

# Oszillogramm-Signalspeicher **SS 01** für die Standbildwiedergabe kurzzeitiger Vorgänge

## Ein praktisches Zusatzgerät für Oszillographen

Zur Beurteilung und Auswertung von einmaligen, nicht häufig wiederholbaren Vorgängen ist es wichtig, analoge elektrische Signale beliebig speichern zu können. Nach einer kurzen Übersicht über die hierzu gebräuchlichen Verfahren wird ein Speicherprinzip mit schnell umlaufendem endlosen Magnetband beschrieben, das sich bei einer konstanten Speicherzeit von 19,5 ms für Signale von 0 bis 100 kHz eignet. Das gespeicherte Signal wiederholt sich mit der Frequenz des Bandumlaufs und kann auf einem Oszillographen als stehendes flimmerfreies Bild betrachtet werden.

### 1. Aufgabenstellung

Moderne Aufzeichnungsverfahren für analoge elektrische Signale erleichtern dem Ingenieur und Wissenschaftler die Lösung des unangenehmen Problems, einmalige oder nicht häufig wiederholbare Vorgänge beurteilen zu müssen. In den meisten vorkommenden Fällen liegen die entscheidenden Größen solcher Vorgänge in elektrischer Form vor oder lassen sich durch geeignete Wandler in eine solche Form bringen.

Das Problem ist dann darauf reduziert, einmalige oder selten auftretende Spannungen oder Spannungsänderungen zu registrieren. Zu diesem Zweck sind verschiedene Gerätearten auf dem Markt, die je nach Aufgabenstellung (zum Beispiel Frequenzbereich, Weiterverarbeitung und Archivierung des Signals) und Anschaffungs- oder Betriebskosten eine unterschiedliche Verbreitung gefunden haben.

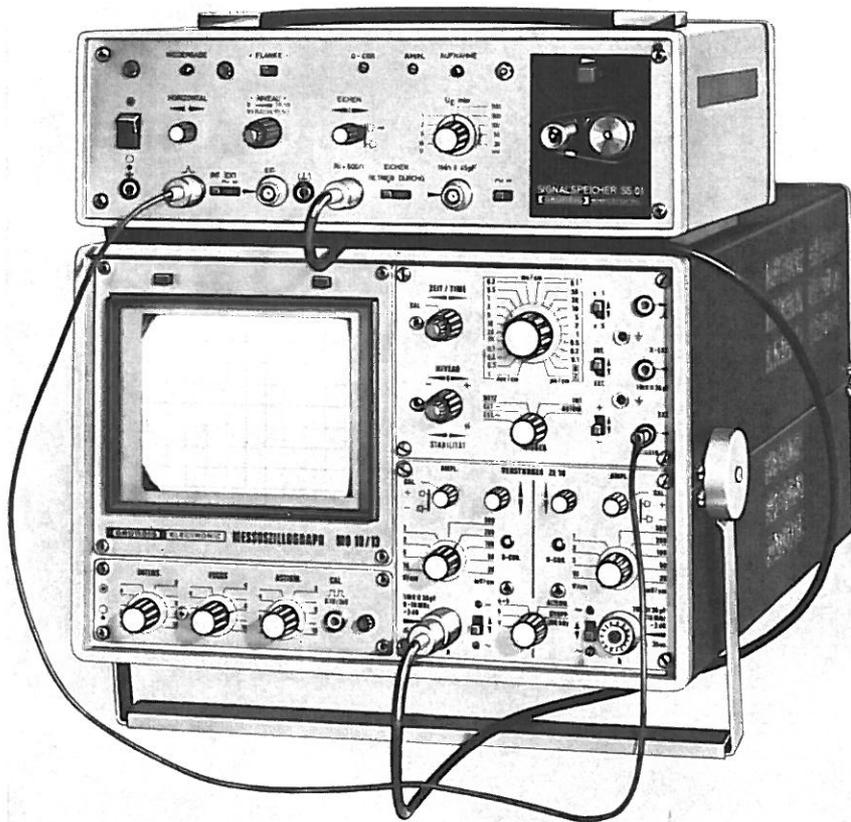


Bild 1 GRUNDIG Signalspeicher SS 01 in Verbindung mit dem GRUNDIG Meßoszillographen MO 10/13

## GRUNDIG Schaltdioden-Allbereichstuner mit Diodenabstimmung

### Sonderausführung: Export-Tuner 051

Für die speziellen Erfordernisse von Exportländern mit unterschiedlicher Kanalverteilung wurde der Abstimmbereich des Tuners — 050 abgeändert. Es entstand damit der Tuner — 051.

Der UHF-Bereich des Tuners ist nach höheren Frequenzen bis Kanal 69 erweitert. Die Schaltung ist die gleiche wie die des Tuners — 050, lediglich einige Werte der Diodenankopplungskondensatoren und des Mischstufenarbeitspunktes mußten abgeändert werden. Im VHF-Bereich Band III wurde der Abstimmbereich um einen Kanal nach tiefen Frequenzen erweitert (für Geräte nach Marokko).

Die größte Schwierigkeit besteht jedoch im Band I, das für italienische und US-Kanalverteilung bis 85 MHz durchstimmbar sein muß. Um diesen großen Abstimmbereich von 48 bis 85 MHz mit dem Frequenzverhältnis 1:1,77 durchzustim-

men, benötigt man eine Kapazitätsvariation von  $1,77^2 = 3,14$ . Rechnet man noch mit unvermeidlichen Parallelkapazitäten zum Schwingkreis wie Transistorausgangs-C, Trimmerkondensatoren und Streukapazitäten des Aufbaus, dann benötigt man einen Abstimmhub der Dioden von etwa 1:4,2. Aus diesem Grund konnte die einfache VHF-Diode BA 138 nicht verwendet werden. Es wurde die Valvo-Diode BB 106 eingesetzt, die im Kapazitätshub der BB 105 entspricht, jedoch etwa die doppelte Kapazität hat. Durch die hohe Anfangskapazität (etwa 5 pF) gehen die den Kapazitätshub mindernden Parallelkapazitäten des Schwingkreises nicht so stark ein und der nutzbare Hub wird größer. Die Schaltung des VHF-Teils ist praktisch die gleiche (wie Tuner — 050) mit der Ausnahme der Trimmerkondensatoren des HF-Bandfilters.

Um den großen Hub im Band I zu realisieren, mußten die Dioden Di 63, Di 68 hart an den Kreis angekopelt und die Abstimmtrimmer C 61, C 73 parallel der jeweiligen Band-III-Kreisspule gelegt werden.

Im Band III erscheint bei diesem Tuner der Kanal 5 erst bei etwa 7 V (Kanal 12 bei 25 V), dagegen benötigt man im Band I den vollen nutzbaren Hub der Abstimmtrimmer von 2...28 V. Kanal 2 etwa 2 V, Kanal C (85 MHz) 26 V. Alle elektrischen Werte des Tuners mit Ausnahme der UHF-Rauschzahl am unteren Bereichsende (etwa 1,5 Kto mehr als bei Tuner — 050) sind denen des Inlandtuners identisch. So konnten mit dem Tuner — 051 die Abstimmbereiche der italienischen, schwedischen, amerikanischen und marokkanischen Kanalverteilung erfüllt werden.

### Schaltplan GRUNDIG Farbfernsehempfänger T 1110 Color (Inlandsausführung) →

Im Bereich von Frequenzen bis zu einigen Kilohertz und für kontinuierliche Aufzeichnungen sind Geräte mit mechanisch bewegten Teilen geeignet. Dazu gehören zum Beispiel Punktdrucker, Wachspapier- und Tintenschreiber sowie Lichtpunktschreiber. Für Frequenzen bis zu mehreren Megahertz eignen sich Katodenstrahloszillografen mit Speicherröhren oder die Bildschirmfotografie. Soll bei der Aufzeichnung eines Vorgangs der Anfang mit erfasst werden, dann gibt es bei Geräten der ersten Gruppe und kontinuierlicher Aufzeichnung außer dem Verzicht auf hohe Grenzfrequenz keine Schwierigkeiten. Bei dem Verfahren der zweiten Gruppe muß der Aufzeichnungsvorgang jedoch durch das zu untersuchende Signal ausgelöst werden. Dann ist es oft nicht möglich, die Triggerung so einzustellen, daß der Signalbeginn sicher mit erfasst wird. Bei allen genannten Verfahren ist es zudem nicht möglich, das Signal nachträglich noch elektrisch zu verarbeiten oder Maßstabsänderungen für Abszisse und Ordinate vorzunehmen, ohne gleichzeitig die Strich- oder Strahlunscharfe mit zu vergrößern.

Bild 3  
Anordnung  
der Bandschleife  
und der Köpfe

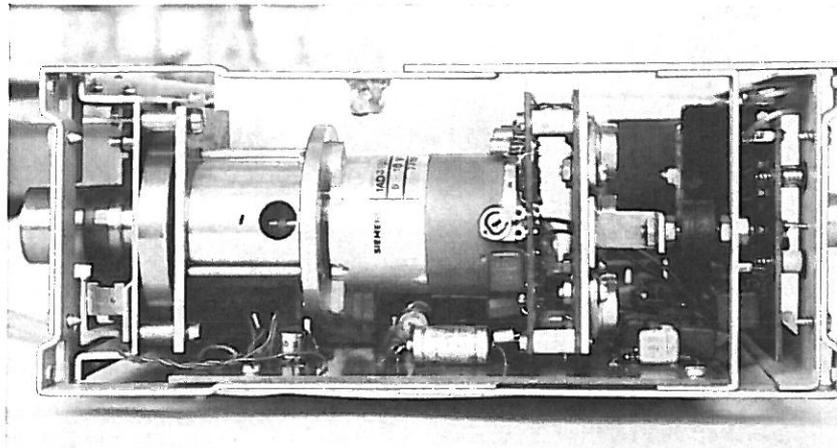
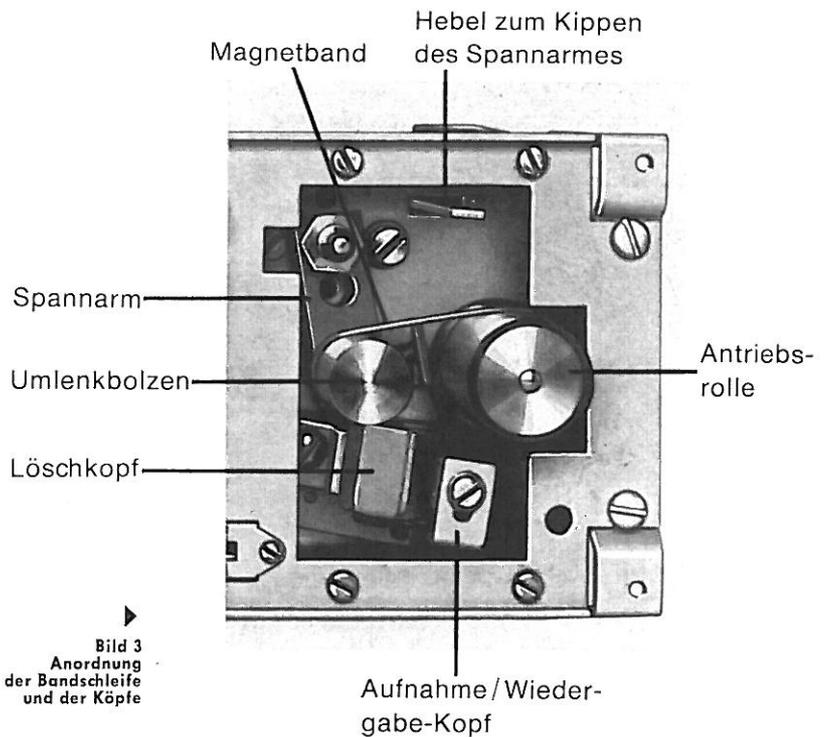


Bild 2 Blick auf den Bandschleifen-Antrieb

ständig am Magnetkopf vorbeibewegt wird, wiederholt sich der gespeicherte Signalausschnitt mit der Frequenz des Bandumlafs und kann beispielsweise auf einem Oszillografenschirm als stehendes Bild dargestellt werden.

Dieses Speicherprinzip bietet verschiedene technische Vorteile, die im einzelnen erläutert werden sollen.

2.1. Beim Aufzeichnungsvorgang wird die Bandschleife nach jeweils einem Umlauf neu beschriftet. Das bedeutet, daß das aufgezeichnete Signal erst nach einem fast vollständigen Umlauf gelöscht wird. Durch Beendigung des Aufzeichnungsvorgangs (Umschaltung auf Wiedergabe) bleibt somit ein bestimmter Signalfvorrat aus der Zeit vor der Umschaltung zur weiteren Auswertung erhalten.

Die magnetischen Aufzeichnungsverfahren liefern in den bekannten Ausführungsformen kein optisch auswertbares stehendes Bild, so daß dann zusätzlich eines der oben genannten Verfahren angewandt werden muß.

Die Möglichkeit, analoge Meßwerte zu digitalisieren und in einem Ringspeicher eines Computers umlaufen zu lassen, kommt zumindest vorläufig für einen großen Anwenderkreis aus Kostengründen nicht in Betracht.

Die aufgeführten Gründe ließen es wünschenswert scheinen, nach einem anderen Verfahren zur Erzeugung eines stehenden Oszillografenbildes von einmaligen Vorgängen zu suchen.

**2. Prinzip des „SS 01“ und seine Vorteile**

In der Entwicklung von Ferrit-Magnetköpfen wurden in den letzten Jahren durch neue Materialien und verfeinerte Fertigungsverfahren beachtliche Fortschritte erzielt. Dadurch ist es möglich geworden, mit einem vertretbaren wirtschaftlichen Aufwand ein Gerät (Bild 1) zu bauen, das auf einem schnell umlaufenden endlosen Magnetband analoge Signale speichert. Da diese Bandschleife auch bei der Betriebsart „Wiedergabe“

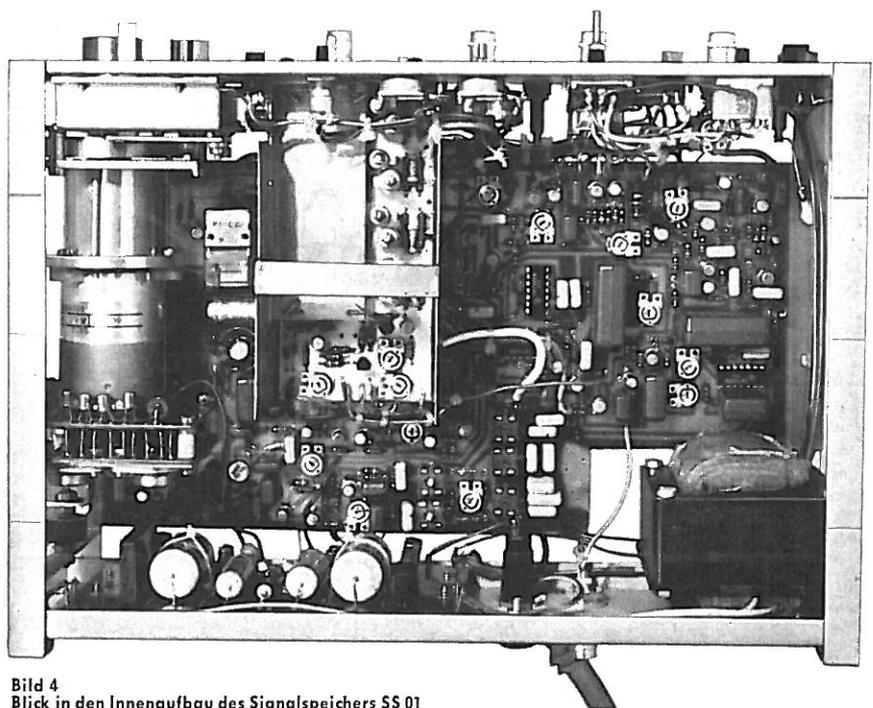
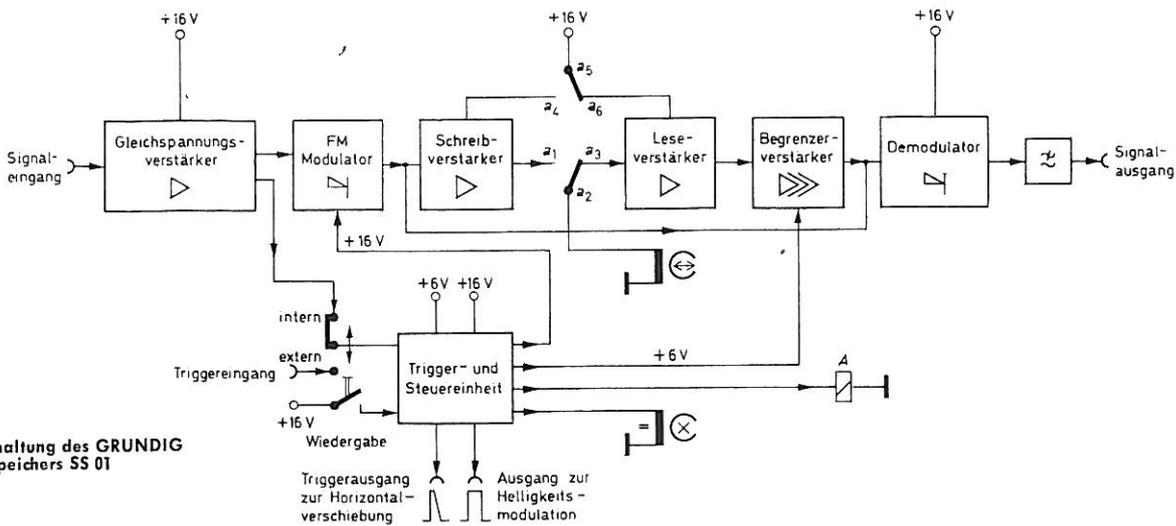


Bild 4  
Blick in den Innenaufbau des Signalspeichers SS 01



**Bild 5**  
Blockschaltung des GRUNDIG  
Signalspeichers SS 01

2.2. Da bei der Betriebsart „Wiedergabe“ das gespeicherte Signal als elektrische Spannung am Ausgang zur Verfügung steht, kann es in vielfältiger Weise weiter verarbeitet werden.

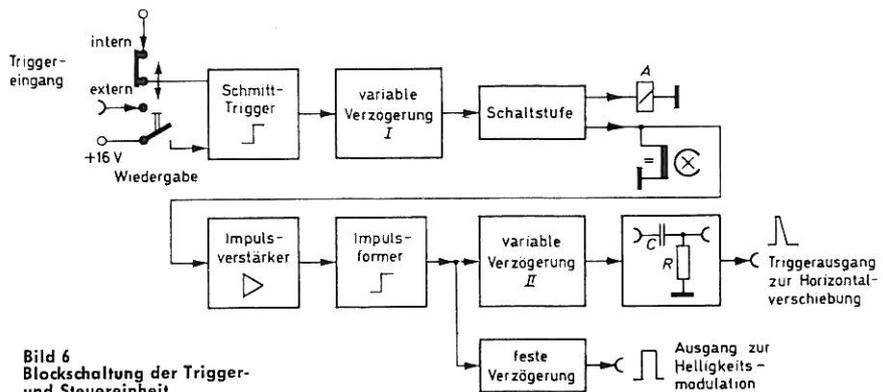
Die einfachste Form der Auswertung erfolgt daher mit einem normalen Katenstrahloszillografen. Das entstehende Bild kann, wie gewohnt, in jeder Koordinate gedehnt werden. Zusätzlich wird ein von der Bandschleife abgeleiteter Triggerimpuls geliefert, der es gestattet, auch Ausschnitte aus dem Signal vergrößert darzustellen. Weitere Möglichkeiten der Auswertung bietet die Fourier-Analyse oder die Verarbeitung des elektrischen Signals in speziellen Geräten.

2.3. Die Konstruktion des Laufwerks gestattet eine bequeme Entnahme der Magnetband-Schleife, die bei einer gelungenen Aufzeichnung in einfacher Weise archiviert und später erneut ausgewertet werden kann. Nicht gelungene oder uninteressante Aufzeichnungen werden bei Betriebsart „Aufnahme“ gelöscht, und das Band wird neu beschriftet. Für unbrauchbare Aufzeichnungen entstehen deshalb keine Kosten.

### Grundsätzliches

Um einerseits eine möglichst große Speicherzeit, andererseits aber bei Wiedergabe auch ein flimmerfreies Bild des gespeicherten Signals auf einem Oszillografenschirm zu erhalten, wurde eine Umlauffrequenz der Magnetbandschleife von 50 Hz gewählt. Die damit erreichte Umlaufdauer von 20 ms ergibt nach einem Abzug von etwa 0,5 ms für die Übergangsstelle zwischen dem Ende und dem Anfang der Aufzeichnung eine Speicherzeit von etwa 19,5 ms. Angesichts dieser Speicherzeit schien eine untere Grenzfrequenz von 0 Hz erforderlich und eine obere Grenzfrequenz von 100 kHz ausreichend.

Bei der Wiedergabe von auf Magnetband aufgezeichneten Signalen sind Amplitudenschwankungen durch Veränderungen des Band-Kopf-Kontaktes unvermeidbar. Solche Schwankungen können schon bei der Aufzeichnung auftre-



**Bild 6**  
Blockschaltung der Trigger-  
und Steuereinheit

ten und sind dann von echten Amplitudenänderungen nicht zu unterscheiden, oder sie treten bei der Wiedergabe auf und stören die Auswertung. Es ist daher zweckmäßig, das zu speichernde Signal in frequenzmodulierter Form dem Magnetband aufzuprägen. Bei der Wiedergabe wird die abgelesene Spannung vor der Demodulation so verstärkt und begrenzt, daß auch noch bei den kleinsten am Lesekopf zu erwartenden Spannungen der Demodulatortreiber voll angesteuert wird. Durch den Umweg über eine Frequenzmodulation ist auch die untere Grenzfrequenz von 0 Hz mittels eines induktiven Lesekopfes wiederzugeben<sup>1)</sup>.

Da aber große und schnelle Amplitudenschwankungen auch bei dem FM-Verfahren zu Störungen führen, muß für eine geringe Dynamik der Lesespannung gesorgt werden. Dies wird neben einem guten Band-Kopf-Kontakt durch einen ausreichend großen Unterschied zwischen der kleinsten vorkommenden Bandwellenlänge und der Kopfspaltbreite erreicht. Bei einer Bandgeschwindigkeit von 5,5 m/s und einer maximalen Trägerfrequenz von 950 kHz (Mille: 750 kHz) wird die minimale Bandwellenlänge etwa 8 µm und ist damit groß genug gegen die Spaltbreite von etwa 1,5 µm des verwendeten Magnetkopfes. Durch die hiermit getroffenen Festlegungen erhält die Magnetbandschleife eine Länge von 11 cm und kann leicht archiviert werden. Für eine eventuelle Weiterentwicklung

<sup>1)</sup> Eine untere Grenzfrequenz von 0 Hz ließe sich ohne FM auch mittels eines Hallgenerator-Lesekopfes erreichen. Die Amplitudenschwankungen sind dann jedoch nicht auszugleichen.

des Gerätes zu größeren Speicherzeiten hin kann es wichtig sein, bei verringerter Bandgeschwindigkeit aufzuzeichnen und für die flimmerfreie Wiedergabe auf die normale Bandgeschwindigkeit umzuschalten. Dazu eignen sich vorzüglich die neuerdings auf dem Markt erhältlichen kollektorlosen Gleichstrommotoren. Bei ihnen gibt es zudem keine Störungen durch das Bürstenfeuer und keine Beschränkung der Lebensdauer durch die Bürstenstandzeit.

### Schaltungsbeschreibung

Einen Überblick über die Schaltung des „SS 01“ gibt das Blockschaltbild **Bild 5**.

### Aufnahme

Bei der Betriebsart „Aufnahme“ sind die Relaiskontakte  $a_1$  mit  $a_2$  und  $a_4$  mit  $a_5$  verbunden; der FM-Modulator liegt durch die Steuerung an der Betriebsspannung. Die dem Eingang angebotenen Signale werden verstärkt auf den Modulator gegeben, dann weiter verstärkt und auf der Magnetbandschleife aufgezeichnet. Nach einem fast vollständigen Bandumlauf wird das aufgezeichnete Signal durch Gleichstrommagnetisierung des Bandes bis zur Sättigung

Die Gesamtschaltung des Oszillogramm-Speichers SS 01 befindet sich auf den Seiten 718–720 dieses Heftes.

gelöscht. Diese Gleichstromlöschung ist für das FM-Verfahren ausreichend, da bei der Aufzeichnung das Band nach beiden Richtungen hin ebenfalls bis zur Sättigung magnetisiert wird. Zur Kontrolle des Signals und der Einstellung des Gerätes wird dem Demodulator während der Aufzeichnung ein Teil der Modulatorausgangsspannung zugeführt. Das demodulierte Signal gelangt dann über ein Impuls-Tiefpaßfilter zur Trägerrestunterdrückung an den Ausgang.

#### Umschaltung

Die Umschaltung von „Aufnahme“ auf „Wiedergabe“ kann auf verschiedene Weise ausgelöst werden: intern, extern oder manuell. Die Triggerbedingung für die Auslösung des Umschaltbefehls („Triggerpunkt“) kann, wie bei Oszillografen, nach Flanke und Pegel gewählt werden. Die variable Verzögerung I (Bild 6) ermöglicht es, die Ausführung des Umschaltbefehls gegen den Triggerpunkt zu verzögern. Der konstante Speicherzeitraum von 19,5 ms kann damit relativ zum Triggerpunkt derart verschoben werden, daß er ganz oder teilweise vor dem Triggerpunkt liegt. Der Rest des Speicherzeitraums liegt dann jeweils zeitlich hinter dem Triggerpunkt.

#### Wiedergabe

Bei der Betriebsart „Wiedergabe“ sind die Kontakte  $a_2$  mit  $a_3$  und  $a_5$  mit  $a_6$  verbunden, wie im Bild 5 gezeichnet. Die Lese- und Begrenzerverstärkerstufen sind durch die Steuerung an die Betriebsspannungen gelegt. Die im Lesekopf induzierte Spannung wird, wie schon erwähnt, so aufbereitet, daß die Demodulatorstufe stets voll durchgesteuert wird. Das demodulierte Signal gelangt wie bei der Aufnahme über ein Impuls-Tiefpaßfilter an den Ausgang.

Zur Triggerung und Dunkeltastung eines nachgeschalteten Oszillografen wird auf folgende Weise ein Impuls vom Band abgeleitet:

Während das Stück der Magnetbandschleife mit dem aufgezeichneten FM-Signal sich am Löschkopf vorbeibewegt, entsteht an der Spule keine Spannung, da die Spaltbreite des Löschkopfes um etwa zwei Zehnerpotenzen größer ist als die größte vorkommende Bandwellenlänge und damit praktisch kein wirksamer magnetischer Fluß im Kopf auftritt. Am Ende der Nutzaufzeichnung springt jedoch der vom Magnetband ausgehende und den Kopf durchsetzende Fluß vom Wert Null auf einen der Gleichmagnetisierung des Bandes entsprechenden Wert und bricht mit dem Beginn der Nutzaufzeichnung wieder auf Null zusammen. In der Löschkopfspule wird also zu Beginn und am Ende der Nutzaufzeichnung je ein Spannungsimpuls entgegengesetzter Polarität induziert. Diese Spannung wird in den nachfolgenden Stufen verstärkt (Bild 6) und zu einem Rechteckimpuls geformt. Da sie starr mit der Nutzaufzeichnung gekoppelt ist, kann mit dem abgeleiteten Impuls die Lücke zwischen dem Ende und dem Beginn der Nutzaufzeichnung auf dem Oszillografenschirm dunkel getastet werden.

Von diesem Rechteckimpuls könnte schon eine externe Triggerung des Oszillografen erfolgen, die unabhängig vom Inhalt des gespeicherten Signals ist. Günstiger ist es jedoch, durch die variable Verzögerung II einen zeitlich gegen die Auf-

## Technische Daten des Grundig-Signalspeichers SS 01

### Aufnahme:

Frequenzbereich	0 ... 100 kHz
Speicherkapazität	max. 20 ms
Eingangsempfindlichkeit (bei Ablenkoeffizient des nachgeschalteten Oszillografen von 100 mV/cm)	4 / 10 / 20 / 40 / 100 / 200 / 400 / 1000 / 2000 mV/cm
Eingangsspannung für Vollaussteuerung	10 x Eingangsempf.
Eingangswiderstand	1 M $\Omega$    36 pF
Nichtlinearität	< 4 %
Umschaltung auf Wiedergabe	automatisch durch Eingangssignal oder extern durch Steuerimpuls, manuell
Eingangswiderstand „ext. Trigger“ (bis ca. 200 mV)	$\sim$ 1 M $\Omega$    < 36 pF
Umschaltverzögerung	0 ... 20 ms

### Wiedergabe:

Ausgangsspannung bei Vollaussteuerung	$U_A = \pm 0,5 V$
Störspannungsabstand	> 30 dB
Innenwiderstand	$R: \leq 600 \Omega$
Wiederholfrequenz	ca. 50 Hz
Impulsausgänge:	
Trigger für Oszillografen	> 4 V
Dunkeltastung für Oszillografen	> 13 V

### Abmessungen:

Gewicht	ca. 230 x 110 x 220 mm
Netzanschluß	ca. 3 kp
Leistungsaufnahme	220 V / 40 ... 60 Hz
Umgebungstemperatur	ca. 30 VA
	0 ... 50° C

zeichnungslücke verschiebbaren Triggerimpuls zu erzeugen, der nach Ablauf der eingestellten Zeit die Ablenkung des Oszillografen auslöst. Mit diesem Impuls und der Zeitbasis des Oszillografen kann man „Ausschnittsvergrößerungen“ aus dem gespeicherten Signal gewinnen.

### Anwendungsmöglichkeiten

Die Anwendungsmöglichkeiten des Signalspeichers „SS 01“ sind schon im ersten Abschnitt durch die Aufgabenstellung umrissen. Es seien aber dennoch einige der Anwendungsfälle einzeln erwähnt, und zwar: Untersuchungen von Prellvorgängen, zum Beispiel an Relais und Leistungsschaltern; Messungen an mechanisch belasteten Teilen mittels spezieller Wandler, zum Beispiel Stoß- oder Vibrationsbeanspruchung. Vorgänge an Hochleistungstriebwerken und dergleichen; Analyse von Sprache oder Geräusch; Untersuchungen an Stoßstrom-Anlagen; Suche von sporadisch auftretenden Störungen.

Die Erstveröffentlichung über den GRUNDIG Signalspeicher SS 01 erfolgte in der „Internationalen Elektronischen Rundschau“, Heft 8/1969.

## Ein neues Elektronik-Handbuch

### Praktikum der Industrie-Elektronik

Von Ing. Herbert G. Mende. Das Gesamtwerk besteht aus 2 Bänden mit insgesamt über 500 Seiten, 560 Bildern und 70 Tabellen im Text. Preis (bis 31. 12. 1970) DM 89,- für beide Bände. Der Band 1 umfaßt 244 Seiten mit 185 Bildern und 35 Tabellen. Franzis-Verlag, München.

Band 1 dieses Handbuchs liegt jetzt vor. Er enthält nach einer Einführung über die geschichtliche Entwicklung und Bedeutung der Elektronik sowie einer Begriffserläuterung vor allem die Grundlagen zum Verständnis der in der Industrie-Elektronik verwendeten Bauelemente, ihrer Besonderheiten und Schaltungen, Verstärker und Schwingungserzeuger, Schalter, impulsverarbeitende Baugruppen und Bausteine der Stromversorgung.

Herbert G. Mende, bekannt als beratender Ingenieur und Sachverständiger für Elektronikfragen, gibt mit diesem sehr systematisch aufgebauten Werk dem Lernenden eine gründliche Einführung in die Technik der modernen Industrie-Elektronik, dem mehr theoretisch Tätigen einen Wegweiser in das weite und wichtige Gebiet der Praxis und dem Praktiker ein stets auskunftgebendes Nachschlagewerk. Jeder in der Elektronik Tätige weiß, daß er sich oft zugleich oder abwechselnd mit theoretischen und praktischen Dingen abgeben muß. Bei dem vorliegenden Leitfaden findet er darüber hinaus viele Angaben, die ihm in speziellen Fällen weiterhelfen und zeitraubendes Suchen erleichtern, nämlich zu jedem Fachkapitel DK-Zahlen, VDE-Vorschriften und DIN-Normen. Das letzte Drittel des 1. Bandes befaßt sich mit der speziellen Meßtechnik der Industrie-Elektronik. Im 2. Band soll vor allem die Steuer- und Regelungstechnik behandelt werden.