eine schnelle Bereitschaft des professionellen Videorecorders zu gewährleisten, wird bei jedem Stop nochmals das Band gespannt. In dieser Position werden über den abfallenden Bremsmagneten die Vorratsspulen festgehalten. Da der Kopfservo aber weiterläuft, würden bei längerer Bereitschaft die Video- und Löschköpfe sowie die Bandstelle vor dem Kopfrad unnötig abge-

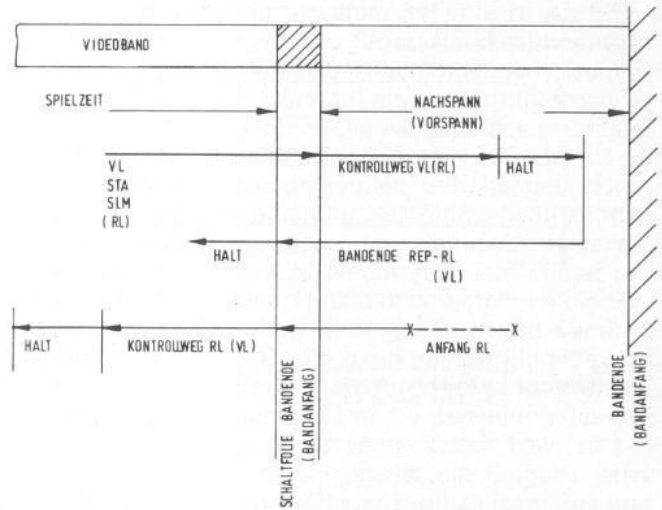


Bild 17 Bandende-Repetierbetrieb, Darstellung über Band

nützt. Daher wird ca. 10 sec nach dem Erreichen der Stoppfunktion automatisch eine Bandentspannung durchgeführt. Beim prof. VCR 601 wird ein Seileck, das sich an der Capstan-Welle ergibt, dazu ausgenutzt. Während des ersten Teils der Bandentspannung, d. h., während der Banddruckmotor, kontrolliert von der Funktionsablaufsteuerung, die Banddruckrolle auf die Capstan-Welle zu bewegt, wird der Bremsmagnet kurz angehoben, und die Banddruckrolle zieht aus der Vorratsspule ein kleines kontrolliertes Stück Band heraus. Danach fällt der Bremsmagnet ab, und der Banddruckmotor fährt die Banddruckrolle in die Ausgangslage zurück. Die herausgezogene Videobandlänge reicht aus, um den Bandkopf-Kontakt im Trommelbereich zu lösen und trotzdem das Band nicht aus den Führungselementen herausfallen zu lassen.

4.3 Spielzeitzähler (Bild 18)

Der Synchronkopf im Trommelbereich ermöglicht einen elektronischen Spielzeitzähler und eine einfache Memory-Funktion. Da dieser Synchronkopf die Synchronimpulse nicht nur im Spielbetrieb, sondern

auch beim Umspulen des Videobandes lesen kann, ist eine Kontrolle der Bandposition bei bespielten Bändern möglich. In „Zeitlupe“ werden die Synchronimpulse durch ein Ableiten von der Tachoscheibe des Frequenzregelkreises des Bandservos regeneriert.

Der Spielzeitzähler enthält den eigentlichen Zähler mit einem Verteiler, der arithmetisch genau die Synchronimpulse zählt. Ein Übertrag entsteht bei jedem Überschreiten der Impulzzahl 24 bzw. 0. Die Zahl dieser Überträge wird entsprechend der Laufrichtung des Videobandes in Sekundenschritten aufaddiert und über eine Speicher-Dekoder-Treibereinheit auf 13 mm großen Siebensegment-LED-Anzeigen angezeigt.

Nicht benötigte Nullen werden automatisch unterdrückt. Das Drücken der Taste Memory löst ein Abspeichern des Zählerstandes in einen separaten Speicherbereich, das sogenannte Memory, aus. Ein digitaler Komparator vergleicht ständig den Zählerstand des Spielzeitzählers und das Memory. Bei Gleichheit der beiden Speicherinhalte gibt der Komparator ein Signal Memory = Spielzeitzählerstand aus. Ist der Schalter

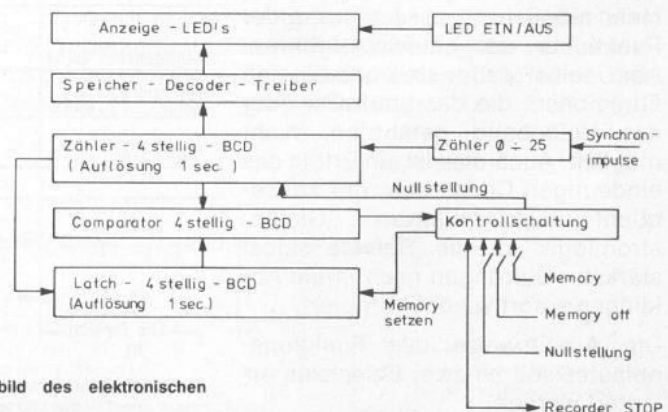


Bild 18 Das Blockschaltbild des elektronischen Spielzeitzählers

„Memory“ angeschaltet, wird von diesem Gleichheitssignal über die Funktionsablaufsteuerung das Videoband angehalten. Das Gleichheitssignal wird unterdrückt, wenn der Schalter „Memory“ abgeschaltet ist. Auch im Moment des Setzens des Memorys ist das Gleichheitssignal unwirksam.

Der Spielzeitähler kann durch die Taste \otimes auf Null zurückgesetzt werden. Parallel dazu wird die Nullstellung des Spielzeitählers in das Memory übernommen. Bis zur Eingabe eines neuen Zählerstandes durch Drücken der Taste Memory an der entsprechenden Position findet der Zählerstandsvergleich mit der Position Null statt.

Die gezeigten Memory-Funktionen ermöglichen die Markierung einer beliebigen Bandstelle ohne Rückwirkung auf das Videoband. Wird bei einer Laufwerksfunktion die Memory-Position erreicht und steht der Schalter auf „Memory Ein“, so bleibt die Maschine stehen. Es kann auf diese Weise eine bestimmte Position des Videobandes wiederholt gefunden werden.

Der Spielzeitähler ist komplett mit CMOS-ICs aufgebaut. Dadurch ist es möglich, auch bei ausgeschaltetem Gerät den Zählerstand zu halten, ohne z. B. den Akkumulator zu entla-

den. Kleine eingebaute Kondensatoren ermöglichen es, daß auch bei dem Wechsel des Akkumulators der Zählerstand und der Memoryinhalt nicht verlorengehen. Eine spannungsabhängige Ansteuerung der Anzeige schaltet lediglich automatisch die LED-Anzeige ab.

Mit dem zusätzlichen Schalter LED-Aus kann die Anzeige, die einen beachtlichen Strombedarf besitzt, bei Akkumulatorbetrieb abgeschaltet werden, um die Spielzeit mit einer Akkumulatorladung zu verlängern.

4.4 Die Servos des VCR 601

Um mit Hilfe des Videorecorders VCR 601 den Anforderungen an eine tragbare Maschine, d. h. Aufnahme und Wiedergabe bei bewegtem Recorder und im stationären Betrieb den Anforderungen an eine Schnittmaschine, gerecht zu werden, mußten neue Wege bei der Entwicklung der Servos beschritten werden. Die stark vereinfachten Zusammenhänge zwischen Laufwerk und den elektronischen Reglern zeigt **Bild 18**.

Dieses Schema stellt dar, wie über das Videoband von der abwickelnden Spule bis zur aufwickelnden Spule, vorbei am Vollspurlöschkopf über den Umlenkbolzen, das Bandzugmeßwerk, um die Trommel und

das Kopfrad, angetrieben von der Capstan-Welle, alle Servos bzw. Regelkreise miteinander verkoppelt sind. Sicher ist es möglich, jeden Regelkreis für sich selbst zu betrachten. Aber z. B. der Zeitfehler eines Videorecorders setzt sich aus den Fehlerkomponenten jeder der angeführten Regelkreise zusammen.

Als Beispiel hier der Bandzugregler: Falsche Bandzüge beeinflussen die Geschwindigkeit des Videobandes bei Aufnahme, schwankende Bandzüge ergeben Tonhöhen- und Zeitfehlerschwankungen. Umgekehrt führen Drehzahl- und Phasenschwankungen des Capstan, die im Audiobereich wegen der dort verwendeten CCIR-Bewertungskurven oftmals nicht ins Gewicht fallen, wegen der Trägheitsmomente im Bereich der abwickelnden Vorratsspule und auf diesem Wege indirekt oder über die Vorschubgeschwindigkeitschwankungen direkt zu einem Zeitfehler, der bei diesem Beispiel dadurch entsteht, daß die Videoköpfe nicht zum richtigen Zeitpunkt das richtige Signal vom Videoband abtasten.

Die Schwankungen der Kopfrad- und Capstan-Geschwindigkeit sowie des Bandzuges lassen sich auch mit aufwendigster Mechanik nie zu Null machen. Sie werden meist durch kleine, schwankende Restreibungen

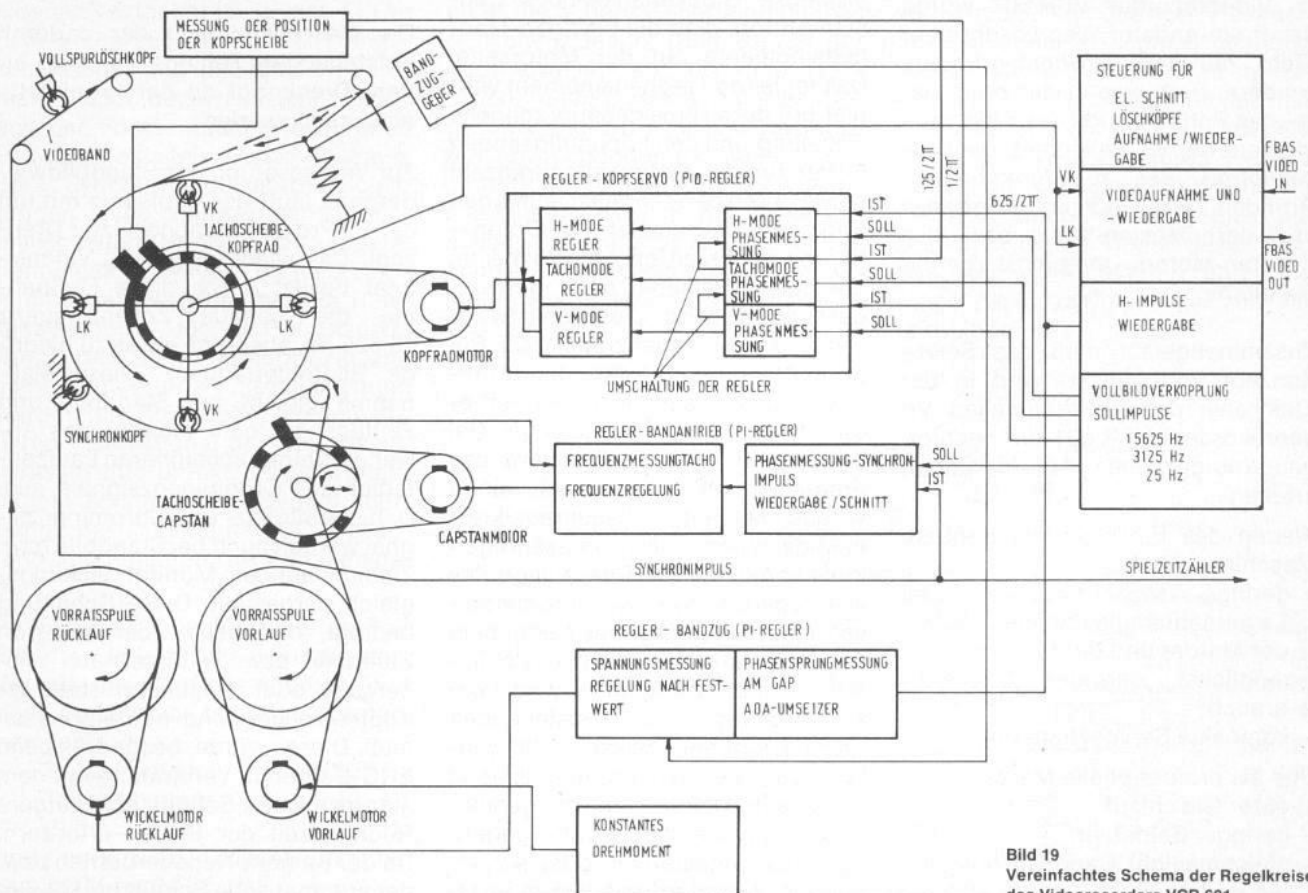


Bild 19
Vereinfachtes Schema der Regelkreise des Videorecorders VCR 601

ausgelöst. Im tragbaren Betrieb einer solchen Maschine kommt jedoch hinzu, daß eine Bewegung der Maschine sie in jeder Richtung unmittelbar durch Moment- oder Kreiselmomente an allen bewegten Teilen angreift.

Bei stationären Maschinen wird neben dem Einsatz elektronischer Regelungen ein großer Gleichförmigkeitsgrad der rotierenden Teile durch die Verwendung reichlich dimensionierter Rotations-Trägheitsmomente erreicht. Bei einer tragbaren Maschine scheidet dieser Weg aus zwei besonders wichtigen Gründen aus:

erstens wird dadurch das Gewicht der Maschine nicht unbeträchtlich erhöht, und

zweitens steigt im gleichen Maße mit dem Erhöhen des Rotations-Trägheitsmomentes die benötigte Nachstellkraft. Der Ausweg, diese angreifenden Kräfte durch den elektronischen Regelkreis zu kompensieren, scheitert an der dazu notwendigen Energie, der Größe und Wärmeentwicklung der Endstufen bzw. Motore. Hinzu kommt das nicht zu vernachlässigende Problem der Lagerbelastung rotierender Teile mit großen Trägheitsmomenten durch auftretende Kreiselmomente.

Im Videorecorder VCR 601 wurde daher ein anderer Weg beschritten: Nicht nur aus Gewichtsgründen, sondern auch wegen der oben gezeigten Punkte wurde das Trägheitsmoment der Wickeleinheit, der Wickelmotore, des aus funktionellen Gründen notwendigen Kopfrades und der Capstan-Welle bzw. des Capstan-Motors möglichst gering gehalten.

Zusammengefaßt muß das Servo-Konzept im Laufwerk und in der Elektronik des professionellen Videorecorders VCR 601 die nachfolgend aufgezählten Anforderungen erfüllen.

Wegen des Einsatzes als tragbare Maschine

- geringe Trägheitsmomente und Lageunabhängigkeit der Geber, der Motore und der Mechanik
- möglichst geringer Stromverbrauch
- kompakte Servoschaltungen

Und als professionelle Maschine

- guter Gleichlauf
- geringer Zeitfehler
- gleichmäßiger Bandzug unter allen Bedingungen

- möglichst wenig Abgleichvorgänge
- garantierte Langzeitwerte der techn. Daten.

Einige der Forderungen sind ausgesprochen gegensätzlich und lassen sich nicht gleichzeitig in jedem Punkt optimal erfüllen. Sollen z. B. gute Gleichlaufeigenschaften und ein kleiner Zeitfehler ohne große umlaufende Massen erreicht werden, so muß dies mit entsprechendem Aufwand an elektronischen Schaltungen erkaufte werden. Doch auch hier kann der Aufwand wegen des Platzbedarfs und des Stromverbrauchs nicht beliebig gesteigert werden. Besonders auf die Preiswürdigkeit der einzelnen Maßnahmen muß geachtet werden.

Das Konzept hat für den Service-Techniker übersichtlich zu bleiben, und es ist ihm ein servicefreundliches Gerät in die Hand zu geben.

Der Bandservo

Der Bandservo enthält einen Capstan-Antrieb mit Ankopplung des Motors über einen Mylar-Riemen. Abgesehen vom Antriebsriemenrad ist auf der Capstanwelle keine Schwungmasse vorgesehen. Die optische Abtastscheibe als Referenzelement für die Drehzahl und der eisenlose Glockenanker des Capstan-Motors sind die einzigen Trägheitsmomente auf der Motorseite. Das fehlende Trägheitsmoment wird hier nur durch eine genaue, schnelle Regelung und den hochauflösenden Geber für die Motorwellendrehzahl sowie durch den schneller laufenden Capstan-Motor ersetzt. Der Optogeber mit der Präzisionsabtastscheibe, die beim Kopfservo noch genauer beschrieben wird, dient als Istwertgeber beim Frequenzregelkreis. Bei normaler Aufnahme läuft dieser Frequenzregelkreis mit fester Abtastfrequenz und freier Phasenlage. Bei Wiedergabe wird die Frequenz des Frequenzregelkreises durch einen vorgeschalteten Phasenregelkreis nachgesteuert. Dieser Phasenregelkreis vergleicht die Phasenlage des wiedergegebenen Synchronimpulses mit der Soll-Lage des Taktgebers für den Kopfservo. Der Synchronimpuls - das Ist-Signal - wird vom Synchronkopf im feststehenden Trommeloberteil gelesen. Die zeitliche Lage des Synchronimpulses ist daher eine Referenz für die geometrische Lage der Videospuren gegenüber den abtastenden oder schreibenden Videoköpfen auf dem Kopf-

rad. Bei Eigenwiedergabe des professionellen Videorecorders VCR 601 stellt der Bandservo über den Capstan-Antrieb auf diese Weise eine feste Phasenbeziehung zwischen den rotierenden Videoköpfen und den vom Capstan-Antrieb an ihnen vorbeigeführten Videospuren her. Für den Bandaustausch sind im VCR-System große Toleranzen zwischen der Lage des Synchronimpulses und den Videospuren auf dem Videoband zugelassen. Daher wird bei Fremdwiedergabe der Maschine bzw. bei Bandaustausch eine feste Phasenverschiebung für den Synchronimpuls gegenüber dem Referenztaktgeber mit dem Tracking-Regler eingestellt.

Bei Standbild wird der Capstan-Antrieb angehalten und gleichzeitig das Videoband im Auslaufbereich an der Trommel durch den Standbildmagneten etwas angehoben. Die Steigung der Videospuren wird dadurch scheinbar vergrößert. So ist es möglich, den fehlenden Vorschub des Videobandes beim Abtasten durch die Videoköpfe zu kompensieren. Das Ergebnis ist ein nahezu störzonenfreies Standbild. Solange während der Funktion „Standbild“ auf die Standbildtaste gedrückt wird, wird die Capstan-Welle mit herabgesetzter, aber geregelter Geschwindigkeit bewegt.

Die Geschwindigkeit der dadurch entstehenden Zeitlupe kann an einem Drehknopf an der Frontplatte eingestellt werden.

Zur Verbesserung der Standbildwiedergabe läuft der Kopfservo mit um ca. 1,9 Prozent herabgesetzter Drehzahl. Das wiedergegebene Videosignal besitzt durch diese Maßnahme die genaue Zeilenfrequenz 15 625 Hz, aber eine etwas zu niedrige Bildfolgefrequenz. Diese Maßnahme gleicht bei Standbild und Zeitlupe auf dem Monitor des Anwenders einen scheinbaren Laufzeitfehler des Chrominanzsignals aus. D. h., Luminanz- und Chrominanzsignal werden auch bei Standbild bzw. Zeitlupe auf dem Monitor deckungsgleich dargestellt. Diese Schaltung bedingt, daß beim Übergang von Standbild bzw. Zeitlupe nach Wiedergabe oder umgekehrt stets der Kopfservo um- und neu einphasen muß. Dieses würde, besonders beim ENG-Betrieb in Verbindung mit dem automatischen Schnitt, eine längere Hochlaufzeit der Servos erfordern. Da der Kamera-Repetierbetrieb bzw. der automatische Schnitt bei EB-Be-

trieb nur in Verbindung mit Assemble-Schnitt verwendet wird, wird die Korrektur der Kopfradgeschwindigkeit in Standbild und Zeitlupe nur bei Schnitt – Aus, d. h. in Schalterstellung Normalaufnahme, durchgeführt. In der Stellung Assemble bzw. Insert-Schnitt erfolgen die Standbild- und Zeitlupenwiedergabe mit normaler Kopfradgeschwindigkeit.

Kopfservo

Der professionelle Videorecorder VCR 601 besitzt ein stehendes Kopftrommeloberteil. Dieses Kopftrommeloberteil hat unter anderem den besonderen Vorzug, daß das Kopfrad nur über den Kopfspiegel der Video-u. Löschköpfe das Band berührt. Der für ein drehendes Kopfradoberteil notwendige, einem Hohlzylinder ähnliche hohe Rand des Kopfrades entfällt. Die wesentlich geringeren Reibungskräfte zwischen dem Videoband und den Videoköpfen sowie das geringere Trägheitsmoment des Kopfrades ermöglichen es, mit einem nur schwachen Grundantriebsmoment das Kopfrad anzutreiben und die ganze Leistungsreserve des Kopfservomotors zur Kompensation der vergleichsweise kleinen Kräfte am Kopfrad bei bewegter Maschine einzusetzen.

Die Soll-Drehzahl und Soll-Phasenlage des Kopfrades wird durch einen eigenen Taktgeber festgelegt. Ein an dem Videorecorder VCR 601 angeschlossenes (FBA)S-Signal synchronisiert über einen Hilfsteiler einen aus der Fernsehtechnik bekannten Horizontalbaustein. Dieser Baustein, der Synchronimpulsabtrennschaltungen, eine zweistufige Phasenmeßschaltung und einen separat herausgeführten VCO enthält, übernimmt mehrere Aufgaben im Referenztaktgeber für den Kopfservo. Durch das Schwungradprinzip und seine integrierte Störaustattung werden alle Störungen, die dem äußeren FBAS-Signal überlagert sind, wirksam unterdrückt. Bei nicht angelegtem äußeren FBAS-Signal übernimmt der eingebaute VCO, freiliegend, die Funktion des Frequenzgebers.

Eine dem VCO nachgeschaltete Teilerkette liefert alle Frequenzen, die für die Kopfradsteuerung und den Bandservo benötigt werden, nämlich:

Zeilenfrequenz	15 625 Hz
Tachofrequenz	3 125 Hz
Bildfrequenz	25 Hz

und über eine Umschaltung bei Standbild ca. 24,5 Hz.

Der V-Impuls des extern angelegten FBAS-Signals synchronisiert den Teiler des Taktgebers durch einen vom Horizontalbaustein abgetrennten Rücksetzimpuls.

Der Regler des Kopfservoregelkreises ist dreistufig aufgebaut.

Bei Aufnahme und Wiedergabe:
V-Mode
Tacho-Mode
und nur bei Wiedergabe:
H-Mode

Die Betriebsart V-Mode wird vorwiegend zum Hochfahren des Kopfservos aus dem Stillstand und zum Einphasen und Positionieren des Kopfrades gegenüber dem Sollsignal 25 Hz des Referenztaktgebers eingesetzt. Bei Aufnahmesignalen, die nicht dem CCIR-Standard entsprechen, z. B. bei Signalen, bei denen keine H- und V-Verkopplung vorliegt, wird die Aufnahme dadurch ermöglicht, daß der Schalter CCIR-Standard/CCIR auf der Rückseite des Gerätes auf „Nein“ geschaltet wird und somit das Gerät nur im V-Mode arbeitet.

Bei normalen Fernsehsignalen schaltet eine Phasenfehler-Prüfschaltung bei Unterschreiten eines Grenzwertes für den Phasenfehler des Kopfrades gegenüber dem Referenztakt vom V-Mode auf den Tacho-Mode um. Im Tacho-Mode wird als Istwertgeber für die Kopfradposition nicht die äußere Geberteilung eines optischen Gebers (Bild 20) auf der Kopfradwelle, sondern die 125-Strich-Teilung seines inneren Ringes verwendet. Um die unvermeidbaren Abweichungen der äußeren zur inneren Teilung des Optogebers zu eliminieren, wird in der elektronischen Aufbereitung das Signal der äußeren Teilung mit dem Signal der inneren, genaueren Teilung flankenverkopelt.

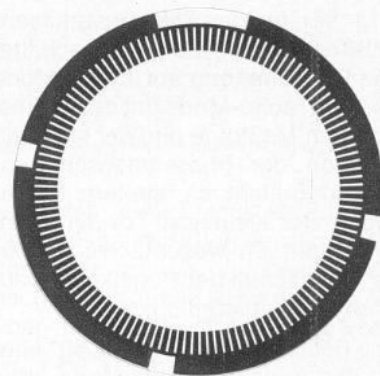


Bild 20 zeigt einen Optoabtaster, wie er als Istwertgeber für den Kopfservo und den Bandservo verwendet wird (M 1:1)

Der Bandservo verwendet für den Frequenzregelkreis nur die 125-Strich-Teilung des inneren Ringes. Der erwähnte Optogeber ist ein Präzisionsteil, dessen innere Teilung die genaue Ist-Kopfradposition besonders exakt wiedergibt. Mit Hilfe dieser inneren Teilung ist es möglich, auf geringste Abweichungen der Kopfradposition unmittelbar mit großer Regelsteilheit zu reagieren. Die Verhältnisse sollen in Bild 21 schematisch dargestellt werden.

Aus diesem Bild ist zu erkennen, daß die Ausgangsspannung der Phasenmeßschaltungen des Kopfservos um so größer werden, je größer die Abweichung der Kopfrad-Soll- von der Kopfrad-Ist-Position wird. Die verhältnismäßig geringe Reaktion der V-Mode-Phasenmeßschaltung deutet schon an, daß in diesem Regelkreis nur „normale“ Restabweichungen erreicht werden können. Die große Tot-Zeit dieses Reglers wegen der geringen Meßhäufigkeit verbietet einen steilen Regler. Die Domänen dieses Regelkreises sind das rasche Hochlaufen und eine möglichst kurze Umphaszeit zum Tacho-Mode.

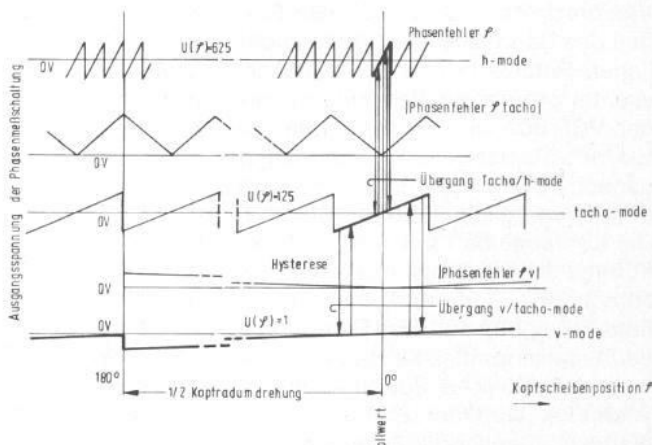
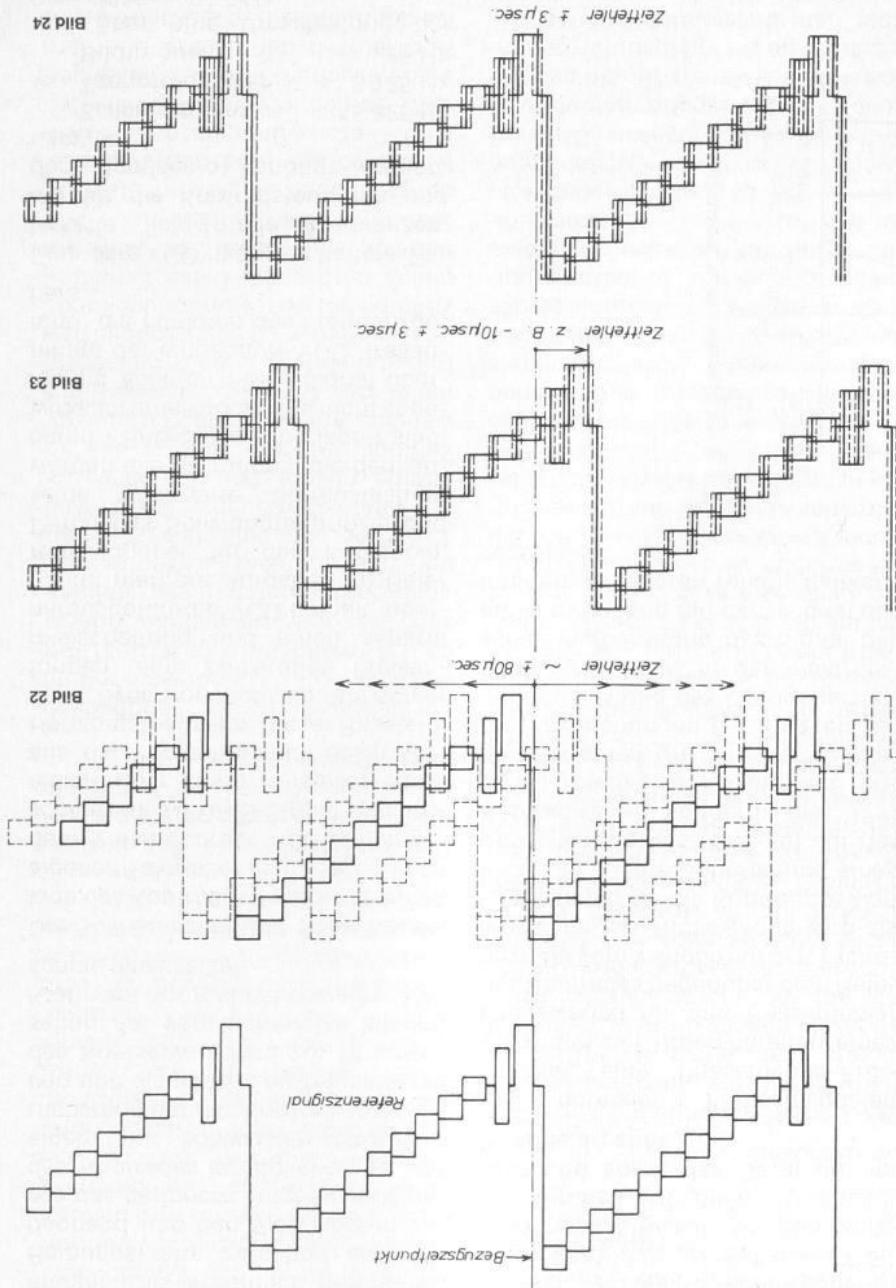


Bild 21 Darstellung des Verhaltens der drei Reglerstufen des Kopfservos



dem das Wiedergabesignal eines konventionellen Videorecorders gegenüber einem extern angelegten Videosignal gezeigt wird. Der Oszillograf triggert dabei auf das externe Synchronsignal an der Videoeingangsbuchse, das in allen Bildern vom oberen Strahl dargestellt wird. Das Bild 23 zeigt die gleiche Messung beim professionellen Videorecorder VCR 601 in Tacho-Mode. Man sieht den bereits vergleichsweise ruhigen Stand des Wiedergabesignals. Dazu ist zu bemerken, daß je nach Tracking-Einstellung ein Grundzeitfehler hinzudiert werden muß. Bild 24 zeigt die gleiche Messung wie Bild 23, jedoch im H-Mode. Zu erkennen ist der außerordentlich kleine Streubereich des Zeitfehlers und das völlige Fehlen des Grundzeitfehlers.

Im VCR-Standard sind große Toleranzen für die Lage des V-Impulses auf der Videospur zugelassen. Zwar wurden diese Toleranzen für den professionellen Videorecorder stark eingengt, dennoch ist es notwendig, bei Schnitt und im Bandaustausch, wenn es auf kleinste Zeitfehler ankommt, die V-Phase einzustellen. Dies geschieht ähnlich der Tracking-Einstellung. Das Gerät wird für Assemblie- oder Insert-Schnitt vorbereitet und das Instrument aufreitet und das Instrument auf V-Phase geschaltet. Bei Eigenwiedergabe zeigt es im Tacho- und H-Mode keinen Ausschlag. Bei Bandaustausch wird mit dem V-Phasensengler auf Nullausschlag eingeregelt. Die Anzeige bewegt sich dabei in Sprüngen zu $\frac{1}{2}$ Zeile bei Tachomode und einer Zeile im H-Mode. Bei

Wird ein festgelegter Restphasenfehler unterschritten, so schaltet eine Prüfschaltung auf Tacho-Mode um. Der Tacho-Mode mit der 125mal größeren Meßfolge und der steileren Reaktion der Phasenmeßschaltung ermöglicht es, steilere Regler wegen der kleineren Tot-Zeiten zu verwenden. Ein wesentlich schnelleres Ansprechen des Regelkreises auf Störungen ist möglich.

Eine Besonderheit des VCR 601 aber ist der sogenannte H-Mode. Wie schon im Vorangegangenen angedeutet, kann kein Regelkreis eines Videorecorders ausschließlich für sich allein betrachtet werden. Bezogen auf den Kopfservo bedeutet dies, daß sich der sogenannte Zeitfehler, d. h. die Abweichung des abtastenden Videokopfes, von einer Idealsposition zu jedem Zeitpunkt aus zwei wesentlichen Komponenten zusammensetzt:

- die Position des Kopfrades und
- die Position des Videobandes.

Ein noch so perfekter Istwertgeber auf der Welle des Kopfrades ist nicht in der Lage, Fehler der Videobandposition einzubeziehen. In der Betriebsart H-Mode wird daher das von den Videoköpfen wiedergegebene und demodulierte Videosignal als Istwertgeber verwendet.

Das Wiedergabe-Videosignal wird wie das extern angelegte Referenzsignal über einen Horizontalbaustein geschickt. Der Horizontalbaustein hat dabei die Aufgabe, gestörte Teile des Wiedergabesignals herauszufiltern. Da in diesem Baustein die abgetrennten Synchronimpulse dem gleichen Bearbeitungsprozeß wie das extern angelegte Synchronsignal unterliegen, wird dieselbe Phasenverschiebung für Wiedergabe wie auch für das Referenzsignal erreicht. Die abgetrennten H-Impulse des Wiedergabesignals beinhalten jetzt die Summe aller Phasenfehler des Videorecorders, d. h. auch den Einfluß des Bandaugs, der unterschiedlichen Reibwerte und des Bandes der VCR 601 wird dieses Signal im H-Mode als Referenz verwendet und danach die Kopfradposition vom Kopfservoregler ständig optimiert. Die Kopfscheibe führt jetzt eine der Summe aller äußeren Zeitfehler entsprechende komplementäre Rotationsbewegung aus. Das Ergebnis ist der außerordentlich kleine Zeitfehler von max. $\pm 5 \mu\text{sec}$. Für den Servicetechniker wird der Einfluß des H-Modus besonders augenfällig. Bild 22 zeigt ein Oszillogramm, bei

richtiger Einstellung bleibt die Zeigerstellung beim Übergang von Tacho- nach H-Mode unverändert.

Die Schaltung des Kopfservos wurde weitgehend mit ICs aufgebaut. Ein guter Kompromiß zwischen analogen und digitalen Schaltungen wurde gefunden. Dadurch war es möglich, die Eigenschaften und die Genauigkeit des Kopfservos ohne Abgleich und Regler zu gewährleisten. Lediglich ein Regler für die Einstellung der Oszillatorfrequenz bei fehlender externer Synchronisation und einer für die Begrenzung der V-Verschiebungseinstellung waren notwendig.

Der Bandzugregler

Wie das Blockschaltbild in **Bild 25** zeigt, ist das System des Bandzugreglers für Aufnahme beim VCR 601 außerordentlich einfach.

Das Meßwerk, das zwischen dem 180°-Umlenkbolzen und dem Bandeinlauf an der Trommel sitzt, mißt den Bandzug an der günstigsten Stelle.

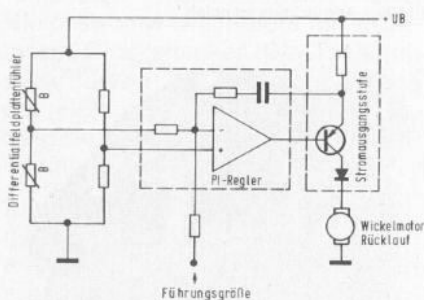


Bild 25 Blockschaltbild des Bandzugreglers für Aufnahme

Der Sollwert des Bandzugs ist an dieser Stelle für Videorecorder des VCR-Systems definiert. Reibungen von Bandführungsteilen können an diesem Meßpunkt das Ergebnis nicht mehr verfälschen.

Der Bandzugfühler lenkt über Federdruck das Videoband bei richtigem Bandzug um einen definierten Weg aus (**Bild 26**).

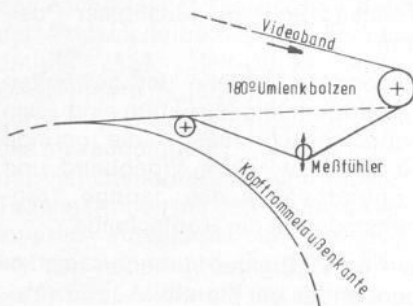


Bild 26 Anordnung des Bandzugfühlers im Kopftrommelbereich



Bild 27 Phasenlage der Zeilensynchronimpulse (H-Impulse) am Gap

Der Bandzugfühler ist Bestandteil eines Meßwerks, auf dessen Meßwerkrahmen ein Differentialfeldplattengeber angebracht ist. Er überträgt seine Bewegungen auf einen kleinen Magneten, der abhängig von seiner Position gegenüber dem Differentialfeldplattengeber dessen Leitwert verändert.

Wie **Bild 25** zeigt, sind beide Feldplatten mit zwei zusätzlichen Widerständen zu einer Brückenschaltung zusammengefaßt worden. Bei Nennbandzug der Maschine arbeitet die Brückenschaltung im abgeglichenen Zustand. Ein nachfolgender PI-Regler mit einfachen elektronischen Mitteln steuert über den abwickelnden Rücklaufmotor den Bandzug so lange nach, bis durch den Charakter des PI-Reglers praktisch kein Restfehler verbleibt. Der Bandzugfühler bewegt sich dann nur noch durch die geringfügig ungleichmäßigen Reibungen des Videobandes im Laufwerk. Um die Auswirkungen dieser Restbewegungen und der Auslenkungen des Bandzugfühlers auf die Kopfradumschlingung zu unterbinden, ist vor dem Bändeinlauf an der Trommel ein Bolzen angebracht.

In diesem System werden durch die gewählte Anordnung der Temperaturgang und die Alterung der Feldplatten weitgehend unterdrückt. Die Schaltung ist betriebsspannungsunabhängig und kann bei Wiedergabe bzw. elektronischem Schnitt leicht durch eine anzulegende Führungsgröße zu anderen Bandzugwerten verstimmt werden, ohne daß unmittelbar in den Bandzugregelkreis eingegriffen werden muß.

Bei Wiedergabe wird – abgeleitet von der Kopfradposition – die Phasenlage der H-Impulse (Zeilensynchronimpulse) vor dem Gap zu der der H-Impulse nach dem Gap gemessen (**Bild 27**).

Ein Nachlaufoszillator mit einem VCO wird während eines Halbbildes auf die Ist-Phasenlage des wiedergegebenen Videosignals synchronisiert. Kurz vor dem Gap, d. h. vor dem Übergang der Wiedergabe von Kopf 1 nach Kopf 2 bzw. umgekehrt, wird der Nachführoszillator abgetrennt und läuft frei mit konstanter Phasenlage weiter. Nach dem Gap

wird von einer Meßschaltung die Phasenlage zwischen dem Oszillator und dem neuen Videosignal des nächsten Halbbildes gemessen. Der Phasensprung wird in analoge Spannung umgewandelt, digitalisiert, digital zwischengespeichert, in ein analoges Signal zurückgewandelt und dann als Führungswert zur Nachsteuerung des Bandzugreglers verwendet. Über den Bandzugregler wird jetzt so lange der Bandzug nachgeregelt, bis der Phasensprung am Gap auf ein Minimum zurückgeht.

Beim elektronischen Schnitt wird an der Schnittstelle der Nachführungskreis am ADA-Umsetzer aufgetrennt und der letzte Wert des Sollbandzuges digital auf beliebige Zeit drifffrei gespeichert. Maschinentoleranzen z. B. unterschiedliche Trommeldurchmesser und unterschiedliche Aufnahme- bzw. Wiedergabebedingungen können durch die Variation des Bandzuges weitgehend ausgeglichen werden. Durch diesen Bandzugregler ist es möglich, bei der Wiedergabe auch im Bandaustausch einen kleinen Zeitfehler zu erreichen und die Voraussetzung für den H-Mode zu schaffen. Dadurch sind präzise elektronische Schnitte möglich, bei denen am Einstieg der Zeitfehler $< 5 \mu\text{s}$ ist.

Für stark beschädigte Bänder oder weit außerhalb der Toleranz liegende Aufnahmen sowie Aufnahmesignale, bei denen Störungen an den Zeilensynchronimpulsen vorliegen (z. B. nicht genormte Videosignale), kann bei der Wiedergabe und dem elektronischen Schnitt der Bandzug von Hand eingestellt werden.

4.5 Das Laufwerk

Der professionelle Videorecorder VCR 601 besitzt ein neues Laufwerk. Das **Bild 28** zeigt das fertig montierte Laufwerk mit allen Komponenten. Die einzelnen Servicebaugruppen zeigen die **Bilder 29–33**. Alle Bilder lassen auch den professionellen Charakter des Laufwerks, das kompakt, solide, leicht und übersichtlich ist, erkennen.

Ein hervorstechendes Konstruktionsmerkmal des neuen Lautwerks ist die Kopftrommel mit der Kopfführung und dem stehenden Kopf-trommeloberteil. Bei dem stehenden Kopftrommeloberteil ergeben sich Reibungskräfte, die der Zugkraft genau entgegengesetzt sind. Die Bandführung wird dadurch erleichtert. Zusätzlich ermöglicht das stehende Kopftrommeloberteil auch Führungselemente an der Oberseite des

Bandes bei sonst zwangloser Bandführung und im Trommelbereich einen Schreib- und Lesekopf für die Tracking-Spur in günstigster Position. Besondere Vorteile der gewählten Kopftrommelkonstruktion sind – wie schon beschrieben – die geringe Reibung zwischen Videoband und Kopfrad sowie das geringe Trägheitsmoment der Kopfscheibe. Ein geringfügiges Anheben des Videobandes bei Standbild und Zeitlupe zur wesentlichen Verbesserung der Videoqualität ermöglicht ein

Bild 32 Cassettenschacht komplett

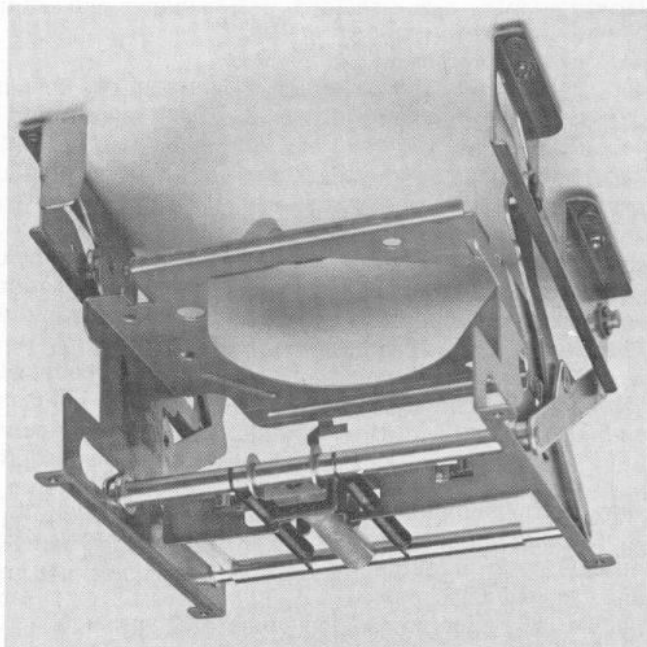


Bild 31 Capstantrieb komplett

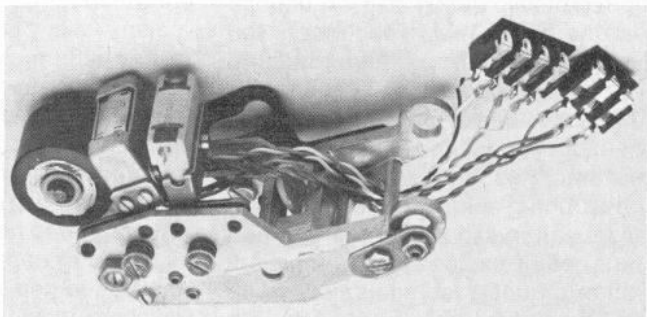


Bild 28 Montiertes Lautwerk

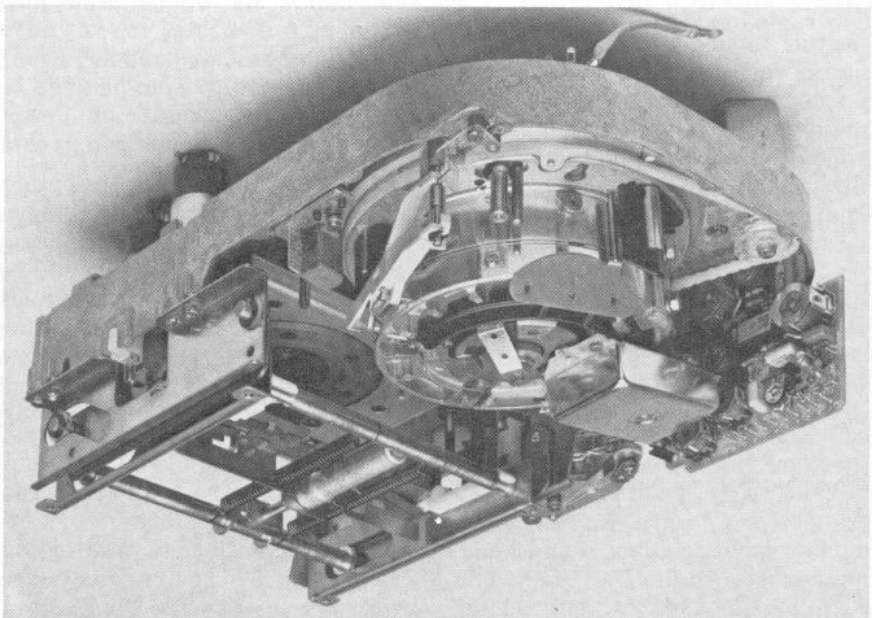


Bild 29 Trommel komplett

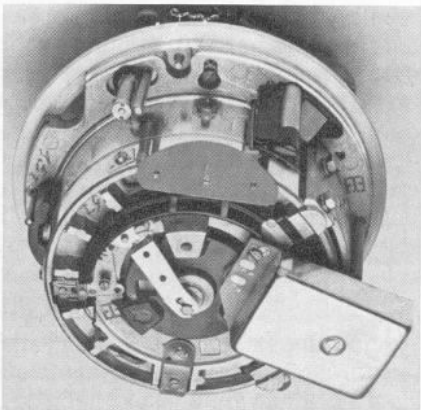


Bild 30 Druckarm komplett

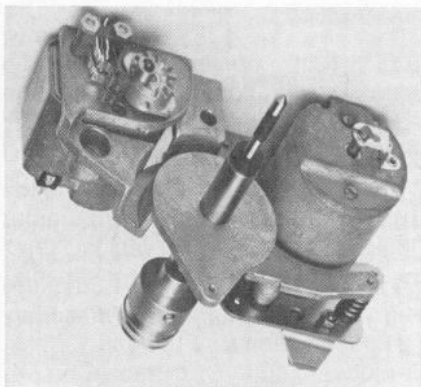
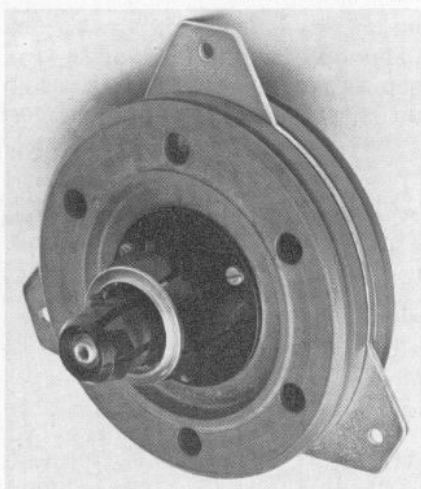


Bild 33 Wickeleinheit komplett



Bandanhebemagnet im Trommelunterteil. Die fehlende Vorschubgeschwindigkeit des Videobandes und die dadurch entstehende andere Abtaststeigung der Videoköpfe wird durch den Bandanhebemagneten annähernd ausgeglichen.

Im professionellen Videorecorder VCR 601 werden die bekannten VCR-Cassetten über einen Cassetenschacht mit Parallelogrammführung präzise senkrecht in das Laufwerk eingeführt. Ein Getriebeschwenkmotor fädelt das Band, angekoppelt über einen Zahnriemen, durch Schwenken der Trommel in das Laufwerk ein. Ein präziser Anschlag garantiert nach dem Einfädeln die Genauigkeit der Trommelposition. In dieser Stellung bleibt die Trommel bis zum Ausfädeln und automatischen Ausheben des Cassetenschachtes. Zahlreiche logische Sicherungen der Funktionsablaufsteuerung verhindern auch bei starken Störungen ein fehlerhaftes Ausheben des Cassetenschachtes.

Das Bandspannen, -bremsen und -umschalten übernehmen zwei Gleichstromwickelmotore mit eisenlosem Glockenanker. Die Tachoimpulse dieser Wickelmotore dienen der elektronischen Laufwerksteuerung zur Überwachung der Wickelvorgänge.

Die Bandandruckeinheit wird von einem eigenen Getriebemotor gesteuert. Sie ermöglicht eine automatische Bandentspannung zur Schonung des Videobandes und der Videoköpfe ohne Verzögerungen in der Aufnahme-Wiedergabe-Umspultbereitschaft.

Die Capstan-Antriebseinheit besitzt einen Gleichstrommotor mit eisenlosem Glockenanker und hohem Wirkungsgrad und einen besonders genauen Tachogeber für seinen Frequenzregelkreis. Über einen Flachriemen wird – ohne zusätzliche Schwungmasse – die Capstan-Welle angetrieben.

Auch der Kopfservo besitzt denselben Tacho-Geber. Die innere Teilung der Abtastscheibe des Tachogebers enthält 125 Hell-Dunkel-Felder. Diese innere Teilung ist **allein** maßgebend für die Regelung des Kopfrades im Tachomode. Die Verkopplung der vier Steuerimpulse des äußeren Teilungsringes mit den Impulsen des inneren entspricht den Genauigkeitsanforderungen des Servo-Konzepts. Die Anordnung der vier Impulse des äußeren Ringes wurde so gewählt, daß nach ihrer Verkopplung

mit den Impulsen des inneren Teilungsringes einerseits der Kopfservo in V-Mode auf die genaue Sollphasenlage gegenüber einem äußeren Referenzsignal einphasen kann, andererseits aber von der tatsächlichen Ist-Position der Kopfscheibe die Steuerung der rotierenden Löschköpfe beim elektronischen Schnitt und die Steuerung der H-Phasensmessung am Gap für den automatischen Bandzugregler bei Wiedergabe abgeleitet werden kann.

Beide Tachoscheiben werden von der gleichen elektronischen Schaltung abgetastet. Die gesamte Anordnung ist weitgehend staubgeschützt im Laufwerk angebracht. Die Kopfscheibe wird über einen Flachriemen von einem Gleichstrommotor mit eisenlosem Glockenanker angetrieben.

Das gesamte Laufwerk ist in die folgenden Baugruppen unterteilt:

- Aluminium-Druckguß-Chassis
- Aluminium-Druckguß-Trommel mit Kopfscheibe
- Cassetenschacht mit Parallelogrammführung und hydraulischer Dämpfung
- Bandandruckeinheit
- Capstaneinheit
- Wickeleinheit

Das Laufwerk ist sehr servicefreundlich aufgebaut. Es werden im Laufwerk nur niedrigste elektrische Leistungen verbraucht, und es treten in keiner Betriebslage nennenswerte Eigenerwärmungen auf. Eine Dreipunkt-Aufhängung des Chassis im Montagerahmen des Gerätes entlastet es weitgehend von äußeren Kräften, die am Gerät angreifen könnten.

4.6 Audio

Der Videorecorder VCR 601 besitzt zwei unabhängige Tonspuren in Hi-Fi-Qualität. Das Audio-Konzept ist auf die notwendige Flexibilität eines tragbaren Recorders abgestimmt. Für beide Tonspuren hat der Recorder sowohl Handaussteuerung als auch Aussteuerautomatik.

Jede Tonspur besitzt drei Eingangsspiegelbereiche, die bei Aussteuerautomatik gegenüber der Nennempfindlichkeit bis zu 40 dB größer angesteuert werden können. Mit Hilfe des Schalters Summe/Separat ist es möglich, die Eingangssignale beider Tonkanäle einzeln oder als Mischprodukt auf beide Tonspuren aufzuzeichnen. Für den Mikrofoneingang befindet sich eine Buchse auf der Frontseite des Gerätes. Kombiniert mit dieser Buchse ist

ein Umschalter des Line-Eingangs bzw. AV-Eingangs auf Mikrofon. Bei Kamerabetrieb wird das Mikrofon an der Kamera über einen symmetrischen Eingang am Recorder angeschlossen.

Für Kontrollzwecke ist ein Mithörverstärker mit eisenloser Endstufe und einer Ausgangsleistung von 0,7 W an 4 Ohm eingebaut. Daran kann entweder ein Lautsprecher oder an der Frontplatte ein Kopfhörer angeschlossen werden. Der Lautsprecher ist abschaltbar. Alle Audioausgänge sind kurzschlußfest.

Eine besondere Eigenschaft des professionellen Videorecorders ist, daß alle Aufnahmen, die z. B. mit der Kamera und einem Mikrofon gemacht werden, absolut lippen synchron sind.

Beide Tonspuren sind gemeinsam oder unabhängig voneinander nachvertonbar. Die Verwendung der Handaussteuerung vermeidet das Aufbrausen des Tons am Schnitteinstieg, wie er bei der Verwendung der Aussteuerautomatik auftreten würde. Der Ton am Schnitteinstieg bzw. -ausstieg (Nachvertönen) beginnt und endet knackfrei mit weichem Übergang. Der weiche Übergang wird durch den Einsatz elektronischer Schalter mit automatisch verketteter Steuerung erreicht.

Bei der Nachvertonung werden die beiden Tonspuren einzeln durch einen Löschkopf je Tonspur gelöscht. Jeder Löschkopf bezieht seine Löscheinleistung aus einem eigenen Löscheinoszillator. Zur Vermeidung von Störungen in den Tonkanälen werden beide Löscheinoszillatoren bei gleichzeitiger Nachvertonung der beiden Tonspuren synchronisiert. Der Einsatz der Löscheinoszillatoren erfolgt knackfrei durch kontinuierliches Anschwingen.

4.7 Video

Der VCR 601 ist für den elektronischen Schnitt eingerichtet. Der elektronische Schnitt ermöglicht es dem professionellen Anwender in der Betriebsart „Assemble“ stoßstellenfrei Szene an Szene zu setzen. In der Betriebsart „Insert“ ist es möglich, bereits aufgenommene Szenen zu entfernen und in den freien Raum in einem Durchgang die neue Information einzusetzen. Das Zusammensetzen der einzelnen Szenen einer Handlung kann in der Videotechnik nicht wie beim Film durch Schneiden des Films und Zusammensetzen geeigneter Filmstücke geschehen. In

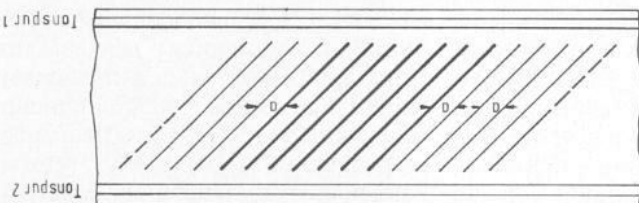


Bild 34
Elektronischer Schnitt,
am sichtbar gemachten
Spurbild dargestellt

praktisch eine Tracking-Handein-
stellung nie erforderlich.
In **Bild 35** wird ein sichtbar gemach-
tes Spurbild eines el. Schnittes ge-
zeigt, bei dem der Tracking-Steller
stark verstellt war. Würde der elek-
tronische Schnitt so ausgeführt,
wäre an den Schnittstellen bei Wie-
dergabe jeweils ein Nachstellen des
Tracking-Stellers erforderlich.

Um Fehlbedienungen vorzubeugen,
wird beim professionellen Videore-
corder VCR 601 die Stellung des
Tracking-Stellers (Festwert oder
Handeinstellung) nur beim elektroni-
schen Schnitt, nicht bei normaler
Aufnahme verwendet. Damit wird si-
chergestellt, daß alle normalen Auf-
nahmen mit fester Beziehung zwi-
schen Synchronimpuls und dem
Spurbild erstellt werden. Im VCR-Sy-
stem ist eine Videospur ca. 165 mm
lang bei einer Spurbreite von ca. 130
µm. Bei dem elektronischen Schnitt
ist es erforderlich, diese lange,
schmale Spur genau zu treffen. Das
gilt sowohl für die Lösch- als auch für
die Videoköpfe. Ein stabiles Spur-
bild, wie es der VCR 601 aufweist, ist
dabei von besonderer Wichtigkeit.

Der gleiche Spurverlauf verschiede-
ner Recorder ist Voraussetzung da-
für, daß am Schnitteinstieg das letzte
Halbbild der vorangegangenen Auf-
zeichnung und am Bildausstieg das
erste Bild der nachfolgenden Auf-
zeichnung nicht angetastet werden.
Aber neben den geometrischen Vor-
aussetzungen des Laufwerks und
den Anforderungen an Kopf- und
Band servo ist dazu auch die Einhal-
tung eines genauen Bandzugs erfor-
derlich, um bei dem elastischen
Bandmaterial eine exakte Spurlänge
einzuhalten. Bei dem elektronischen
Schnitt im professionellen Videore-
corder VCR 601 wird daher an jedem
Schnitteinstieg durch die elektroni-
sche Bandzugreglerautomatik der

Spurteilweise stehen bleibt. Eine unge-
naue Tracking-Einstellung und Rest-
fehler der Servos tun ein übriges.
Beim Pseudo-Schnitt bleiben Reste
der Farbe mit zusätzlichen Moiré-
Störungen im Luminanzkanal erhal-
ten. Um diese Störungen zu vermei-
den und mehrfache Schnitte über-
einander ausführen zu können, wur-
den im professionellen Videorecor-
der VCR 601, wie schon oben be-
schrieben, rotierende Löschköpfe
mit entsprechender Spaltbreite und
einem eigenen Löschoszillator ein-
gesetzt.

Zum stoßstellenfreien Schnitt gehört
auch die Vollbildverkopplung, d. h.,
der Schnitteinstieg erfolgt immer mit
Kopf 1 auf Spur 1, der Ausstieg mit
Kopf 2 auf Spur 2. Eine regelmäßige
Folge des ersten und zweiten Halb-
bildes entsprechend der Fernseh-
norm, d. h. der Zeilenprung, ist da-
durch sichergestellt (**Bild 34**).

Das im professionellen Videorecor-
der VCR 601 wegen des notwendi-
gen großen Tracking-Einstellbe-
reichs möglich ist, auf der Gegen-
spur zu fahren, d. h. also, die Paa-
rung von Kopf 1 mit Spur 1 und Kopf
2 mit Spur 2 zu vertauschen, kann es
in Extremfällen erforderlich sein, zur
Auffindung der richtigen Videospur-
einstellung die V-Phasen-Messung
heranzuziehen. Auf der Gegenspur
ist im H-Mode weder mit dem Trak-
king-Steller noch mit der V-Phase-
Einstellung der V-Phase-Fehler Null
erreichbar. Bei Bandaustausch mit
anderen Videorecordern VCR 601
liegt die „Gegenspur“-Einstellung
des Tracking-Stellers unmittelbar
neben der Festeinstellung. Die richti-
ge Spurpaarung (Kopf 1/Spur 1), die
„Eigenspur“, liegt bei Handeinstel-
lung etwa diagonal gegenüber der
Tracking-Festeinstellung.

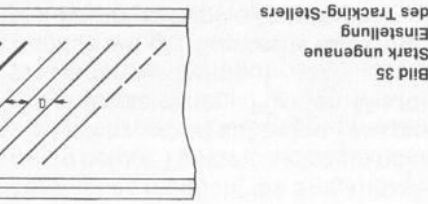


Bild 35
Stark ungenaue
Einstellung
des Tracking-Stellers

der Videotechnik und natürlich auch
in der magnetischen Videoaufzeich-
nungstechnik wird anders verfahren.
Man nutzt die Genauigkeit der vor-
handenen Servoeinrichtungen zum
elektronischen Schnitt aus. Die Elek-
tronik des Band servos ist in der
Lage, während der Wiedergabe des
Video- und Audio-Signals zusam-
men mit dem Kopfservo die Video-
spuren abzutasten. An der Schnitt-
stelle wird beim VCR 601 vollbildver-
kopelt von rotierenden Löschköp-
fen auf der Kopfscheibe Spur für
Spur herausgelöscht. Die beiden
Löschköpfe sind auf der Kopfschei-
be so angeordnet, daß diese beim
Löschvorgang jeweils vor einem Vi-
deokopf die Videospur löschen.

Die Frequenz des Löschstromes liegt
oberhalb des FM-Hubereiches und
ist so gewählt, daß möglichst geringe
Störungen im Videosignal auftreten.
Dabei muß beachtet werden, daß
niedrige Löschfrequenzen z. B. die
der Tonspur löschköpfe bzw. des
Vollspur löschkopfes wegen der we-
sentlich höheren Relativgeschwin-
digkeit der Videoköpfe nicht in den
Videobereich oder umgekehrt in den
Audiobereich übersetzt werden. Der
dem Löschkopf folgende, etwas
schmalere Videokopf schreibt auf
die freien, gelöschten Spuren neue
Videosignale.

Die Anwendung des wesentlich we-
niger aufwendigen „Pseudo-
Schnitts“ kam für den professionel-
len Videorecorder VCR 601 nicht in
Frage. Bei dem Pseudo-Schnitt
überschreiten die Videoköpfe die
vorherige Information und löschen
sie dabei nur teilweise. Die tieffre-
quenteren Anteile des auszulöschten
Signals (z. B. der Farbtträger bei
562 kHz) werden durch die im Ver-
gleich zu den verwendeten rotieren-
den Löschköpfen im VCR 601
schmalen Spalte der Videoköpfe nur
unzureichend gelöscht. Im Bandaus-
tausch treten geringfügige Schwan-
kungen der Kopfbreiten auf, so daß
ein schmalerer Kopf eine breitere

gemessene Bandzug für die Zeit des elektronischen Schnitts eingestellt. Zugleich werden aber dabei auch unterschiedliche Kopftrommeldurchmesser kompensiert.

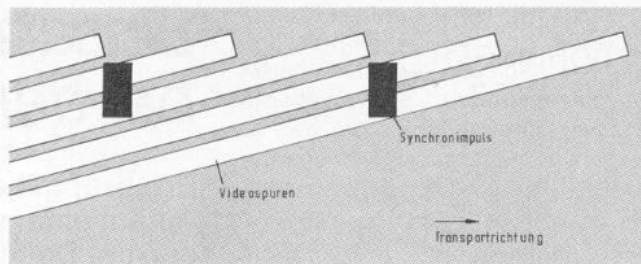
Der Synchronimpuls ist, wie **Bild 36** zeigt, im VCR-System winkellentkoppelt zwischen den Videospuren im Bereich des V-Impulses angeordnet.

Würden die Löschköpfe ohne besondere Steuerung die Videospuren ununterbrochen herauslöschten, wäre auch der Synchronimpuls stark beschädigt. Während bei der normalen Aufnahme der Synchronimpuls nach dem Schreiben der Videospuren auf das Band geschrieben wird, ist dies, während die rotierenden Löschköpfe arbeiten, beim elektronischen Schnitt nicht möglich, denn erst die Synchronspur gewährleistet über die Regelung des Bandservos, wie eine Leiter, die exakte Phasenlage des Bandes bis zum Ende des elektronischen Schnitts (ausgenommen Assemble) und dem Übergang zur alten Aufnahme. Verschärft würde dieses Problem noch, wenn mehrere elektronische Schnitte übereinander ausgeführt würden. Im professionellen Videorecorder VCR 601 wurde es dadurch gelöst, daß die Löschoszillatoren der rotierenden Löschköpfe während der Zeit, in der sie den Synchronimpuls überstreichen, ausgetastet werden.

Für diese kurze Strecke wird die darunterliegende Videoaufzeichnung nur von den Videoköpfen mit der neuen Aufzeichnung überschrieben. Der im Videoband tiefer einmagnetisierte Synchronimpuls bleibt unangetastet. Sichtbare Bildstörungen ergeben sich dadurch nicht, da diese Zone in der dunkelgetasteten Bildrücklaufperiode des Monitors liegt.

Ein direktes Ein- bzw. Ausschalten der Löschköpfe würde auf dem Videoband wegen der besonders tiefrequenten Stromanteile beim Einsatz magnetische Spikes aufzeichnen. Diese Spikes würden vom Synchronkopf des Bandservos wie Tracking-Impulse gelesen werden und zu großen Störungen des Gleichlaufs und des Spielzeitählers führen. Zur Unterdrückung dieser magnetischen Spikes auf dem Videoband wird die Löschenenergie für die rotierenden Löschköpfe im Videorecorder VCR 601 durch einen weich anschwingenden Start-Stop-Oszillator mit besonderer Anschwingcharakteristik erzeugt.

Bild 36
Spurlage des Synchronimpulses



Eine Steuerung der rotierenden Löschköpfe sowie das Auftasten des FM-Wandlers für den Einsatz der Videoköpfe am Schnittanfang und Schnittende wären als einfache Zeitsteuerung wegen der auftretenden Toleranzen und der endlichen Abweichungen der Video- und Löschkopfpositionen von einer Sollstellung zu ungenau. Im Videorecorder VCR 601 wird daher die Ansteuerung der Video- und Löschköpfe von dem schon beschriebenen Optogeber auf der Welle des Kopfrades, und zwar von der äußeren Teilung abgeleitet. Der Zeitpunkt des Aussetzens der rotierenden Löschköpfe beim Überstreichen des Synchronimpulses wird durch eine besonders genaue Verknüpfung der äußeren und inneren Teilung des Optogebers erreicht.

Im professionellen Videorecorder VCR 601 war wegen der Ausrüstung der Maschine mit dem elektronischen Schnitt erheblich mehr Aufwand im Videoteil erforderlich. Die gesamten Schaltungsgruppen für Aufnahme und Wiedergabe sind gleichzeitig erforderlich und müssen auch, um unerwünschte Einschwingvorgänge zu vermeiden, gleichzeitig im Betrieb sein. In der kurzen Zeit, die zwischen der Auslösung des elektronischen Schnitts und seiner Ausführung vergeht, ist es nicht möglich, daß sich die Arbeitspunkte aller Stufen des Videoteils z. B. auch der Impulsabtrennstufen ausreichend genau einschwingen. Das gilt sowohl für den Übergang von Wiedergabe auf Aufnahme am Schnitteinstieg und bei Übergang von Aufnahme auf Wiedergabe am Schnittausstieg.

Der VCR 601 besitzt die Möglichkeit, zwischen Aufnahme und Wiedergabe von Schwarzweiß- bzw. Farbaufnahmen umzuschalten. Zur Wiedergabe von Farbaufzeichnungen wird ein zusätzlicher Hochpaß in den FM-Kanal bei Wiedergabe eingeschaltet, um Moiré-Störungen zu unterdrücken. Die Abschaltung dieses Hochpasse bei Schwarzweiß ermöglicht eine größere Auflösung der Schwarzweiß-Wiedergabe.

Für die Wiedergabe beliebiger Videoaufzeichnungen ist es möglich, in einer dritten Schalterstellung mit automatischer Umschaltung zwischen Farbe und Schwarzweiß zu arbeiten. Zur störungsfreien Erkennung einer Farbaufnahme wird die Pal-Umschaltung des aufgezeichneten Bursts herangezogen. Da die Kennschaltung für Farbe an den Ein- und Ausstiegsstellen des elektronischen Schnitts nicht einwandfrei arbeiten kann, ist bei Ausführung von Insert- und Assembleschnitten von Hand mit Hilfe des Wahlschalters auf der Frontseite des Videorecorders VCR 601 auf Schwarzweiß oder Color zu schalten.

Erklärung der in diesem Beitrag vorkommenden Fachausdrücke und Kurzbezeichnungen:

- ADA-Umsetzer** = Analog-Digital-Analog-Umsetzer
- Assemble-Schnitt** = Stoßstellenfreies Ansetzen eines Takes an eine vorangehende Aufnahme
- CCIR** = Comité Consultatif International de Radio-Communications = Internationaler beratender Ausschuss für den Funkdienst
- CCIR-Standard** = von o. g. Ausschuss festgelegte Norm
- CMOS** = Complementary-Metall-Oxyd-Semikonduktor = P- und N-Kanal-Transistoren beinhaltender Metalloxyd-Halbleiter
- CMOS-Buffer** = Digitale Leistungsstufe in CMOS-Technologie
- Encoder** = Umsetzungsstufe von einem Code in einen anderen (meist 1 aus n in z. B. BCD, Binär o. ä.)
- EB-Betrieb** = Elektronische Berichterstattung
- ENG-Betrieb** = Electronic news gathering (siehe EB)
- H-Mode** = Kopfradregelung benützt FS-Zeilenfrequenz als Referenz, der Istwert der Kopfradposition ist das Wiedergabesignal vom Band. Abtastung 625 × je Umdrehung
- Insert-Schnitt** = stoßstellenfreies Einsetzen eines Takes in eine längere Aufnahme
- Spikes** (magnetische) = starke Durchmagnetisierung des Videobandes beim unstetigen Einsetzen der magnetischen Aufzeichnung
- Tacho-Mode** = Kopfradregelung benützt je 5 FS-Zeilen als Referenz, diese werden 125 × je Umdrehung abgetastet.
- Take** = numerierte Szene (siehe Insert bzw. Assemble)
- VCO** = Voltage controlled oscillator = spannungsgesteuerter Oszillator
- V-Impuls** = Vertikal-Ablenk-Impuls
- V-Mode** = Kopfradregelung benützt den V-Impuls als Referenz, dieser wird einmal je Umdrehung abgetastet.

Einsatz der Video-Technik bei der Arbeitsunterweisung

Erfahrungsbericht aus dem Pilotwerk (Montage) beim Anlauf einer neuen Pkw-Modellreihe im Werk Sindelfingen der Daimler-Benz AG

Der nachfolgende Beitrag zeigt auf, wie die Video-Technik zur Arbeitsunterweisung eingesetzt werden kann, und gibt für ähnlich gelagerte Fälle nützliche Anregungen zur Beratung, Planung und Ausführung.

Er wurde in den REFA-Nachrichten Heft 4/77 erstveröffentlicht, die Autoren sind Mitarbeiter der Daimler-Benz AG.

Wir bedanken uns an dieser Stelle sowohl bei der Presseabteilung der Daimler-Benz AG als auch bei der Schriftleitung der REFA-Nachrichten für die Genehmigung zum Nachdruck.

Es sei noch darauf hingewiesen, daß die zum Einsatz kommenden Geräte dem Hause GRUNDIG entstammen.

Überblick

Bereits seit 1971 konnte das Betriebliche Bildungswesen im Rahmen seiner Aufgaben Erfahrungen bezüglich des Einsatzes der Video-Technik sammeln.

Anfang 1975 fiel die Entscheidung, den Einarbeitungsprozeß der Mitarbeiter beim Anlauf einer neuen Pkw-Modellreihe mit Hilfe der Video-Technik zu unterstützen und zu beschleunigen. In der Zeit vom Januar 1975 bis Januar 1976 entstand die erforderliche Anzahl mehrsprachiger Video-Filme rechtzeitig zum Anlauf für die im Pilotwerk eingerichteten Einarbeitungsplätze.

Zahlreiche neue oder schwierige Arbeitsvorgänge waren damit durch enge Zusammenarbeit mit der Arbeitsvorbereitung, der Arbeitsführung und dem Montagewerk in technischer, arbeitsmethodischer und -pädagogischer Hinsicht optimal aufbereitet und auf Magnetband aufgezeichnet. Die Kassetten konnten nunmehr laufend zum Anlernen und Einarbeiten der Mitarbeiter eingesetzt werden.

Durch die Vorteile, die sich bei der Arbeitsunterweisung ergaben, machte sich der betriebliche Aufwand rasch bezahlt.

Aufgabenstellung und Grundsätze des Vorgehens

Es galt, folgende Ziele zu erreichen:

- Kommunikationsprobleme vereinfachen
- Anlernzeiten minimieren
- Unfallgefahren verhüten
- qualitativ hochwertige Arbeitsausführung sichern
- Ausfallzeiten, Ausschuß und Mißverständnisse vermeiden.

Als Mittel dazu bot sich eine in technischer, arbeitsmethodischer und -pädagogischer Hinsicht einwandfrei gestaltete Unterweisung an.

Für das Bildungswesen ergaben sich daraus folgende Aufgaben:

- 1) Information der Führungskräfte des Montagewerkes über die Video-Technik als Hilfsmittel für die Unterweisung.
- 2) Produktion von Video-Filmen für das Umlernen der Stammbeschäftigten und das Einlernen neuer Mitarbeiter bei schwierigen Arbeitsgängen.
- 3) Einsatz der Video-Filme im Betrieb mittels einer einfachen und auf die Erfordernisse abgestimmten Technik.

Aus der Vielzahl neuer Arbeitsabläufe wurden besonders schwierige Arbeitsvorgänge ausgewählt und nach den bereits erwähnten Grundsätzen gestaltet und verfilmt, um so ein jederzeit wiederholbares, gleichbleibendes und von der Person des Unterweisers weitgehend unabhängiges Unterweisungsmittel zu haben.

Die Gestaltung der Magnetbandaufzeichnung nach Inhalt, Methode und Technik erforderte einige grundsätzliche Überlegungen.

Inhalt der Magnetbandaufzeichnung

Der Inhalt war durch die Arbeitsfolge und durch den Arbeitsablauf der einzelnen Arbeitsvorgänge vorgegeben. Er mußte nach den Gesichtspunkten von Arbeitsumfang, Arbeitserfolg, Arbeitsgliederung und Strukturierung, Sicherheit, Praktikabilität so

dargestellt werden, daß er für deutsche und ausländische Mitarbeiter leicht erfaßbar war. Die Idee des Films sollte auf der Grundlage der arbeitswissenschaftlichen Untersuchungen von Arbeitsführung, Arbeitsvorbereitung, Montagewerk und Arbeitsschutz durch das Bildungswesen in interdisziplinärer Zusammenarbeit verwirklicht werden.

Methode

Neben den Überlegungen zum Inhalt waren die Fragen zur Darstellung und Vorgehensweise ausschlaggebend für die Gestaltung der Filme. Auch bei dem neuen Verfahren der Unterweisung mit der Video-Technik mußte man nach altbewährten Prinzipien „zeigen – sagen – üben lassen“ vorgehen.

Daher wurde für den *Filmaufbau* folgendes Schema erarbeitet:

a) *Arbeitsmittel zeigen und benennen*
Werkzeuge, Vorrichtungen, Teile, Produkt

b) *Arbeitsplatz zeigen*

c) *Arbeitsvorgang zeigen und erläutern*

in methodisch-didaktisch aufbereiteten Lernschritten. Ergänzen der Kernpunkte durch erläuternde Darstellung, zum Beispiel Wiederholungen, Einzelaufnahmen, Nahaufnahmen, Standbilder, Modell- und Schnittbilder, Grafiken, Sicherheitshinweise, Warnung vor Gefahren.

d) *Arbeitsvorgang und Arbeitsfolge im normalen Arbeitsrhythmus zeigen*

e) *Nach dem Grundsatz „Bild vor Wort“ handeln*

Die Unterweisung mußte für den Mitarbeiter verständlich sein; deshalb mußte der Text – außer in deutsch – auch klar und eindeutig in die gebräuchlichsten Muttersprachen unserer ausländischen Mitarbeiter übersetzt werden.

Video-Technik

Voraussetzung für den wiederholten erfolgreichen Einsatz der Video-Technik bei der Unterweisung ist

eine hochwertige Bild- und Tonqualität der Filme. Die Video-Filme müssen durch einfache Bedienbarkeit der Video-Geräte leicht und jederzeit einsetzbar sein. Deshalb wurden die Filme zur Wiedergabe im Betrieb auf Video-Kassetten überspielt.

Aufgrund der seit 1971 gesammelten Erfahrungen mit dem Einsatz von Video-Anlagen bei gruppenbezogenen Arbeitstechniken ergaben sich folgende Forderungen an die Video-Anlage:

- a) Für den betrieblichen Einsatz:
 - Robustheit für Aufnahme und Wiedergabe
 - kompakte Kameras und Aufnahme-geräte
 - einfache Wiedergabemöglichkeit
- b) Für das Arbeiten im Studio:
 - elektronisches Schneiden und Mischen
 - mehrspuriges Vertonen
 - Farbtüchtigkeit.

Herstellen der Video-Filme

Vorbereitende Arbeiten

Die Auswahl der darzustellenden Arbeitsvorgänge traf das Montagewerk, wobei Prioritäten festgelegt wurden.

Die von der Arbeitsvorbereitung im Fertigungsplan festgelegten Arbeitsvorgänge wurden in pädagogisch wirksame Schritte gegliedert, wobei das Video-Team die Arbeitsvorgänge zunächst selbst am Produkt unmittelbar vor Ort erlernte, um Erfahrungen zu sammeln und so Lernschwierigkeiten besser abschätzen zu können.

Diese genaue Kenntnis des Arbeitsvorganges ermöglichte es dann dem Aufnahmeteam, durch Vorausdenken während der Aufnahme mit der Kamera ständig „im Bild“ zu sein.

Selbstverständlich gehört dazu auch die

Erstellung eines Drehbuches

a) Lernschritte nach Unterweisungsgesichtspunkten im Hinblick auf Länge, Standzeiten und Wirksamkeit der einzelnen Bildfolgen festlegen.

b) Kameraeinstellung planen nach

Standort
Aufnahmerichtung
Optik und Brennweite
Beleuchtung

c) Festlegen, ob zur Überwindung der zu erwartenden Lernschwierigkeiten

Standbilder
Ausschnittaufnahmen
Nahaufnahmen
Modelle
Schnittbilder
Grafiken

notwendig sind.

Neue Erkenntnisse und Änderungen im Arbeitsablauf, die im Anlaufstadium noch möglich sind, mußten berücksichtigt und das Drehbuch dementsprechend berichtigt werden.

Nach dem Aufbau der Video-Anlage im Betrieb (**Bild 1**) wurden Mitarbeiter und Führungskräfte über den aufzunehmenden Arbeitsvorgang eingehend (**Bild 2**) informiert, so daß sie die einzelnen Arbeitsschritte drehbuchgemäß ausführen konnten.

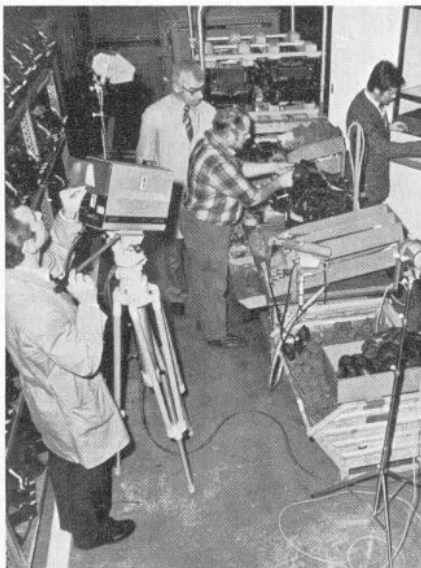


Bild 1 Enge Platzverhältnisse vom filmtechnischen Standpunkt her gesehen erfordern neben einer Optik, die einen kurzen Abstand der Kamera vom Arbeitsplatz ermöglicht, Geschick und Überlegung beim Platzieren der Kamera und beim Ausleuchten.

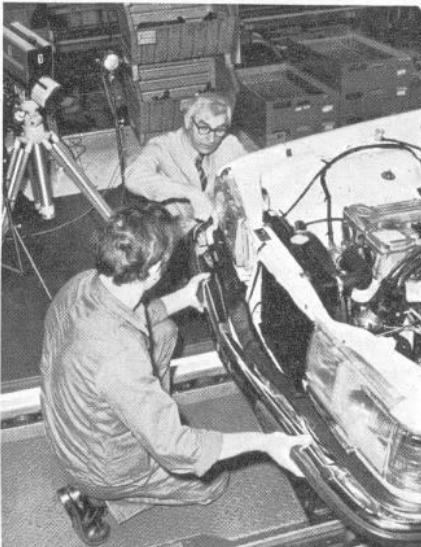


Bild 2 In den Fällen, in denen die Arbeitsmittel bandbeziehungsweise ortsgebundene Spezialwerkzeuge und Vorrichtungen sind, werden die Aufnahmen direkt am Band gemacht. Dies geschieht bei stehendem Band (Arbeitspausen, vor oder nach der Schicht).

Manchem Mitarbeiter bereitete es Schwierigkeiten, den im flüssigen Arbeitsrhythmus exakt beherrschten Arbeitsvorgang quasi abschnittsweise im „Zeitlupentempo“ vorzuführen.

Um die Wirksamkeit der Drehbucheinstellungen hinsichtlich Beleuchtung und Kameraeinstellung überprüfen zu können, waren wiederholte Probeaufnahmen nötig. Ihre Auswertung ergab dann die endgültige Aufstellung der Beleuchtung, so daß

Kontrast
Hell-Dunkel
Sichtbarkeit der Details

gut dargestellt werden konnten. Darauf folgte die für die aufzunehmende Szene notwendige Kameraeinstellung bezüglich

Standort und Blickrichtung
Bildausschnitt
Optik.

Nun konnte die erste Szene nach dem Drehbuch aufgenommen werden (**Bild 3**).



Bild 3 Aufzeichnen von Großaufnahmen. Der Regisseur zeigt dem Mitarbeiter, wie der Handgriff aufnahmetechnisch anschaulich ausgeführt werden soll. Der Kameramann beobachtet besonders Bildausschnitt und -schärfe, während der Techniker Bandspurloge und Aussteuerung reguliert.

Unmittelbar nach der Aufnahme erfolgte die Kontrolle „vor Ort“ durch Montagewerk, Arbeitsführung und Bildungswesen hinsichtlich eines sachgerechten Arbeitsablaufes und Qualität der Aufnahmen, pädagogisch bezüglich Bildinhalt, Bildausschnitt und Bildaufbau, technisch bezüglich Beleuchtung, Kontrast und Schärfe.

So konnten Mängel oder Fehler durch eine Wiederholung der Szene sofort korrigiert werden.

Den Aufnahmen des Arbeitsvorganges am Arbeitsplatz folgten Aufnahmen im Video-Studio. Dabei wurden

● verwendete Werkzeuge, Arbeitsmittel und Vorrichtungen zusammen mit den technisch/betrieblichen Bezeichnungen aufgenommen;

- die Titel der Arbeitsvorgänge angefertigt;
- Detailaufnahmen sowie Großaufnahmen zum Teil an Modellen erstellt (Bild 4);

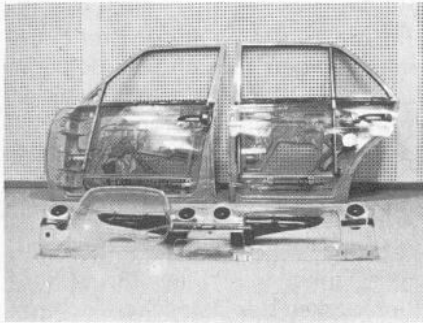


Bild 4 Zur besseren Veranschaulichung komplizierter Arbeitsabläufe werden im Studio Grafiken, Ablaufpläne, Bilder, Großaufnahmen, Dias oder Filmstreifen usw. aufgenommen und in die im Betrieb aufgezeichneten Video-Bänder eingeschnitten. Verdeckte Arbeitsvorgänge werden deutlich sichtbar und bildhaft erläutert, beispielsweise durch Schnittmodelle oder Teile aus durchsichtiger Folie, die das Wesentliche der Arbeitsvorgänge erkennbar machen.

- Grafiken, Schnittzeichnungen und Standbilder aufgenommen;
- die Rollenaufnahmen elektronisch geschnitten.

Dazu waren zwei Video-Recorder mit genau anzeigenden Bandlaufzählwerken notwendig, um die einzelnen Szenen der Rohaufnahme auf ein anderes Video-Band paßgenau zu überspielen.

Es wurden

- einzelne Folgen der Rohaufnahmen, die aus aufnahmetechnischen Gründen nicht in der Reihenfolge des Arbeitsablaufes aufgenommen worden waren, in die Reihenfolge des Arbeitsablaufes gebracht;
- überflüssige Aufnahmen herausgeschnitten;
- Titel, Detail- und Großaufnahmen, Grafiken usw. in die Arbeitsablaufreihenfolge eingeordnet;
- zu lange Szenen gekürzt (Bild 5).

Auf diese Weise entstand das vorführfertige „Mutterband“ des Arbeitsvorganges. Als nächster Schritt wurde der zu den Aufnahmen passende Text nach dem Prinzip „Bild vor Wort“ verständlich, knapp, klar, präzise, bildgerecht und leicht übersetzbar formuliert (Bild 6).



Bild 5 Im Video-Studio werden die Änderungsaufnahmen im Detail präzisiert und nachvertont.



Bild 6 Mit Hilfe eines Kontrollmonitors wird der Text auf das Video-Mutterband gesprochen.

Es kam besonders darauf an,

- im Bild nicht Erkennbares zu sagen, das heißt, schwierige oder verdeckte Arbeitsvorgänge näher zu erläutern;
- Kernpunkte zu betonen und teilweise in Form von Merksätzen herauszuheben;
- Hinweise auf Arbeitssicherheit, Qualität und Bedeutung der Arbeitsausführung zu geben.

Die richtige Wirkung der Zuordnung von Texten und Bildabschnitten ließ sich nach der abgeschlossenen Vertonung beim ersten Einsatz in der Unterweisung von Mitarbeitern testen. Es zeigte sich, daß verschiedentlich Änderungen, Ergänzungen oder Kürzungen notwendig waren.

Die endgültige Fassung der MAZ wurde dann in Griechisch, Serbokroatisch und Türkisch übersetzt und auf die zweite Tonspur des „Mutterbandes“ gesprochen und anschließend vervielfältigt (Bild 7).



Bild 7 Die fertig geschnittenen und vertonten Arbeitsabläufe werden für die Wiedergabe im Betrieb auf Kassetten überspielt.

Schwierigkeiten hatten die Dolmetscher, die den Text nach der Übersetzung auch sprachen, bei der adäquaten Übertragung von Fachausdrücken, aber auch mit ihrem eigenen Dialekt!

Einsatz im Betrieb

Bevor man das so Geschaffene im Betrieb erfolgreich einsetzen konnte, waren noch folgende Schritte erforderlich:

- Vorgesetzte und Unterweiser mußten mit der Bedienung der Video-Kassettenrecorder vertraut gemacht werden.
- Die für das Pilotwerk bestimmte Kernmannschaft mußte in die neuen Arbeitsvorgänge mit Hilfe der Video-Aufnahmen durch Führungskräfte des Montagewerkes und zeitweise durch einen Mitarbeiter des Bildungswesens eingewiesen werden.
- Die aus anderen Bereichen kommenden oder neu eingestellten Mitarbeiter in den Bereichen Karosserie-Inneneinbau und Fahrgestellmontage mußten unterwiesen werden.



Bild 8 Die Unterweisungsstationen im Pilotwerk sind in fahrbaren Schränken untergebracht, so daß der günstigste Sichtwinkel für die Unterweisung gewählt werden kann.

Die Unterweisungsstationen (Bild 8) sind ausgestattet mit jeweils

- einer Video-Anlage, bestehend aus Video-Kassettengerät, Monitor, Kassetten mit den benötigten Arbeitsgängen und Sprachen,
- einer Lehrkarosserie,
- einem Werkzeugschrank,
- einem Materialregal.

So können praktisch jederzeit Mitarbeiter mit der Video-Technik angelehrt und eingearbeitet werden.

Unterwiesen wird wie folgt:

- Der Film wird in gesamter Länge vor einem oder mehreren Mitarbeitern gleichzeitig von einem Unterweiser vorgeführt.
- Dann werden die einzelnen Lernschritte vorgeführt, beginnend mit dem Kennenlernen von Werkzeug, Vorrichtungen, der An- und Einbauteile.
- Dann wird unter Aufsicht und Anleitung des Unterweisers schrittweise geübt, bis der zu erlernende Arbeitsvorgang richtig, unfallsicher und im normalen Arbeitstempo ausgeführt werden kann (Bild 9).



Bild 9 Der Unterweiser hat den Recorder gestoppt. Er unterbricht die Unterweisung, um einen Fehler beim Üben zu korrigieren und auf Sicherheit und Qualität besonders hinzuweisen.

Erkenntnisse

Diese Art der Unterweisung zeigte folgende Vorteile:

- Der einzelne Mitarbeiter *erkennt* den Arbeitsvorgang, den Ablauf und die wichtigsten Punkte *besser* und *nimmt sie schneller auf*.
- Bei Unsicherheiten kann sich der Mitarbeiter durch wiederholte Bildwiedergabe selbst kontrollieren (**Bild 10**).
- Jeder zu unterweisende Mitarbeiter bekommt den zu erlernenden Arbeitsablauf ausschließlich in der richtigen, ständig gleichbleibenden Arbeitsfolge gezeigt.

Anmerkung der Redaktion: Die Herstellung von Unterweisungsfilmen wird wesentlich erleichtert, wenn der in diesem Heft vorgestellte Video-Recorder VCR 601 zur Erstaufzeichnung mit eingesetzt wird. Die Vielseitigkeit und die leichte Handhabung „vor Ort“ lösen manche zusätzliche Probleme.

Im Geschäftsbereich Bauteile der GRUNDIG-AG werden derzeit ebenfalls Video-Filme während der Vorserienbearbeitung gedreht, mit denen Fertigungsmeister und Vorarbeiter schon frühzeitig auf die diversen Fertigungsprobleme hingewiesen werden.

Wir berichten darüber im nächsten Heft.

- Der zeitliche Aufwand für die Unterweisung wird bei größerer Wirksamkeit verkürzt.

- Die menschlichen Fehlerquellen, vor allem diejenigen des Unterweisers oder des zu Unterweisenden, werden durch die objektive Art der Unterweisung weitgehend ausgeschaltet.

- Durch die mehrsprachige Aufzeichnung werden Verständigungsschwierigkeiten vermieden.

- Die Arbeitsausführung kann besser überwacht werden, da die Filme gleichzeitig ein Nachweis dafür sind, was und wie gelehrt wurde.

Insgesamt wurden beim Anlauf der neuen Pkw-Modellreihe rd. 1500 Mitarbeiter des Montagewerkes nach diesem Unterweisungssystem angelehrt und eingearbeitet. Dabei hat sich erwiesen, daß ein Einsatz der Video-Technik bei der Unterweisung dann vorteilhaft ist, wenn schwierige und umfangreiche Arbeitsvorgänge in kurzer Zeit von vielen Mitarbeitern auf gleiche Art und Weise erlernt werden müssen.

Damit war die Filmherstellung unserer Konzeption entsprechend abgeschlossen; allerdings wurden die auf dem Mutterband gespeicherten



Bild 10 „Eingelernte“ Mitarbeiter überzeugen sich anhand der Aufzeichnung von der Richtigkeit ihrer Arbeitsdurchführung, hier bei der Vorderachsmontage.

Filme auf Video-Kassetten überspielt, die dem rauen Praxisbetrieb besser gewachsen und einfacher zu handhaben sind.

Überspielt wird in zwei Arbeitsgängen: zunächst das Bild mit dem deutschen Text, danach die Fremdsprache auf die zweite Tonspur.

Die Aufteilung des Kassetteninhalts ergab sich einmal durch den Einsatzort der Unterweisungsstation im Montagewerk, zum anderen nach der Länge des Arbeitsablaufes. Damit konnten die Kassetten an die Unterweisungsstationen im Betrieb verteilt werden.



Ein neues Fachbuch aus dem Richard Pflaum Verlag:

Handbuch für Blitzschutz und Erdung
Dr.-Ing. Johannes Wiesinger / Dr.-Ing. Peter Hasse
1977, 160 Seiten mit 95 Abbildungen und 20 Tabellen, Kunststoff-Einband, DM 29,80, ISBN 3-7905-0273-1
Richard Pflaum Verlag KG, München

Dieses Handbuch wendet sich im wesentlichen an Ingenieure, Techniker und Meister, die sich mit der Planung und Ausführung von Blitzschutzanlagen befassen. Es ist jedoch auch für die Fachgeschäfte von Interesse, welche sich mit dem Antennenbau befassen, da Antennenanlagen in den Blitzschutz mit einbezogen werden müssen. Des weiteren werden Fachkräfte in Behörden angesprochen, die über Anforderungen an Blitzschutzanlagen zu entscheiden haben. Das Buch soll aber weiterhin Lehrende und Lernende an Berufsschulen sowie Studierende an Fachhochschulen und Universitäten mit den wissenschaftlichen Grundlagen der Blitzschutztechnik vertraut machen. Sicherlich können aber auch interessierte Laien nützliche Informationen, z.B. über den

Blitzschutz eines Wohngebäudes oder über den Schutz von Personen in den Bergen oder auf Booten, entnehmen.

In dem Buch werden Grundlagen und Methoden aufgezeigt, die zum Verständnis der heute praktizierten und in Vorschriften gefaßten Blitzschutztechnik beitragen, aber auch in die Lage versetzen sollen, unkonventionelle Blitzschutzprobleme zu lösen. Durch die immer subtilere Technik der elektrischen Energieversorgung und der elektronischen Steuer-, Meß- und Regelungsanlagen, aber auch der Haushaltsgeräte werden in zunehmendem Maße detaillierte Überspannungsschutzmaßnahmen erforderlich; die gefahrlose Ableitung des Blitzes ist deshalb nur eine Teilaufgabe.

Erdungsmaßnahmen spielen in der Blitzschutztechnik – insbesondere im Hinblick auf den Potentialausgleich – eine bedeutende Rolle. In dem Abschnitt über die Erdung werden aber auch Probleme angesprochen, die bei der Erstellung von Erdungsanlagen auch außerhalb der Blitzschutztechnik Bedeutung haben.

Bankfernsehanlage im Einsatz

1 Allgemeines:

GRUNDIG-Electronic projiziert und baut mit Erfolg Bankfernsehanlagen für Geldinstitute. Diese zweckmäßigen und rationellen Einrichtungen gehören zum Bereich des professionellen Fernsehens, auf dem GRUNDIG-Ingenieure und Techniker als Pioniere dieses Technischen Gebietes große Erfahrungen besitzen.

Bei voller Wahrung der banküblichen Sorgfalt erlauben Fernaugen-Bankanlagen eine rationelle Arbeitsweise, sie vereinfachen für Bank und Kunden die Abfertigung wesentlich in Schalterräumen und bei anderen Abfertigungsarten, z. B. Autoschaltern.

Anhand einer Anlage, die kürzlich bei der Hauptstelle der **Vereinigten Sparkassen Heilsbronn/Windsbach/Neuendettelsau** in Betrieb genommen wurde, ist nachfolgend der Arbeitsablauf an dieser Anlage beschrieben. Ebenso werden Installationshinweise und Erweiterungsvorschläge gegeben. Die Fotos wurden vom Autor in der erwähnten Sparkasse geschossen.

2 Technischer Ablauf bei der Entgegennahme von Schecks

Der Schalterbeamte legt den Scheck in das Gebertischpult ein und wählt durch Tastendruck den zuständigen Disponenten in der Buchhaltung (**Bild 1**). Gleichzeitig mit einem akustischen Signal ist dort am Bildschirm das Bild des vorgelegten Schecks sichtbar (**Bild 2**). Beim Schalterbeamten zeigt eine Lampe die ordnungsgemäß zustande gekommene Verbindung an; eine Sprechverbindung zwischen beiden Stellen wird automatisch durchgeschaltet und steht für Rückfragen zur Verfügung.

Der Disponent überprüft Unterschrift und Deckung des Schecks. Mit einem persönlichen Signierschlüssel hat der Disponent die Meldeeinrichtung bereits freigeschaltet und kann durch Tastendruck den Scheck beim Schalterbeamten mit dem Druckwerk signieren. An seinem Bildschirm kann sich der Disponent vom ordnungsgemäßen Ablauf überzeugen. Die Verbindung wird nun automatisch unterbrochen, der Schalterbeamte kann den Scheck einlösen.



Bild 1 Geber

Der Scheck wird in das Signierwerk eingelegt, und nach der Anwahl des zuständigen Disponenten wird auf dem Bildschirm des Empfängers der vorgelegte Scheck sichtbar.

Die Geberseite enthält:

- a) ein Signierwerk mit Signiertypen
- b) Lampengleichrichter mit Gehäuse und Abschirmbügel (wird benötigt, da diese Anlage mit einer Bildwechselfrequenz von 60 Hz betrieben wird. Man erhält dadurch ein flimmerfreies Bild).
- c) Bedieneinsatz Geber mit Hörer, Summer und Ruftaste ausgerüstet mit: Anwahltasten für Disponenten, Löschtaste, „Nein“-Lampe, Netzschalttaste und „Besetzt“-Anzeige mit Anwahltasten für die Disponenten.



Bild 2 Disponent bzw. übergeordnete Stelle

Der auf dem Disponentenbildschirm sichtbare Scheck wird auf Unterschrift und Datum überprüft, und es kann durch Tastendruck des Disponenten der Scheck des Schalterbeamten in der Geberseite signiert werden.

Ein Disponentenplatz besteht aus:

- a) dem Bildwiedergabegerät
- b) dem Bedieneinsatz – ausgerüstet mit: Hörer, Summer, Ruftaste, 2 Signierschlössern (eines für den Vertreter des Disponenten), 1 Signiertaste, 1 Sperrtaste NEIN, 2 Anwahltasten für übergeordnete Empfänger (**Bild 3**). Damit der Disponent einen Vorgang in Zweifelsfällen dem Vorgesetzten übermitteln kann, ist hier in diesem Fall eine Weiterschaltung auf 2 übergeordnete Empfangsstellen möglich. Diese Stellen sind ausgerüstet mit:
 - a) einem Bildwiedergabegerät
 - b) dem Bedieneinsatz, Hörer, Summer, Ruftaste, 1 Signierschloß, 1 Signiertaste

Die Betätigung der Anlage ist so verriegelt, daß die bankübliche Sorgfalt erfüllt ist.

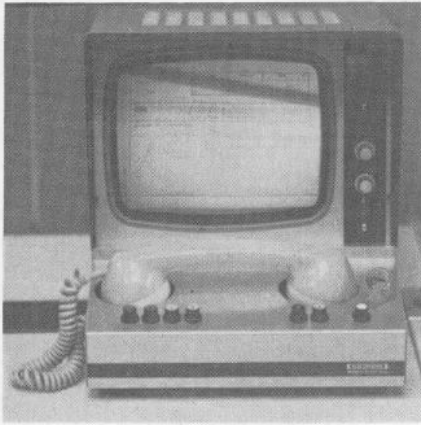


Bild 3 Bildwiedergabegerät mit Bedieneinsatz

Falls der gewünschte Disponent bereits von einem Schalterbeamten in Anspruch genommen wurde, wird dies auf allen Geberpulten angezeigt. Kann der Scheck nicht freigegeben werden, meldet der Disponent dem Schalterbeamten dies über Tastendruck, eine Signierung unterbleibt.

Die Anlage meldet dem Schalterbeamten, wenn der angewählte Buchhaltungsplatz unbesetzt ist. Ein Vertreter des Disponenten kann jedoch mit Hilfe seines eigenen Schlüssels die Bearbeitung an diesem Platz übernehmen.

Die Bedienung ist zweckmäßig und genau auf das Bank- und Kassengeschäft abgestimmt. Gegen fehlerhafte oder unbefugte Betätigung ist die Anlage so verriegelt, daß die bankübliche Sorgfaltspflicht erfüllt wird. In den Betriebspausen bleibt der Bildschirm dunkel, die Aufnahmeeinrichtung ist zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von „Betrieb“ auf „Bereitschaft“ zurückgeschaltet.

3 Aufbau der Anlage

Fernaugen-Bankanlagen bestehen aus mehreren Geberstellen, mehreren Empfangsstellen (je nach Bedarf) und einer automatischen Vermittlungszentrale.

Die Geberstellen im Schalterraum sind in zwei Ausführungen lieferbar. Für Unterflurmontage im Schalterisch steht der Bedieneinsatz-Geber zur Verfügung, der die gesamte Aufnahmeeinrichtung mit Signierwerk, Fernsprecheinrichtung sowie Bedien- und Anzeigefeld enthält. Außerdem ist ein Gebertischpult mit Fernsprecheinrichtung, Bedien- und

Anzeigefeld und für getrennte Anordnung das Signierwerk mit Aufnahmeeinrichtung erhältlich.

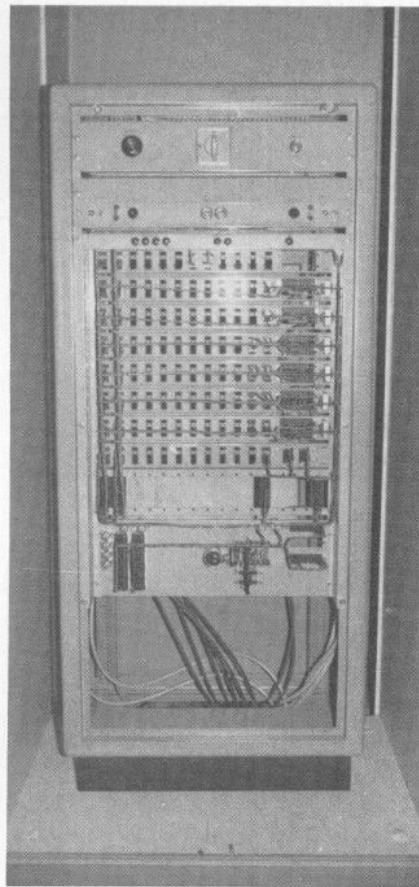


Bild 4 Zentrale der Anlage

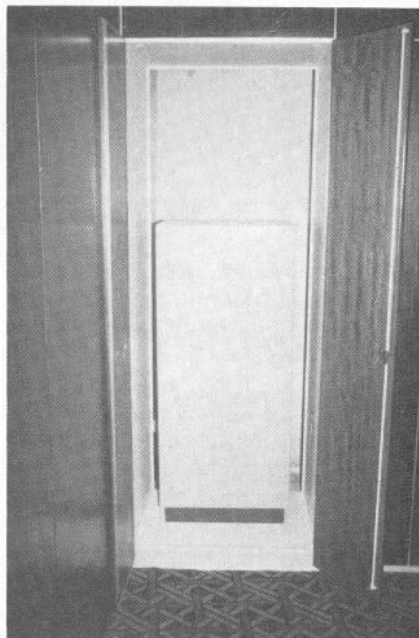


Bild 5 zeigt die Kompaktheit der Zentrale, die in einem Norm-Kleider- bzw. Aktenschrank untergebracht werden kann

Die Empfangsstellen sind ebenfalls in zwei Ausführungen erhältlich, entweder als Empfängertischpult mit

Fernsprecheinrichtung, Bedien- und Anzeigefeld und einem getrennten Bildwiedergabegerät oder als kompletter Scheckbildempfänger, der alle Funktionen in einem Gerät vereinigt.

Die gesamte Technik der GRUNDIG-Electronic-Bankfernsehanlagen ist so aufgeteilt, daß sie alle Anforderungen betriebssicher mit möglichst kleinem Aufwand erfüllt. Diese besonders wirtschaftliche Lösung führt zu niedrigen Wartungskosten der GRUNDIG-Electronic-Bankfernsehanlage und zu bemerkenswert kleinen Vermittlungszentralen (Bild 4/5).

Die Zentrale der Vereinigten Sparkassen Heilsbronn/Windsbach ist für 4 Geberstellen, 2 Disponenten und 2 übergeordnete Empfänger ausgerüstet.

Diese Kompaktzentrale (ein Bausteinprinzip) ist in DIN-Gestelleinschubtechnik aufgebaut. Zusammen mit der Stromversorgung sind die Einschübe in einem verschließbaren 19"-Geräteschrank untergebracht. Diese Gestelle können jederzeit auch in vorhandene Wandschränke integriert werden (Bild 5).

Von der Zentrale aus erfolgt die Stromversorgung für alle Geber und Disponentenstellen (Blockschaltplan Bild 6).

Ebenso sind die einzelnen Stellen mit Videokabel 0,6L/3,7 und Steuerkabel 0,6 mm² untereinander verbunden.

Für die Berechnung der Adernzahl der Steuerkabel legt man folgendes Prinzip zugrunde:

a) Anlagen mit übergeordnetem Empfänger:

Geber-Zentrale $3 \times$ Anzahl der Disponenten und Anzahl der Übergeordneten + 14
 Zentrale-Disponent $2 \times$ Anzahl der Übergeordneten + 12
 Zentrale-Übergeordnete 9

b) Anlagen ohne übergeordnete Empfänger:

Geber-Zentrale $3 \times$ Anzahl der Disponenten + 14
 Zentrale-Disponent 8

In unserem Beispiel heißt das also:

Geber-Zentrale 22 Adern
 Zentrale-Disponent 16 Adern
 Zentrale-Übergeordnet 9 Adern

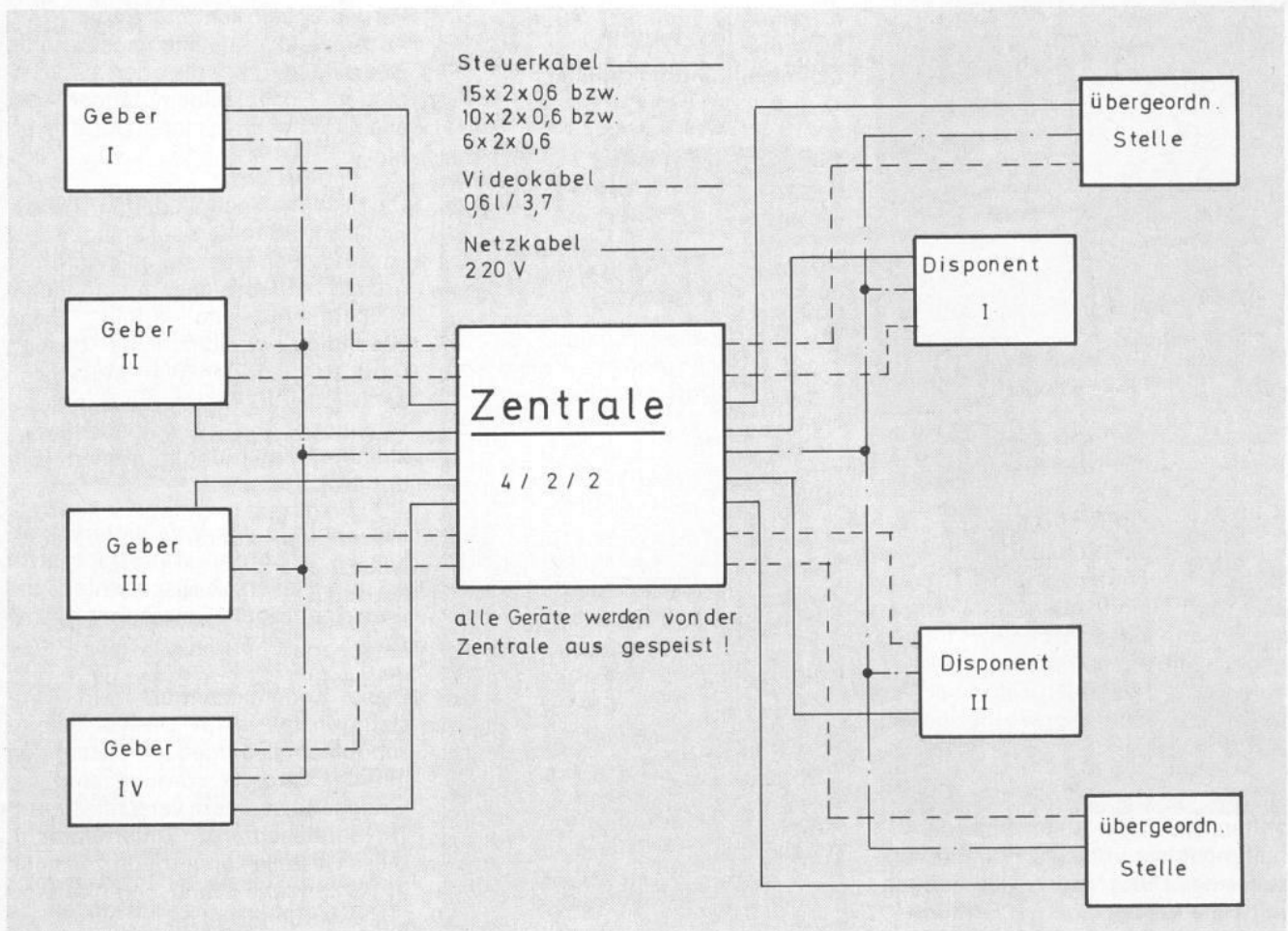


Bild 6 Blockschatplan mit Verkabelung

4 Erweiterungsmöglichkeiten:

Soweit nicht schon andere Anlagen den Personen- und Projektschutz übernehmen, können Scheckbild-Übertragungseinrichtungen auch zur Raumüberwachung herangezogen werden. Nachfolgende Aufstellung zeigt die Einsatzmöglichkeiten auf, die nach einer Erweiterung derartiger Anlagen bestehen, wobei auf anwenderspezifische Gegebenheiten Rücksicht genommen werden muß. Dazu gehören:

- Kontrolle des Publikumsverkehrs
- Überwachung des Kassenraumes
- Überwachung des Tresors
- Beobachtung von Geldtransporten innerhalb der Bank

Auf den Bildempfängern erscheint das angewählte Bild der Überwachungskameras. Kommt jedoch die Durchschaltung eines Scheckbildes, so erhält diese Vorrang. Nach Signierung des Schecks schaltet sich automatisch wieder vorheriges Bild auf.

Eine ideale Ergänzung der Sicherheitstechnik ist auch der Einsatz unserer Videoaufzeichnungsgeräte. Dadurch können Bewegungsabläufe z. B. vor oder während eines Banküberfalles festgehalten werden. Eine genaue Identifizierung des Personenkreises wird wesentlich vereinfacht.

Außerdem kann jede „Beobachtungsstation“ Alarm auslösen, ohne daß im Schalterraum etwas davon bemerkt wird.

5 Zusammenfassung

Die geringen Abmessungen und der montagefreundliche Aufbau aller Bausteine erlauben eine Installation ohne bauliche Änderungen. Die Anlagen sind im Bausteinsystem aufgebaut und können der jeweiligen Organisationsform angepaßt werden. Damit der Disponent einen Vorgang in Zweifelsfällen seinem Vorgesetzten rationell zur Entscheidung vortragen kann, sind die GRUNDIG-Electronic-Bankfernseh-anlagen auch mit einer Weiterschaltung zu mehreren übergeordneten Empfangsstellen ausrüstbar.

Zusatzeinrichtungen erlauben die Einblendung der Kontenkarte ins Bild. Die Geberstellen können mit einer Warteschaltung ausgerüstet werden, die in Funktion tritt, wenn der angewählte Disponent besetzt ist, den neuen Geschäftsfall jedoch anschließend bearbeiten soll.

Mit dem Fernaugen-Bankanlagen-system können selbstverständlich auch Scheckbilder über Straßenzüge hinweg oder in Nebengebäude übertragen werden. Dies erlaubt rationelle Zusammenarbeit mehrerer Abteilungen großer Geldinstitute. Mit einer Kassenraumbewachung zur Kontrolle des Publikumsverkehrs und als Sicherheitsmaßnahme kann die Anlage erweitert werden. Die GRUNDIG-Electronic-Bankfernseh-anlagen können auch für andere Dokumentenformulare geliefert werden. Zur Erhöhung der Bildauflösung sind Anlagen mit größerer Zeilenzahl erhältlich, ein Bildschirmflimmern bei besonders hohen Wiedergabehelligkeiten kann durch schnellere Bildwechsel (60 Hz) vermieden werden.

MOS-Handling Statische Elektrizität Halbleiterstreß mit Folgefehlern

Allgemeines

Ausgehend vom Wesen der Reibungselektrizität – die erzeugte Ladung kann nicht abfließen – und der zerstörenden Wirkung auf Halbleiter – die nicht sofort auftreten muß – gibt dieser Artikel praktische Hinweise für einen wirksamen Schutz vor elektrostatischen Auf- bzw. Entladungen, die man unter dem Begriff **MOS-Handling** zusammenfaßt.

Unter Berücksichtigung der VDE-Vorschriften werden speziell für die Reparaturwerkstatt und den mobilen Reparaturdienst Erdungsmethoden von Mensch, Reparaturobjekt und Arbeitsplatz aufgeführt, die erprobt sind und nachhaltigen Schutz vor elektrischer Aufladung durch Reibung, Bewegung und Influenz gewährleisten.

Grundlagen der Reibungselektrizität

Der heutige Stand der Kenntnisse läßt das Gebiet der elektrostatischen Ladung und die Folgeerscheinungen als Stiefkind der Ingenieur-Wissenschaften erscheinen. Zu Unrecht, denn diese Form von Elektrizität ist allgegenwärtig und schon im Altertum erkannt worden.

Reibt man einen Woll-Lappen an einem Gummistab bzw. an einem Isolator, so lädt sich der Isolator positiv auf. Die Reibung dient dazu, möglichst viele Körperflächen in enge Berührung zu bringen. Der Körper mit der größeren Dielektrizitätskonstante (ϵ) gibt Elektronen an den anderen ab, er lädt sich positiv auf.

Grund für die Entstehung dieser sogenannten Kontaktspannung – der Reibungselektrizität – ist der Unterschied in der Konzentration und Beweglichkeit der Ladungsträger an der Oberfläche der Substanzen. An den Berührflächen, die durch Reibung vergrößert werden, findet ein Ladungsaustausch statt, der im Endeffekt die eine Substanz gegen die andere elektrisch auflädt. An den Berührflächen selbst bildet sich eine elektrische Doppelschicht aus. Das sind zwei eng benachbarte Flächen

gleicher Flächenladungsdichte, aber mit entgegengesetztem Vorzeichen. Trennt man nun diese beiden Körper wieder (einer muß zumindest ein Isolator bzw. ein isoliert aufgestellter Leiter sein), so bleibt diese Flächenladung (= Kontaktspannung) erhalten und kann je nach Dielektrikum und Intensität der Reibung einige hundert bis einige tausend Volt erreichen.

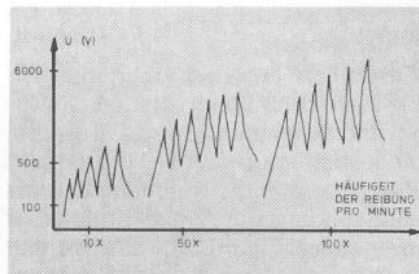


Bild 1 Reibungselektrizität in Abhängigkeit der Reibungshäufigkeit
Material: Gummi/Wolle

Das energetische Verhalten einer ruhenden elektrischen Ladung, die durch Reibung erzeugt wurde, konnte experimentell von C. A. de Coulomb an Messungen mit der elektrostatischen Drehwaage definiert werden und ist in dem Coulombschen Gesetz des elektrischen Feldes formuliert.

$$F = \frac{1}{\epsilon_r \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{Q_p \cdot Q_e}{4 \pi \cdot a^2}$$

- Q_p = Elektrizitätsmenge des Probekörpers
 Q_e = Elektrizitätsmenge der Elektrode
 $\epsilon_r \cdot \epsilon_0$ = Dielektrizitätskonstanten

Ladungen üben über den leeren Raum eine Kraft aus. Die Entfernung der Ladungen und die Materie (Dielektrikum) zwischen diesen Ladungen sind Proportionalitätsfaktoren. M. Faraday entwickelte daraus seine Vorstellungen vom elektrischen Feld und definierte es als Spannungszustand in der Umgebung einer elektri-

schen Ladung, die eine Kraftwirkung vermittelt. Physikalisch genutzt wird dieses Kraftgesetz z. B. im elektrostatischen Voltmeter (leistungslose Spannungsmessung).

Im Altertum bewegte man mit der Kraft, die von einem elektrostatischen Feld ausgeht, Holundermarkkugeln. Als Ladungsträger diente ein mit einem Wolltuch geladener Bernstein. Das griechische Wort für Bernstein: „Elektron“. Dieser Bernstein, ein Isolator, hat die gleichen Eigenschaften wie synthetische Stoffe bzw. wie alle Isolatoren.

Warum kann ein Isolator als Ladungsträger dienen, bzw. warum kann sich auf einem Isolator Ladung addieren?

In der Vorstellung moderner Physik besitzt die elektrische Ladung wie die Materie selbst eine atomistische Struktur. Die materiellen Ladungsträger, also Elektronen und Ionen, sind in manchen Stoffen frei verschiebbar. Diese Stoffe bezeichnen wir allgemein als Leiter, wobei die Leitfähigkeit (κ) eine Materialeigenschaft ist.

Bei den Nichtleitern dagegen sind diese materiellen Ladungsträger an ihren Ort gebunden. Extern aufgebrachte Ladungen bzw. Kontaktspannungen (= Flächenladungen) können nicht abfließen wie bei Leitern, sondern addieren sich zu extrem hohen Spannungen.

Erst die Entladung, d. h. ein punktuell Berühren mit einem geerdeten Gegenstand, läßt die Ladung abfließen.

Voraussetzung der Entladung: Potentialdifferenz.

Ein Sonderfall ist hierbei die Koronaentladung, d. h. eine Ionisation der Luft bei entsprechend hoher Spannung. Die Tatsache, daß elektrische Ladungen, die man auf einem Isolator aufbringt, nicht abfließen, sondern an ihren Ort gebunden sind, nutzt man im sogenannten Bandgenerator zur Erzeugung von Spannungen bis zu 1 MV (Bild 2).

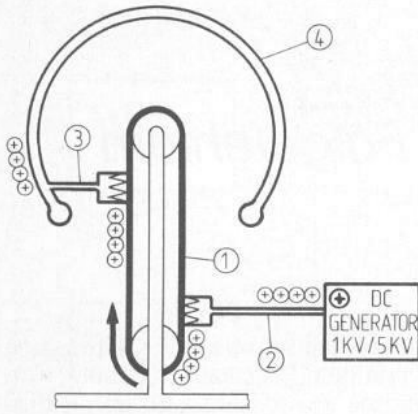


Bild 2 Bandgenerator

Das hochisolierende Gummiband ① nimmt die stetig nachgeführte Ladung über einen Metallkamm ② ab. Das angetriebene Gummiband trägt die Ladung zum Metallkamm ③, der die Ladung wieder abstreift und an die Metallkugel ④ abgibt. Die Ladung verteilt sich auf die Oberfläche der Kugel, die Innenfläche ist potentialfrei (Prinzip des Faradayschen Käfigs).

Das Spannungsmaximum solch einer Anordnung ist durch die Mechanik und die Isolationsfähigkeit der Luft begrenzt. Deswegen betreibt man diese Anlagen in extrem trockener Luft oder in Stickstoff. Genutzt wird der Bandgenerator zum Studium schwerer geladener Teilchen bei der Kernreaktion.

Der Tatsache, daß sich isolierende Körper bei Bewegung aufladen, begegnen wir täglich, wobei die Aufladefähigkeit vom Oberflächenzustand des Körpers und von der relativen Luftfeuchtigkeit signifikant abhängig ist.

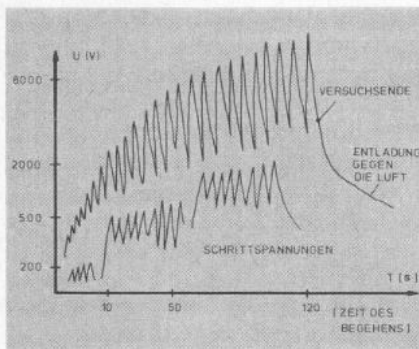


Bild 3 Aufladung beim Begehen eines synthetischen Teppichbodens relative Luftfeuchtigkeit $\leq 30\%$

Ein Beispiel aus unserem täglichen Leben ist das Aufladen beim Begehen eines synthetischen Teppichbodens. Hierbei wirken folgende Parameter:

1. relative Luftfeuchtigkeit
2. Schrittgeschwindigkeit

3. Dielektrizitätswert des Teppichbodens
4. Isolationswert des Unterbodens
5. Kontaktdruck
6. Kapazität des menschlichen Körpers

Je nach Voraussetzung sind Spannungen zu erwarten, deren Minimum bei 2000 V, deren Maximum aber bei 30 kV liegen kann.

Bewußtes oder unbewußtes Herumrutschen auf einem Stuhl mit Lackbeschichtung und entsprechender Kleidung aus synthetischem Basismaterial erzeugt Spannungen zwischen 100 V und 10 kV.

Auströmende Luft, z. B. aus Absaugdüsen von Entlöstationen, erzeugt ebenfalls über die Reibung der Luft an der Absaugdüse eine statische Spannung, deren Maximum von der Strömungsgeschwindigkeit der Luft, dem Querschnitt des Saugrohres und dessen Material abhängt.

Wesentlich bei den Überlegungen zur statischen Elektrizität ist die Kapazität des menschlichen Körpers. Diese beträgt zwischen 100 pF und 200 pF und wirkt in jedem Fall als Ladekondensator. Dieser Kondensator „Mensch“ wird entweder gemäß $U = \frac{1}{C} \cdot \int i dt$ aufgeladen oder im Rhythmus der Bewegung – es ergibt sich eine Treppenfunktion gemäß Bild 4.

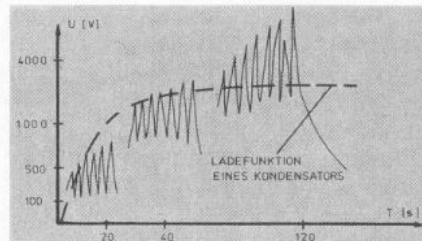


Bild 4 Aufladung bei unterbrochenem Bewegungsrhythmus

Die Entladung ist bei einem weiterhin ruhenden Körper „Mensch“ umgekehrt proportional der Ladekurve eines Kondensators, wobei die relative Luftfeuchtigkeit und der endliche Isolationswiderstand des Schuhwerkes die Entladezeit bestimmen.

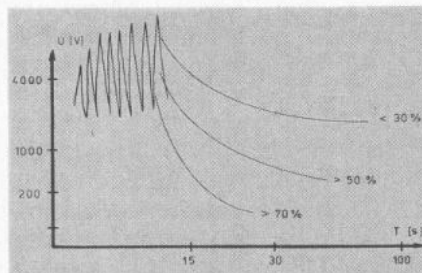


Bild 5 Entladekurven als Funktion der Luftfeuchtigkeit

Zur spontanen Entladung dieses Kondensators „Mensch“ kommt es

beim Berühren eines geerdeten Leiters bzw. eines Leiters mit entsprechendem negativem Potential (Ladungsausgleich). Die dabei freiwerdende Energie errechnet sich in $W = \frac{1}{2} C \cdot U^2$ und meldet unserem Nervensystem einen leichten unangenehmen Reiz an der Funkenstelle. Die Energie von einigen μW reicht aus, um eine Großzahl von Halbleiterfamilien so zu stressen, daß sie sofort oder alsbald als Folgefehler einer elektrostatischen Entladung ausfallen. Voraussetzung wäre der gedacht ungünstigste Fall, nämlich:

Das Berühren der Anschlüsse von Halbleitern durch statisch geladene Personen bzw. der Potentialausgleich dieser Personen über den Halbleiter. Miniaturisierung und kleinste Umschaltenergien bestimmen die heutigen Entwicklungen. Dies bedeutet aber auch, daß die elektrische Überlastbarkeit, selbst im ns-Bereich, geringer wird.

Besonders gefährdet sind Halbleiterfamilien in sog. MOS-Technik (Metall-Oxyd-Semiconductor), also einer Technik, deren aktive Teile aus einer Vielzahl von hochohmigen FET-Transistoren bestehen. Irrig ist die Meinung, daß nur MOS-Baugruppen durch statische Elektrizität gefährdet sind; richtig ist, daß alle Halbleiter sowie Netzwerke in Dickschicht und Dünnschicht-Technik durch diesen Streß Schaden nehmen. Auch die periphere Beschaltung eines bestückten Halbleiters garantiert nicht den notwendigen Schutz!

Warum sind MOS-Schaltungen besonders gefährdet?

Bei dieser Technik ist die Steuerelektrode (\triangleq Gate) von Source (\triangleq Emitter) und Drain (\triangleq Kollektor) durch eine Oxydschicht von einigen nm* nahezu ideal isoliert. Ist das Gate spannungslos, fließt zwischen Source und Drain kein Strom.

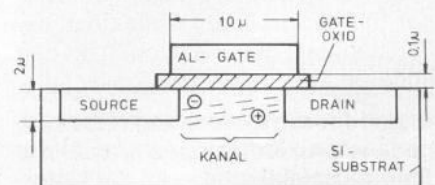


Bild 6 Querschnitt eines P-Kanal-MOS-Transistors

Erst eine negative Gatespannung läßt unter dem Gateoxyd Strom zwischen Source und Drain fließen. Diese Oxydschicht kann aber bei einer zu hohen Spannung am Gate durchbrechen, vergleichbar mit dem Durchbruch eines Kondensators. Dieser Durchbruch ist im Gegensatz

* 1 nm = 10^{-9} m

zu Folienkondensatoren nicht selbstheilend. Bei einem mittleren Eingangswiderstand der MOS-Technik von ca. $10^{10} \dots 10^{15} \Omega$ und einer Gate-Kapazität von 1,0 bis 10 pF genügt eine durchschnittliche Ladung von 200 pC ... 500 pC*, um diesen Durchbruch zu erzwingen. Die maximal zulässige Gate-Spannung beträgt ca. 70 V. Der Kondensator „Mensch“ mit z. B. 200 pF und einer Aufladung von 6000 V wäre in der Lage, spontan 1,2 μC , also das 6000fache der maximal zulässigen Gate-Ladung, abzugeben. Einen derart belasteten MOS-Halbleiter zeigt das Schlibbild in **Bild 7**.

Welcher Schutz bietet sich an?

1 Integrierte Schutzdioden (Spannungsbegrenzung)

Zunächst gibt es eine Reihe von integrierten Schutzmaßnahmen, verwirklicht durch Zener- und Flußdioden, die auf ein höheres Potential als das Eingangspotential geklemmt sind. Im Normalfall ist die Diode gesperrt, bei Überspannung klemmt sie das Eingangspotential auf das Klemmpotential, begrenzt also die Spannung auf einen noch zulässigen Wert für das Gate.

Nachteil dieser Konzepte ist, daß die statische Entladung meist schneller ist als die Ansprechzeit der Schutzschaltungen, außerdem verringert

* pC = pico-Coulomb = 10^{-12} C
C = Maß für die Ladung in A·s

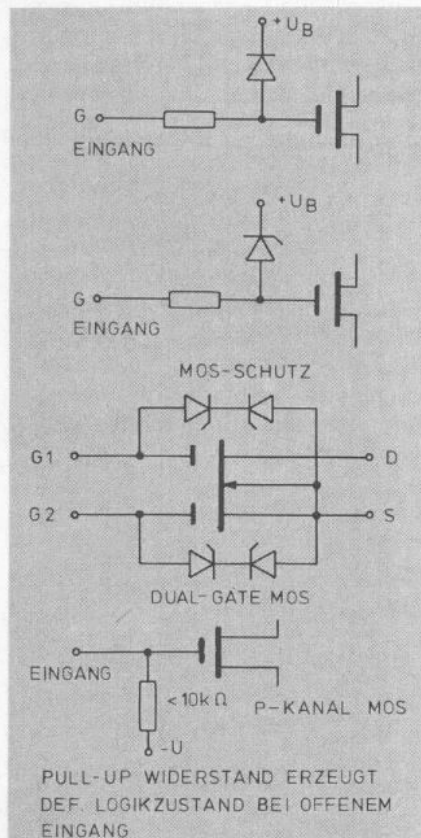


Bild 8 Schutzmaßnahmen bei MOS-Technik

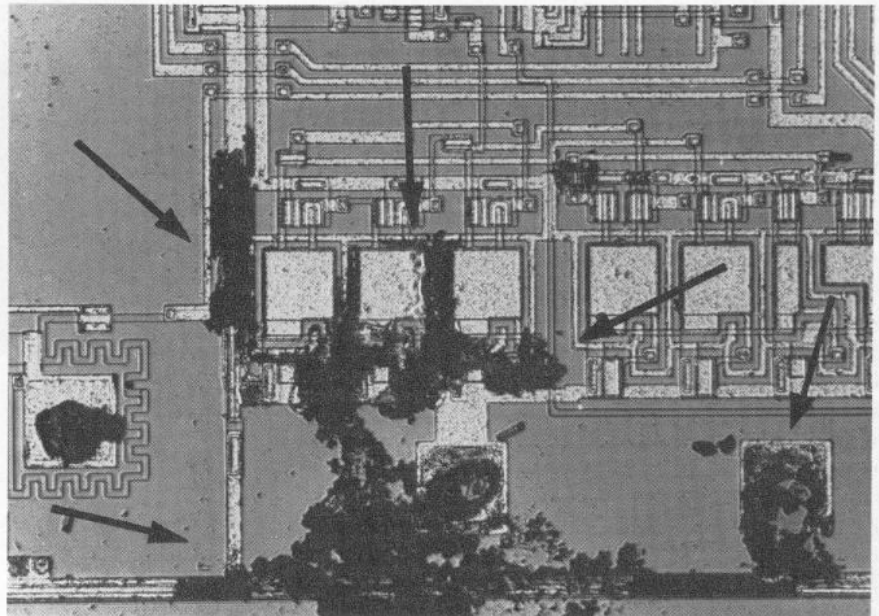


Bild 7 Schlibbild eines defekten MOS-Halbleiters

der Diodensperrstrom den sonst so ideal hochohmigen Eingangswiderstand einer MOS- bzw. FET-Schaltung.

Auch legt man in Serie zu den MOS-Eingängen Längswiderstände, die zusammen mit der Eingangskapazität einen Tiefpaß bilden. Dadurch verringert sich aber gleichzeitig die Schaltgeschwindigkeit der Stufe; deswegen findet diese Möglichkeit hauptsächlich bei langsamen MOS-Schaltungen Verwendung.

2 Transport von MOS-FET-Bauteilen

Erfolgreichsten Schutz bietet eine Handhabung – das MOS-Handling –, die elektrostatische Aufladungen minimiert. Hierzu dient besonders für den noch nicht eingelöteten Halbleiter der Transport in antistatischen oder leitenden Verpackungen, wie z. B. der sogenannte MOS-Gummi*.

* nicht identisch mit dem „Moosgummi“, der z. B. für Dichtungszwecke verwendet wird.

derstandswert zwischen 10 k Ω und 100 k Ω liegt. Ebenfalls geeignet ist eine dünne Alu-Folie.

Auf diesem MOS-Gummi können sich keine Ladungen partikulär aufbauen. Der IC wird mit den Anschlußbeinen in den MOS-Gummi gesteckt, die Pins also nahezu kurzgeschlossen. Für einzelne FET-MOS-Baugruppen genügt auch ein Kurzschlußbügel zwischen Gate, Source und Drain, der nach dem Einlöten abgezogen wird.

IC-Hersteller verwenden zum Transport von MOS-Bauteilen Schienen aus Alu bzw. antistatischem Kunststoff. Allein das Rutschen in einer statisch aufladbaren IC-Transportschiene kann z. B. bei trockener Luft Spannungen bis ca. 400 V erzeugen.

ICs niemals an den Anschlußbeinen berühren, sondern nur am Gehäuse anfassen!

Umpacken, Zählen, Sortieren von MOS-Bauteilen nur an geeigneten Arbeitsplätzen vornehmen (siehe Absatz 4.2.1).

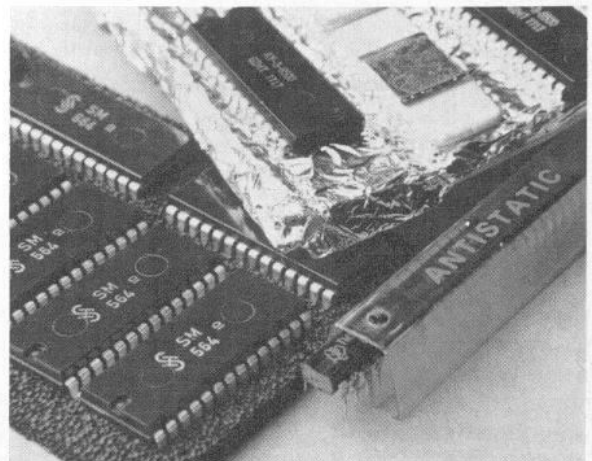


Bild 9 IC mit MOS-Transportverpackung

Arbeitsplätze, Meßgeräte, Werkzeuge usw. sind selbstverständlich nur teilen notwendig.

Spannungen zum Schutz von Bauesonen, sondern auch bei geringeren 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, Dies ist bei Spannungen über Fall über Widerstände geerdet werden. Das Meßpotential muß aber in jedem beachten.

Dies ist besonders bei Verwendung von Geräten der Schutzklasse I zu In der Praxis haben sich hier leitfähige Gummibeläge mit einem Widerstandswert von 20 bis 30 k Ω /cm² (z. B. Fa. Semperit) bestens bewährt.

Als zusätzliche Maßnahmen werden empfohlen:
- Leitender Bodenbelag, galvanisch mit Tischbelag verbunden
- Stuhl mit leitendem Sitzbelag, ebenfalls galvanisch mit Arbeitspotential verbunden
- keine kunstgewebene Kleidung wie Nylon, Perlon usw. tragen

Grund: Durch Influenz läßt sich ein in der Nähe befindlicher Isolator auf. Druckplatten und IC-Gehäuse können ebenfalls Ladung aufnehmen, wenn sie an dem Feld einer Bildröhre vorbeigeführt werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Bauaufladen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

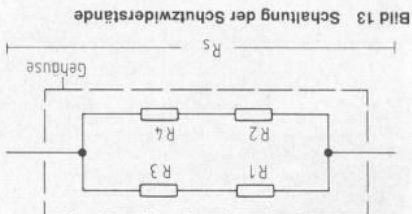


Bild 13 Schaltung der Schutzwiderstände

Würde ein Reparatur mit einer Hand die leitende Tischplatte und mit der anderen versehentlich eine Spannung von über 42 V berühren, wäre er bereits gefährdet.

Von der Berufsgenossenschaft und man Teilbereichen der Industrie bei Arbeitsspannungen bis 300 V Ableitwiderstandswerte ≥ 50 k Ω zugestanden. Die Praxis zeigt, daß hier, selbst an Plätzen mit laufenden FS-Geräten, Werte um 200 k Ω zur Ableitung der Ladung ausreichen. Es ist jedoch zwingend vorgeschrieben, diese Ableitwiderstände sowie Schutzwiderstände der Armabänder „eigensicher“ aufzubauen.

Diese aus zwei Reihen-Parallelwiderständen bestehende eigensichere Schaltung muß in ein Schutzgehäuse eingebaut sein (Bild 13).

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Optimale MOS-Schutzmaßnahmen stehen oft konträr zu den einschlägigen Sicherheitsvorschriften. Es ist daher bei direkter Erdung und bei Bemessung der Ableitwiderstände immer die höchstmögliche Berührungsspannung zu berücksichtigen.

Oberstes Gebot ist, darauf zu achten, daß auch im ungünstigsten Fall kein gefährdender Strom über den menschlichen Körper fließen kann. Eine völlig leitende (und eventuell direkt geerdete) Tischplatte bringt Teile bereits gewisse Gefahren mit sich (Herunterfallen von Spannungen usw.).

In der Praxis haben sich hier leitfähige Gummibeläge mit einem Widerstandswert von 20 bis 30 k Ω /cm² (z. B. Fa. Semperit) bestens bewährt.

Als zusätzliche Maßnahmen werden empfohlen:
- Leitender Bodenbelag, galvanisch mit Tischbelag verbunden
- Stuhl mit leitendem Sitzbelag, ebenfalls galvanisch mit Arbeitspotential verbunden
- keine kunstgewebene Kleidung wie Nylon, Perlon usw. tragen

Grund: Durch Influenz läßt sich ein in der Nähe befindlicher Isolator auf. Druckplatten und IC-Gehäuse können ebenfalls Ladung aufnehmen, wenn sie an dem Feld einer Bildröhre vorbeigeführt werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Unter Beachtung der VDE-Vorschriften und der Auflagen örtlicher Berufsgenossenschaft und Gewerbeaufsicht zu erden.

Optimale MOS-Schutzmaßnahmen stehen oft konträr zu den einschlägigen Sicherheitsvorschriften. Es ist daher bei direkter Erdung und bei Bemessung der Ableitwiderstände immer die höchstmögliche Berührungsspannung zu berücksichtigen.

Oberstes Gebot ist, darauf zu achten, daß auch im ungünstigsten Fall kein gefährdender Strom über den menschlichen Körper fließen kann. Eine völlig leitende (und eventuell direkt geerdete) Tischplatte bringt Teile bereits gewisse Gefahren mit sich (Herunterfallen von Spannungen usw.).

In der Praxis haben sich hier leitfähige Gummibeläge mit einem Widerstandswert von 20 bis 30 k Ω /cm² (z. B. Fa. Semperit) bestens bewährt.

Als zusätzliche Maßnahmen werden empfohlen:
- Leitender Bodenbelag, galvanisch mit Tischbelag verbunden
- Stuhl mit leitendem Sitzbelag, ebenfalls galvanisch mit Arbeitspotential verbunden
- keine kunstgewebene Kleidung wie Nylon, Perlon usw. tragen

Grund: Durch Influenz läßt sich ein in der Nähe befindlicher Isolator auf. Druckplatten und IC-Gehäuse können ebenfalls Ladung aufnehmen, wenn sie an dem Feld einer Bildröhre vorbeigeführt werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

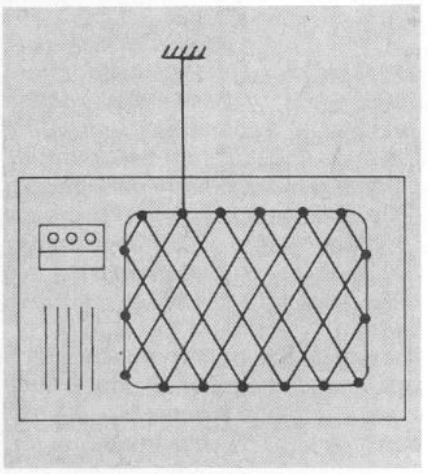


Bild 15 Erdung des Bildschirms

Unter Beachtung der VDE-Vorschriften und der Auflagen örtlicher Berufsgenossenschaft und Gewerbeaufsicht zu erden.

Optimale MOS-Schutzmaßnahmen stehen oft konträr zu den einschlägigen Sicherheitsvorschriften. Es ist daher bei direkter Erdung und bei Bemessung der Ableitwiderstände immer die höchstmögliche Berührungsspannung zu berücksichtigen.

Oberstes Gebot ist, darauf zu achten, daß auch im ungünstigsten Fall kein gefährdender Strom über den menschlichen Körper fließen kann. Eine völlig leitende (und eventuell direkt geerdete) Tischplatte bringt Teile bereits gewisse Gefahren mit sich (Herunterfallen von Spannungen usw.).

In der Praxis haben sich hier leitfähige Gummibeläge mit einem Widerstandswert von 20 bis 30 k Ω /cm² (z. B. Fa. Semperit) bestens bewährt.

Als zusätzliche Maßnahmen werden empfohlen:
- Leitender Bodenbelag, galvanisch mit Tischbelag verbunden
- Stuhl mit leitendem Sitzbelag, ebenfalls galvanisch mit Arbeitspotential verbunden
- keine kunstgewebene Kleidung wie Nylon, Perlon usw. tragen

Grund: Durch Influenz läßt sich ein in der Nähe befindlicher Isolator auf. Druckplatten und IC-Gehäuse können ebenfalls Ladung aufnehmen, wenn sie an dem Feld einer Bildröhre vorbeigeführt werden.

Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Eine Verbindung des Gehäuses mit der Meßmasse darf keinesfalls vorgenommen werden.

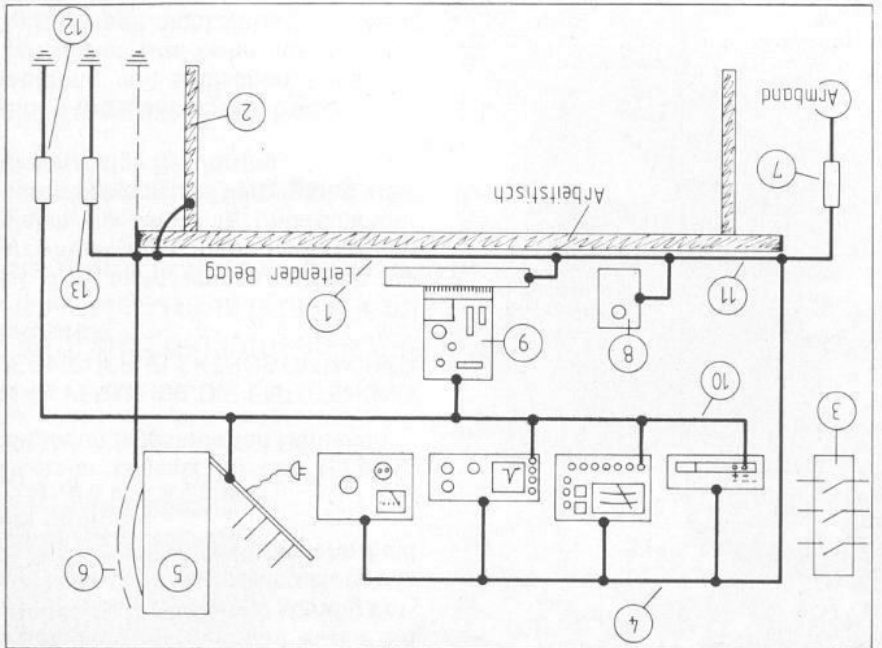
Das Meßpotential muß aber in jedem Fall über Widerstände geerdet werden. Dies ist bei Spannungen über 42 V nicht nur zum Schutz von Personen, sondern auch bei geringeren Spannungen zum Schutz von Bauelementen notwendig.

Die z. B. durch ein in den Reparaturplatz integriertes FS-Gerät erzeugte Influenz würde dieses Gesamtpotential ständig auf eine den MOS-Baufüllen.

Aus diesem Grund ist hier die Ableitung der Arbeitsmasse über einen möglichst niederohmigen Widerstand notwendig.

Falls technisch unbedingt erforderlich, haben Gewerbeaufsichtsamten und Berufsgenossenschaft für Einzelfälle auch das direkte Erden, also galvanische Verbindung der Tischplatte, Werkzeuge usw. mit Erde, allerdings die Verwendung von Meßgeräten, Netzteilen usw. der Schutzklasse 2.

Bild 14 Aufbau eines MOS-sicheren Modulareparaturplatzes (Schaltungsbeispiel für Geräte der Schutzklasse II)



- 1 Tischoberfläche mit leitfähigem Material (Nirosta, MOS-Gummi, Alu) verkleidet
- 2 Tischuntergestell aus leitendem Material, galvanisch mit der Tischplatte verbunden
- 3 Schutz des Arbeitsplatzes durch einen Fehlerstromschalter $I_{\Delta n} \geq 30$ mA (besser $I_{\Delta n} \geq 10$ mA)
- 4 Gehäuse der Netzteile, Trenntrios, Meßgeräte usw. galvanisch mit Tischplatte verbunden
- 5 FS-Geräte- und Meßgeräte-Chassis, galvanisch mit Meßmasse verbunden
- 6 Erdung der Bildröhre (Arbeitspotential)
- 7 Erdungsarrband über Schutzwiderstand mit Arbeitspotential
- 8 LötKolben und Ablage galvanisch mit Tischplatte verbunden
- 9 Reparaturmodul
- 10 Meßpotential (Meßmasse)
- 11 Arbeitspotential
- 12 Erdungswiderstand Meßmasse zu Arbeitsmasse
- 13 Erdungswiderstand Tischplatte (Arbeitspotential)

SCHUTZMASSAHMEN, DIE HEUTE EINGEFÜHRT WERDEN, SIND IN ZUKUNFT NOCH ZWINGENDER.

Jetzt vorauszusagen:
on Sapphir-)Schaltkreise, ist schon
Technologien, wie z. B. SOS-(Silicon
tegrierter Schaltungen und neuer
verbundenen Einsatz noch höher in-
fortlaufende Entwicklung, den damit
scheinen. Im Hinblick auf die rasch
spitzt oder sogar übertrieben er-
ser verschiedene Punkte als über-
Eventuell mögen dem kritischen Le-

Je nach Höhe der Aufladungen kön-
nen ebenso bipolare Einheiten be-
troffen sein. Hier liegt die kritische
Schadensspannung allerdings deut-
lich höher (ausgenommen hoch-
empfindliche Operationsverstärker).

struktiven Prozessen (Bild 17/18).
ne Chip-Metallisierungen zu de-
PN-Übergängen sowie geschmolze-
führen Gate-Oxyd-Durchbrüche in
stisch zu erhöhen. Am häufigsten
deren Ausfallwahrscheinlichkeit dra-
Bauelementen hervorzuufen und
störungen in ladungsgesteuerten
ausreichen können, um Funktions-
in der Größenordnung von ca. 100 V
dungen des menschlichen Körpers
Die Praxis zeigt, daß bereits Aufla-

sie hingegen in Sekunden ab.
Stunde erhalten. Bei 70 Prozent fließt
relativer Luftfeuchtigkeit ca. eine
de bleibt z. B. bei unter 40 Prozent
Die Ladung auf Nylon oder Azetatsei-

liegen.
keit. Sie soll nicht unter 50 Prozent
gen leistet eine hohe Luftfeuchtig-
meidung von statischen Aufladun-
Einen wesentlichen Beitrag zur Ver-

gleichzeitige Berührung.
durch galvanische Verbindung oder
gleich der Systeme untereinander
erzwingt man den Ladungsaus-
ist dies nicht immer möglich, so

LADUNG!
JEGLICHER ELEKTROSTATISCHER
MAN VERMEIDE DIE ENTSTEHUNG
mit ladungsgesteuerten Bauteilen:
Oberster Leitsatz für den Umgang

der Bildöhre.
in unserem Fall das statische Feld
äußeres Spannungsfeld ständig ent-
stehende Ladung eines Isolators, wie
Influenz nennt man die durch ein

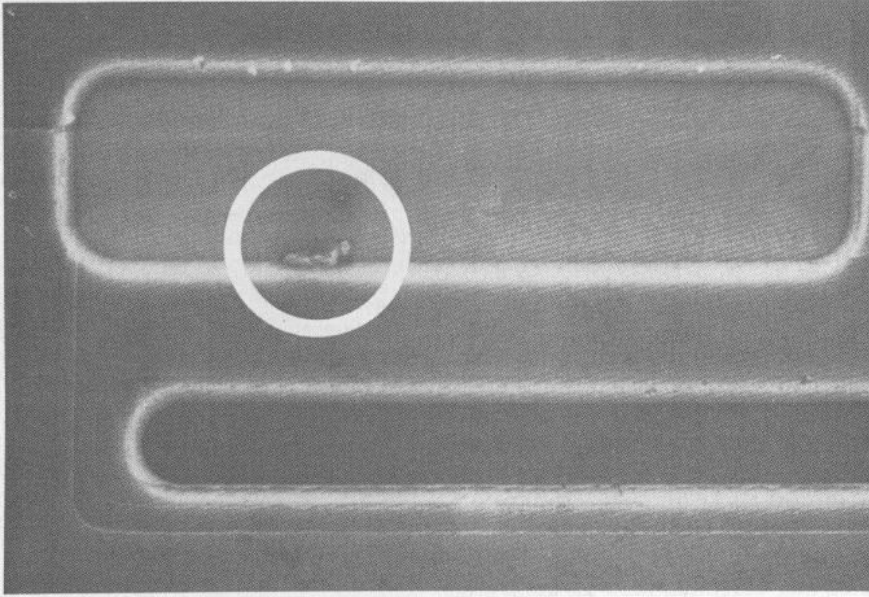


Bild 18 Durchschlagstelle einer Si-Oxidschicht zwischen Gate und Drain eines MOS-IC, verursacht durch statische Entladung. Die Aufnahme entstand über ein Rasterelektronenmikroskop nach Ätzung der Gatemetallisierung (Werkstoff Siemens).

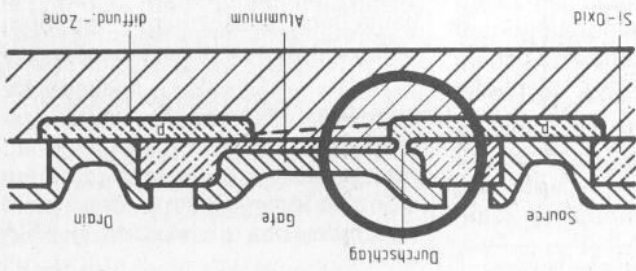


Bild 17 Schnittbild des Durchschlages



Bild 16 MOS-sicherer Modulreparaturplatz im Modulreparaturwerk der GRUNDIG AG

Aufstellung der GRUNDIG-Baugruppen, welche mit MOS-ICs bestückt sind

(Stand April 1978)



Nachfolgend sind in alphabetischer Reihenfolge die mit MOS-ICs bestückten Baugruppen aufgeführt. Bei Reparaturen an diesen Baugruppen, beim Versand zum Umtausch oder zur Einzelreparatur sind die im vorstehenden Beitrag erwähnten Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten.

Gekapselte Bausteine wie z. B. Telepilot-Geber brauchen, wenn sie zum Umtausch eingesandt werden, nicht in die PE-Tüte eingepackt zu werden.

Die aufgeführten Baugruppen sind nicht generell Module im Sinn des Modul-Austauschdienstes des GRUNDIG-Kundendienstzentrums.

Bezeichnung	wird verwendet in	Sachnummer
Ablaufsteuerung	BK 3000	27501-027.02
Ablaufsteuerung	VCR 4000	27501-045.01/.02
Baustein ViB	Super-Color 8281	29301-075.01
Electronic-Baustein 8ViB	Super-Color 8281	29301-015.21
Electronic-Uhr-Einbaumodul	Sono-Clock 21/31	59800-603.00
Electronic-Uhr-Einbaumodul	Sono-Clock 21/31/500	59800-603.01/.03/.04
Electronic-Uhr-Einbaumodul	Sono-Clock 21a/31a/150/ 250/350/500a/550	59800-607.01/.03/.04
Electronic-Uhr-Einbaumodul	EC 10	59800-612.00
Frequenzzähler	Satellit 3000	15035-200.00
Servo-Baustein	VCR 4000	27501-032.01
Spiele-Bausteine	Telespiele	29301-071.01/.02
Suchlauf-Bausteine	Super-Color-Geräte	29301-056.03/.04/.21/.22/.23
Suchlauf-Bausteine TP8	Super-Color-Geräte	29301-056.01/.11/.12/.13/.14
Suchlauf-Bausteine TP16	Super-Color-Geräte	29301-056.32
Suchlauf-Bausteine	Super-Color-Geräte	29301-045.01/.11/.13/.15
Suchlauf-Baustein VCR	BK 3000/VCR 4000	27501-022.01
Synthesizer-Bausteine	Super-Color-Geräte	29301-078.01/.02
Tele-Pilot 12	Super-Color-Geräte	29622-010.20
Tele-Pilot ViB	Super-Color 8281	29622-014.01/.21
Tele-Pilot RPC 600	RPC 600	55513-500.01
Tele-Pilot 21	Super-Color-Geräte	29622-010.30/.50
Tele-Pilot 160E	Super-Color-Geräte	29622-022.01/.11
Telepilot-12-Empfänger	Super-Color-Geräte	29301-012.21/.22
Telepilot-16-Empfänger	Super-Color-Geräte	29301-047.11
Telepilot-160-Empfänger	Super-Color-Geräte	29301-047.21
Telepilot-21-Empfänger	Super-Color-Geräte	29301-047.01
Tonwellenmotor-Regelung	TS 925/TS 945	39302-015.00
Ultraschall-Empfangsteil	RPC 600	55513-127.01
Uhr-Baustein	Super-Color-Geräte	29301-043.01
Uhr-Bausteine	Super-Color-Geräte	29301-043.11/.21
Uhr-Baustein	CNF 350	75964-035.00
Uhr-Baustein VCR	BK 3000/VCR 4000	27501-015.01

Wenn Sie Rundfunk- und
Cassetten-Stereo tragbar haben
wollen.

Und Rundfunk-Stereo
programmieren möchten.

Und Wert auf 14 Watt Leistung
legen.

Und bei Aufnahmen gern variabel
ein- und ausblenden.

Und wenn das alles beste deutsche
Wertarbeit sein soll.

Dann ist dies hier
Ihr Wunschgerät.

C 9000 VAT Stereo

Die Sicherheit
eines großen Namens.

