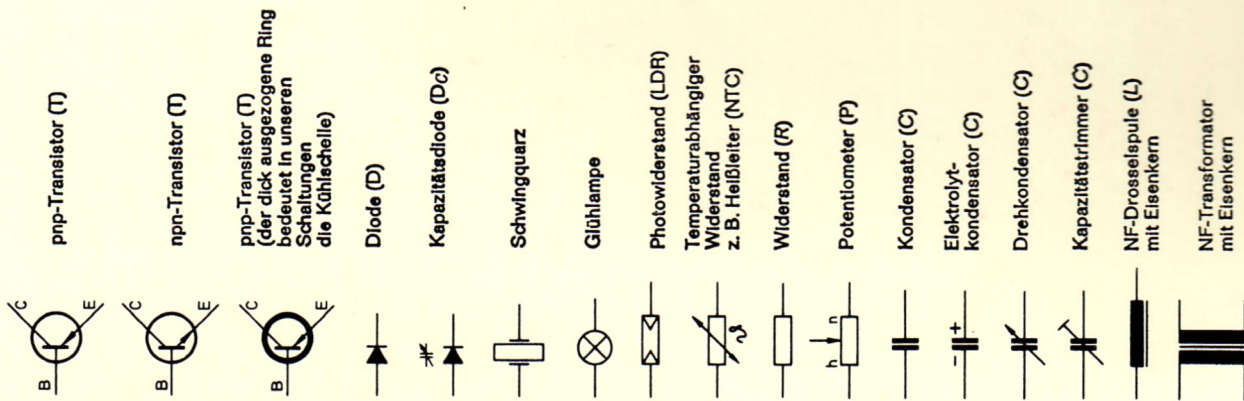


Normschaltzeichen nach DIN



Widerstände:

1 Ω = 1 Ohm
1 k Ω = 1 Kilo-Ohm (1000 Ω)
1 M Ω = 1 Meg-Ohm (1000 k Ω)

Kondensatoren:

1 pF = 1 Pikofarad
1 nF = 1 Nanofarad (1000 pF)
1 μ F = 1 Mikrofara (1000 nF)

TELEKOSMOS-PRAKTIKUM

TEIL 6 XO



Anweisung
zum Oszillografieren
mit dem
Oszilloskop

kosmos

TELEKOSMOS-PRAKTIKUM

TEIL 6

X0

Anweisung für Besitzer des
KOSMOS-Elektronik-Labor X
zum Oszillografieren mit dem Oszilloskop



Franckh'sche Verlagshandlung
Stuttgart

Einzelteile des Zusatzes XO

Teil	Best.-Nr.
1. Oszilloskop HAMEG HM 207/3	mit 61-4901.5
2. Manual zum HM 207	
3. Garantiekarte	
4. Beutel XO	61-4901.2
enthaltend:	
5. Adapter für BNC-Stecker auf 2polige Apparateklemmen	
6. Bananenstecker	
7. Anweisung zum Oszillografieren (Telekosmos-Praktikum Teil 6)	61-4961.6

Inhaltsverzeichnis

1. Worauf wir vor dem ersten Einschalten achten müssen	3
2. Erstes Einschalten	3
3. Anschluß von Meßobjekten	4
4. Ablenkungsprobe	4
5. Wir machen unsere Stimme sichtbar	5
6. Lampe als Wechselspannungsgenerator	5
7. Helligkeit und Schärfe	7
8. Eingangsempfindlichkeit und Wechselspannungsmessung	8
9. Vertikal- und Horizontalablenkung	8
10. Zeitablenkung	9
11. Synchronisation	10
12. Ausmessen der Spannungsverstärkung einer Transistor-Stufe	12
13. Gleichrichten einer Wechselspannung	13
14. Abbildung von Gleichspannungs-Potentialen in Stellung „DC“	14
15. Externe Horizontalablenkung	15
16. Sägezahn- und Rechteckspannung	17
17. Noch ein paar Tips	18
18. Durchmessen von Schaltungen	18
19. Bedeutung der Abkürzungen an Knöpfen und Schaltern	19

Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart / 1975
Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung und Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Photokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden / Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in diesem Experimentierbuch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.
© 1975, Franckh'sche Verlagshandlung, W. Keller & Co., Stuttgart
Printed in Germany / Imprimé en Allemagne / LH 7 Ste
Konstruktion und Bearbeitung: KOSMOS-Entwicklungslabor, Verfasser: P. Schöne
Gesamtherstellung: Johannes Illig, Buch- und Offsetdruck, Göppingen (Württ.)

1. Worauf wir vor dem ersten Einschalten achten müssen

Das Oszilloskop HM 207 ist ab Werk auf die bei uns übliche Netzspannung (220 V Wechselspannung) eingestellt. Wer nicht genau weiß, welche Spannung seine Steckdosen führen, kann das am Typenschild seines Elektrizitätszählers ablesen. Die Fabriknummer des Gerätes klebt innen auf der Oszilloskopröhre und ist durch die Lüftungsschlitze (links oben) zu erkennen.

Das Gerät ist mit einem Schutzkontakt-Netzstecker (sogenanntem Schuko-Stecker) ausgerüstet und darf, wie alle Geräte mit Metallgehäuse, nur an Schuko-Steckdosen angeschlossen werden.

Damit das Gerät durch falsche Bedienung nicht beschädigt wird, nehmen wir dieses Kapitel Schritt für Schritt durch. Zunächst stellen wir die drei unteren Einstellknöpfe („VERT. AMPL.“, „TIMEBASE“ und „VARIABLE“) mit ihrer schwarzen Markierung so ein, wie die aufgeklebten Pfeile auf Bild 1 es zeigen. Besonders wichtig ist, daß der Knopf „TIMEBASE“ keinesfalls auf die Stellung „EXT.“ gestellt wird (sonst erscheint statt der Kurven nur ein greller Leuchtpunkt, der den Leuchtschirm beschädigt, weil er sich einbrennt).

Dann stellen wir die Schalter ebenfalls nach Bild 1 ein (Schalter „SYNC“ auf „+ Int.“ und den Schalter ganz unten auf „AC“). Wir stecken nun den Schuko-Stecker in die Schuko-Steckdose, schließen an das Oszilloskop jedoch noch nichts an.

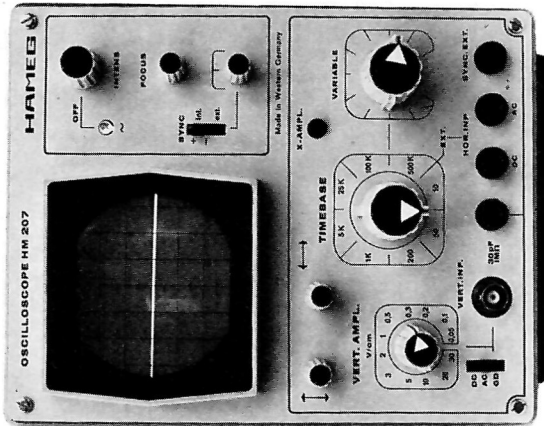


Bild 1

2. Erstes Einschalten

Beim ersten Einschalten müssen wir, weil wir die normal einzustellende Helligkeit ja noch nicht kennen, auf volle Helligkeit gehen, schützen den Leuchtschirm jedoch durch Breitstellen des Strahles, indem wir zunächst den Knopf „FOCUS“ ganz bis zum Anschlag nach links drehen (also gegen den Uhrzeigersinn).

Das Einschalten geschieht durch Rechtsdrehen des Knopfes „INTENS“. Wir fühlen dabei das Einrasten des Schalters, und die rote Glühlampe unter der Bezeichnung „OFF“ leuchtet auf. Für die volle Helligkeit drehen wir den Knopf „INTENS“ (bedeutet Intensität) weiter bis zum rechten Anschlag. Nach ungefähr 15 Sekunden erscheint auf dem Leuchtschirm ein waagerechter grüner Strich, und das Gerät ist betriebsbereit.

Wenn kein grüner Strich erscheint, sind die beiden kleinen Knöpfe links unter dem Leuchtschirm nachzustellen. Den rechten von innen (neben dem sich die waagerechte Pfeilmarkierung befindet) stellen wir ungefähr auf Mittelstellung und drehen dann den linken Knopf (neben der senkrechten Pfeilmarkierung) nach links und rechts, bis wir den grünen Strich oder ein Ende von ihm sehen. Dann stellen wir die Strichhöhe mit dem linken Knopf so ein, daß der Strich durch die Mitte des Leuchtschirmes führt.

Anschließend drehen wir den rechten Knopf (neben der waagerechten Pfeilmarkierung) hin und her. Wir sehen, daß der Strich nach links und rechts geschoben wird, so daß sein rechtes bzw. linkes Ende sichtbar wird. Bei richtiger Einstellung reicht der Strich

über die ganze Breite des Leuchtschirmes, so daß keines seiner Enden sichtbar ist. Ist der Strich kürzer als die Breite des Leuchtschirmes, so läßt er sich durch Verstellen der Stellschraube „X-AMPL.“ breiter machen. Nun drehen wir die Helligkeit mit dem Knopf „INTENS“ so weit zurück, daß der Strich gerade noch zu sehen ist, und stellen ihn mit dem Knopf „FOCUS“ so ein, daß er ganz dünn und scharf wird.

3. Anschluß von Meßobjekten

Zum Anschluß der Meßobjekte dient die mit „VERT. INP.“ (Vertikal input = Vertikaleingang) gekennzeichnete Buchse, in die man einen sogenannten BNC-Stecker einstecken kann. Damit wir die von unseren Schaltungen kommenden Drähte anschließen können, ist dem XO ein Adapter beigegeben. Das ist ein Zwischenstecker, der an einer Seite einen BNC-Stecker, an der anderen zwei Apparateklemmen hat. Die rote Apparateklemme ist mit dem Stift des BNC-Steckers verbunden, die andere stellt den Kontakt mit der Hülse, die an Null liegt, her.

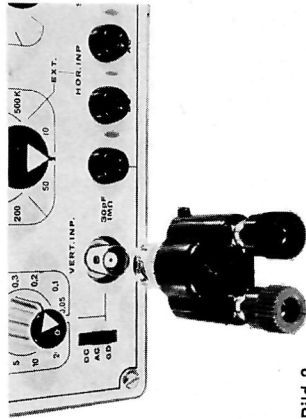


Bild 2

Wir drehen den Ring mit den Bajonettverschlußkerben so, daß der kleine Stift oben auf der Metallhülse der Buchse beim Einstecken eingreift, stecken den BNC-Stecker ganz ein und drehen den Ring des Bajonettverschlusses kräftig $\frac{1}{4}$ Umdrehung rechts herum, bis der Verschluß einschnappt und der Adapter fest sitzt (Bild 2). Dann drehen wir vorsichtig den Adapter, bis sich die rote Apparateklemme links von der schwarzen befindet.

4. Ablenkungsprobe

Jetzt wollen wir feststellen, ob an den Eingang des Oszilloskops gelangende Spannungsänderungen als Ablenkungen von der Mittellinie abgebildet werden. Das läßt sich rasch und ohne Schaltungsaufbau prüfen, wenn wir die beiden blanken Anschlüsse des Kopfhörers (XG Teil 8) an die Apparateklemmen des Adapters anschließen. (Geriffelte Klemmen durch Linksdrehen etwas lösen, blanken Enden in Gewinde-Querloch stecken und Klemmen wieder festschrauben, aber keine Isolation mit einklemmen!)

Die Einstellung des Oszilloskops wird nicht geändert, entspricht also dem Stand, wie er sich nach Befolgen der Anweisungen der ersten beiden Kapitel ergibt.

Nun nehmen wir den Kopfhörer in eine Hand und klopfen mit dem Zeigefingernagel der anderen Hand hart auf die Vorderseite der Kopfhörermuschel (am besten direkt neben der Membranöffnung). Wir sehen dann kurz den Kurvenzug einer gedämpften Schwingung (Bild 3). Ist das Bild zu dunkel, so drehen wir den Knopf

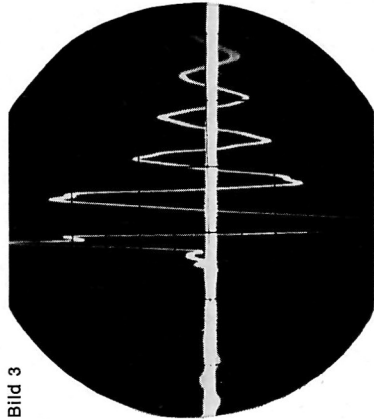


Bild 3

„INTENS“ weiter nach rechts und stellen anschließend mit dem Knopf „FOCUS“ auf schmalsten Strich ein. Bei Abbildung von Kurvenzügen macht der Leuchtstrich ja einen längeren Weg, so daß er dunkler erscheint, also evtl. heller gestellt werden muß.

Aus Kapitel B III 5 des XG-Experimentierbuches wissen wir, daß der Kopfhörer Schall-schwingungen, die eine Membran treffen, wie ein Mikrofon in NF-Wechselspannung verwandeln kann. Das Klopfen versetzt die Membran über die Muschel in rasch abklingende Schwingungen. Diese NF-Spannung von ca. 0,6 V Anfangsamplitude wird vom Oszilloskop als Schwingungszug abgebildet, dessen Nulllinie in den Pausen vom waagerechten Strich gebildet wird, der immer erscheint, wenn keine Ablenkspannung am Eingang liegt.

5. Wir machen unsere Stimme sichtbar

Anstatt durch Klopfen gedämpfte Schwingungen zu erzeugen, können wir auch Schall-schwingungen auf die Kopfhörermembran leiten. Wir singen dazu die Tonleiter auf dem Vokal „oh – oh – oh ...“ und halten dabei den Kopfhörer mit seiner Membranöffnung dicht vor den Mund. Am besten klappt das, wenn die geöffneten Lippen die Kopfhörermuschel über und unter dem Membranloch fest berühren, während die Atemluft seitlich aus den Mundwinkeln entweicht.

Zu ausgedehnten Versuchen stecken wir den Kopfhörer in eine dünne Plastiktüte, damit ihm die Atemfeuchtigkeit nicht schadet.

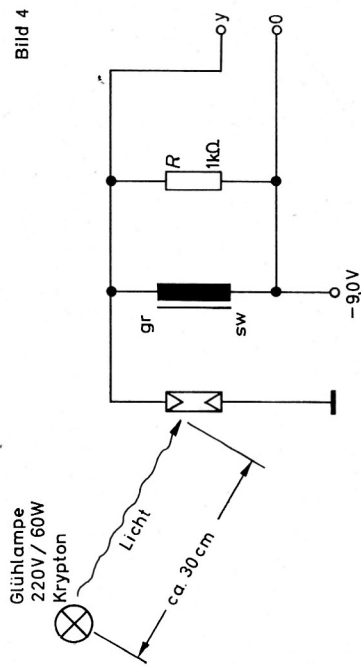
Interessante Beobachtungen ergeben sich beim Vergleich der Unterschiede, welche zwischen den Kurvenzügen verschiedener Vokale bestehen, z. B. zwischen o und a. Die Abbildungsqualität der Kurvenzüge ist bei gleichbleibender Einstellung des Oszilloskops durch Tonhöhe und Lautstärke der gesungenen Vokale zu beeinflussen. Versuchsweise kann auch der Knopf „VARIABLE“ verstellt werden. Knopf „VERT. AMPL.“ evtl. auf 0,2 oder 0,1 stellen.

6. Lampe als Wechselspannungsgenerator

Am besten können wir die Wirkung aller Bedienungsknöpfe unseres Oszilloskops ausprobieren, wenn wir eine schwache Wechselspannung niedriger Frequenz an den Eingang legen. Eine solche Wechselspannung läßt sich mit einer einfachen LDR-Schaltung nach Bild 4 aus dem Licht einer Glühlampe (notfalls einer Leuchtstoffröhre) gewinnen. Bild 5 zeigt den Aufbau dieser Schaltung aus XG-Teilen.

Auf Bild 6 sehen wir, wie das Licht der Glühlampe schräg von oben in das LDR-Gehäuse fallen muß, damit es die gestreifte Vorderseite des LDRs trifft. Am besten funktioniert die Schaltung, wenn der LDR von einer ca. 30 cm entfernten 60-Watt-Glühlampe (Krypton) beschienen wird, die z. B. als Schreibtiltschlampe an das 220-Volt-Wechselstrom-Lichtnetz ange-

Bild 4



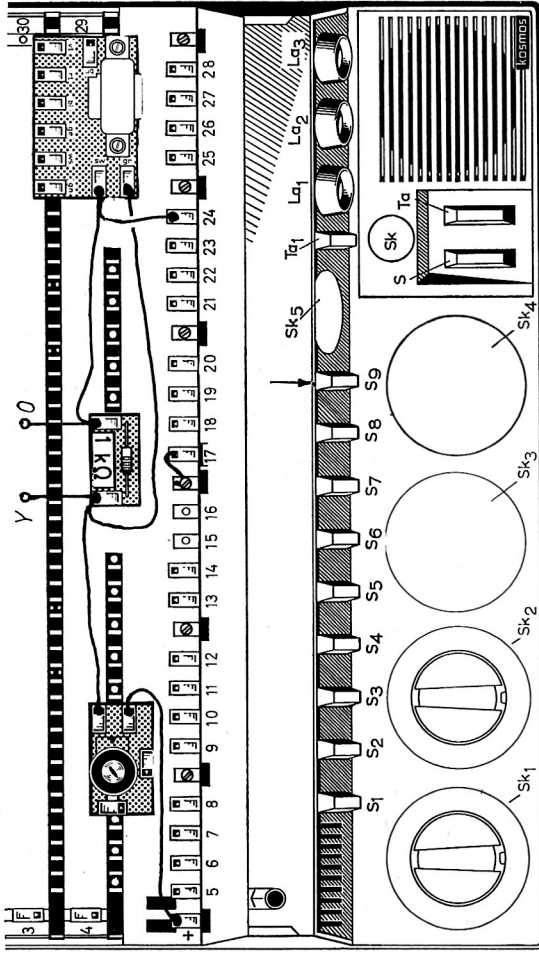


Bild 5

geschlossen ist. Bei Verwendung einer schwächeren Glühlampe (z. B. von 40 Watt) müssen wir näher an den LDR herangehen, damit das Bild nicht zu groß wird. Bei zunehmender Gesamthelligkeit nimmt in dieser Schaltung die Aussteuerbarkeit nämlich ab. Andererseits kann man durch vorsichtiges Abschatten (Einsetzen und Verdrehen des Schiebers Teil 3b des XG) den anderen Punkt finden, wo das Bild wieder kleiner wird.

Gleichzeitig vorhandenes Tageslicht stört nicht, wenn es nicht gar zu hell ist (evtl. mit der Hand abschatten). Ein eventuell im LDR-Gehäuse vorhandenes Glühlämpchen wird nicht benutzt, braucht aber nicht herausgeschraubt zu werden, weil es nicht stört.

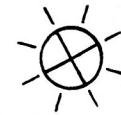
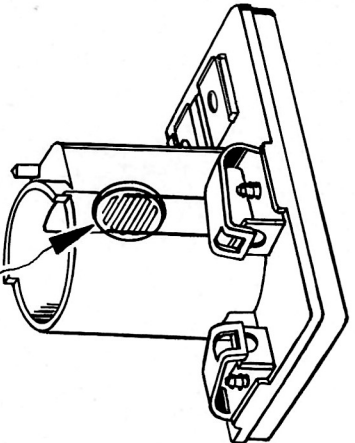


Bild 6

Unsere Glühlampe leuchtet jeweils beim Maximalwert des Plus- und Minuswechsels am hellsten auf, so daß sie bei der Netzfrequenz von 50 Hz in jeder Sekunde 100mal ganz hell und dazwischen dunkler wird. Der beleuchtete LDR hat also 100mal je Sekunde einen geringeren Widerstand, so daß der die Serienschaltung von LDR und R durchfließende Strom 100mal in der Sekunde stärker wird.

Dabei steigt dann die zwischen den Enden von R herrschende Spannung jeweils an. (Die parallel zu R liegende Transformatorwicklung dient nur als Parallelwiderstand, der den Widerstand von R auf 400 ... 450 Ω herabsetzt.) Die zwischen den Enden von R liegenden Spannungsschwankungen haben eine Frequenz von 100 Hz. In Stellung „AC“ regelt ein Kondensator im Oszilloskop den Gleichspannungsanteil an R ab, so daß nur die 100-Hz-Schwankungen durchgelassen und als Wechselspannungskurve abgebildet werden.



Wir stellen das Oszilloskop zunächst wieder so ein, wie es in den ersten beiden Kapiteln beschrieben ist, stellen jedoch den Knopf „VERT. AMPL.“ auf 0,05. Außerdem drehen wir den Knopf für die Synchronisation (den kleinen Knopf, von dem eine Linie zum Schalter „SYNC“ führt, also den Knopf unterhalb des FOCUS-Knopfes) rechts herum (im Uhrzeigersinn) bis zum Anschlag.

Dann verbinden wir den Anschluß y der Schaltung mit der roten und den Anschluß O der Schaltung mit der schwarzen Apparatklemme des Oszilloskops.

Wenn die Beleuchtung stimmt, sehen wir das Schirmbild wie auf Bild 7 gezeigt. Erscheinen mehrere Kurvenzüge übereinander oder zuckt das Bild, so stellen wir den Knopf „VARIABLE“ ein bißchen, bis ein sauberes Bild erscheint. Beim Abbilden von drei ganzen Kurvenzügen (wie auf dem Schirmbild von Bild 7) flimmert das Bild etwas. Stellen wir den Knopf „VARIABLE“ etwas weiter nach rechts, so werden nur zwei vollständige Kurvenzüge abgebildet, und das Bild flimmert wegen der jetzt höheren horizontalen Ablenkfrequenz weniger.

Wir sehen, daß die Helligkeitsänderungen einer Glühlampe, welche ja durch den Kurvenzug dargestellt werden, praktisch sinusförmigen Verlauf haben. Benutzen wir als Lichtquelle eine Leuchtstoffröhre, so ergibt sich bei voller Beleuchtung des LDRs eine Zickzacklinie, die durch zusätzlich einfallendes Fremdlicht abgerundete Spitzen bekommt.

Welche größtmögliche Höhe der abgebildeten Kurvenzug erreicht, hängt außer von der Helligkeit der Lampe auch noch von den Toleranzen der verwendeten Schaltelemente und der Höhe der Batteriespannung ab, sagt also über die Qualität des Oszilloskops nichts aus.

In den folgenden Kapiteln probieren wir nun – von der Schaltung und Einstellung in diesem Kapitel ausgehend – die Wirkung der verschiedenen Bedienungsknöpfe aus.

7. Helligkeit und Schärfe

Wir stellen das Schirmbild nach Bild 7 so ein, wie es im vorigen Kapitel beschrieben wurde. Dann drehen wir den Helligkeitsregler (Knopf „INTENS“ = Intensität) ganz auf (rechter Anschlag) und stellen mit dem Schärferegler (Knopf „FOCUS“ = Fokussierung, SchärfEinstellung) den Kurvenzug scharf ein. Stellen wir nun den Helligkeitsregler ziemlich weit zurück, so stellen wir fest, daß die Schärfe nachgeregelt werden muß.

Außerdem merken wir, daß beim Scharfeinstellen am besten eine in der Mitte liegende Kurvenspitze beobachtet wird. Am Leuchtschirmrand scheint die Schärfe etwas nachzulassen (genaugenommen haben Bildmitte und Bildrand geringfügig voneinander abweichende Scharfeinstellungen).

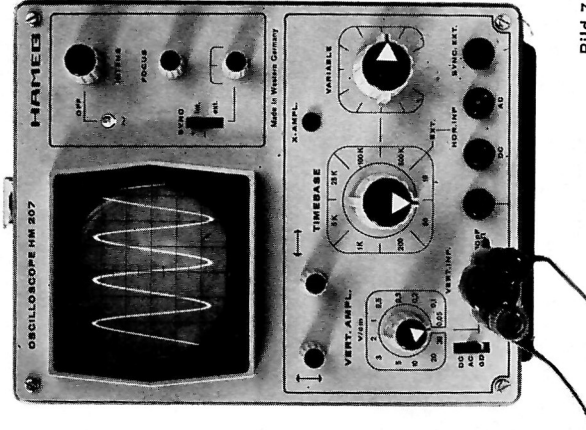


Bild 7

8. Eingangsempfindlichkeit und Wechselfspannungsmessung

Die Empfindlichkeitseinstellung wird mit dem Knopf „VERT. AMPL.“ (= Vertikalamplitude) vorgenommen. Wir nennen ihn Empfindlichkeitsschalter. Mit Vertikalamplitude ist die vertikale Ablenkung des Strahles (also nach oben und unten) gemeint. Je nach der Einstellung des Schalters „VERT. AMPL.“ sind mehr oder weniger Volt am Eingang nötig, um eine Ablenkung von 1 cm nach oben oder unten zu bewirken.

In der jetzt gewählten Schalterstellung 0,05 sind $0,05 \text{ V} = 50 \text{ mV}$ nötig, um den Strahl 1 cm zu verschieben. Auf Bild 7 ist eine Sinusschwingung abgebildet, die von der Mittellinie aus gerechnet einen Scheitelwert der Halbwellen von 2,5 cm hat. Wenn wir die gemessenen 2,5 cm mit dem Wert $0,05 \text{ V/cm}$ der Schalterstellung malnehmen, also die gemessene Höhe in Zentimetern mit den Volt, die jeder Zentimeter in der betreffenden Schalterstellung bedeutet, multiplizieren, erhalten wir $2,5 \text{ cm} \text{ mal } 0,05 \text{ V/cm} = 0,125 \text{ V}$. Die Eingangsspannung, deren Sinushalbwellen bei dieser Schalterstellung 2,5 cm hoch sind, hat also einen Scheitelwert von 125 mV.

Natürlich erhalten wir durch Malnehmen mit dem bekannten Faktor 0,707 daraus den Effektivwert der Wechselfspannung mit $125 \text{ mV} \text{ mal } 0,707 = 88,4 \text{ mV}$. Diese Umrechnung stimmt natürlich nur, wenn es sich tatsächlich um eine sinusförmige Kurve handelt. Für Kurvenzüge, die nicht sinusförmig oder sogar unsymmetrisch sind, gibt man den Spannungswert „Spitze-Spitze“ (geschrieben U_{ss}) an. Das ist die Spannungsdifferenz zwischen positivem und negativem Maximalwert.

Bei unsymmetrischen Kurvenzügen läßt sich die Lage der wirklichen Mittellinie übrigens nur durch Umschalten von „AC“ auf „GD“ ermitteln. Ihre Mittellinie läuft nämlich nicht durch die Mitte der beiden Maximalwerte, sondern dort, wo die umschlossenen Flächen der positiven und der negativen Halbwellen gleich sind.

Beim Kurvenzug auf Bild 7 liegen die Scheitel der positiven und negativen Halbwellen 5 cm auseinander, für $0,05 \text{ V/cm}$ beträgt die $U_{ss} = 5 \text{ cm mal } 0,05 \text{ V/cm} = 250 \text{ mV}$. Oft begegnet man dem Ausdruck „Volt Spitze-Spitze“, geschrieben V_{ss} . Dieser Ausdruck ist nicht ganz exakt; denn Volt ist gleich Volt, gleich, wo gemessen wird. Gemeint ist dabei immer die Spannung Spitze-Spitze in Volt.

Schalten wir von 0,05 auf 0,1 zurück, so wird der Kurvenzug nur halb so groß abgebildet; denn nun sind ja 100 mV nötig, um 1 cm weit abzulenken. Je nach Stellung des Empfindlichkeitsschalters können wir eine bestimmte Eingangsspannung verschieden groß abbilden. Der Empfindlichkeitsschalter hat 12 Stellungen. In der Stellung 30 ist die Empfindlichkeit am geringsten. Für eine Ablenkung um 1 cm sind hier bereits 30 V nötig. Um ein 5 cm hohes Bild zu erhalten, ist also eine Eingangsspannung von $U_{ss} = 150 \text{ V}$ nötig.

Achtung: Oszilloskopeingang nie mit dem Lichtnetz verbinden!

Um das Ausmessen von Kurven zu erleichtern, ist der Leuchtschirm mit einem 1-cm-Quadratnetz bedeckt. Durch Verstellen der beiden kleinen Knöpfe links unter dem Leuchtschirm läßt sich die jeweilige Kurve unter diesem Netz nach oben und unten sowie nach links und rechts verschieben.

Alles, was wir über Eingangsempfindlichkeit und Wechselfspannungsmessung gesagt haben, bezieht sich selbstverständlich nur auf die Vertikalablenkung, mit deren Hilfe ja die Eingangsspannung abgebildet wird.

9. Vertikal- und Horizontalablenkung

Wir stellen wieder die Kurve nach Bild 7 ein. Wenn wir diesen Kurvenzug betrachten, sehen wir, daß er nicht nur eine Ausdehnung nach oben und unten, sondern auch von

links nach rechts über den ganzen Leuchtschirm hat. Er entsteht durch einen Elektronenstrahl, der in der Oszilloskoprinne erzeugt wird und den Leuchtschirm von hinten trifft. Ohne Ablenkung würde der Elektronenstrahl, wenn er durch richtige Fokussierung scharf gebündelt ist, beim Auftreffen auf den Schirm einen hellen Lichtpunkt von weniger als 0,6 mm Durchmesser an einer einzigen Stelle des Leuchtschirmes hervorheben.

Die angelegte Meßspannung sorgt nun dafür, daß eine Vertikalablenkung erfolgt, der Strahl also auf- und niederfährt. (Dabei zieht er eine Spur hinter sich her, weil der Leuchtschirm ungefähr $1/50$ Sekunde nachleuchtet.) Die Vertikalablenkung allein kann also nur einen senkrechten Strich hervorrufen. Wenn wir statt dessen einen Kurvenzug sehen, so deshalb, weil gleichzeitig noch eine Horizontalablenkung wirksam ist, die den auf- und niederfahrenden Strahl gleichzeitig von links nach rechts bewegt.

Wir können uns davon überzeugen, wenn wir einen Kurvenzug möglichst großer Amplitude einstellen (z. B. den von Bild 7) und für einen Augenblick die Horizontalablenkung wegschalten, indem wir den großen Knopf „TIMEBASE“ auf die Stellung „EXT.“ schalten (so daß er also nach rechts unten zeigt). Dann sehen wir statt des Kurvenzuges nur noch eine senkrechte Linie. Jetzt schalten wir den Knopf „TIMEBASE“ wieder zurück (wie auf Bild 7 angegeben).

Wir achten darauf, daß wir niemals Vertikal- und Horizontalablenkung gleichzeitig wegschalten lassen, weil sonst der Leuchtpunkt auf einer Stelle stehenbleibt und an dieser Stelle den Leuchtschirm verbrennt (Einbrennfleck). Diese Stelle bliebe dann blind.

Wenn wir uns jetzt einmal die horizontale Ablenkung allein ansehen wollen, schalten wir zunächst auf den Kurvenzug von Bild 7. Dann schalten wir den Schalter ganz links unten auf „GD“. Damit haben wir die Eingangsspannung weggeschaltet und außerdem den Eingang innen kurzgeschlossen, so daß nur noch die Horizontalablenkung wirksam ist. Wir können die Horizontalablenkung so langsam einstellen, daß wir den Leuchtpunkt von links nach rechts huschen sehen. Dazu drehen wir den Knopf „VARIABLE“ ganz an den linken Anschlag. Wenn wir den Knopf „FOCUS“ auch bis zum Anschlag nach links drehen, wird der Lichtpunkt dicker und ist besser zu verfolgen. Wir sehen, daß es eigentlich kein Lichtpunkt, sondern wegen des Nachleuchtens ein kurzer Lichtstrich ist, der 8- bis 10mal je Sekunde von links nach rechts eilt. Im selben Augenblick, wo er rechts verschwindet, kommt links der nächste zum Vorschein. Der Strahl wandert also leuchtend von links nach rechts und wird während des sehr viel schnelleren Rücklaufs verdunkelt.

Drehen wir nun den Knopf „VARIABLE“ langsam nach rechts, so wird die Geschwindigkeit, mit der der Lichtfleck über den Schirm eilt, immer größer. Dadurch kommt er in jeder Sekunde öfter über den Schirm, die „Horizontal-Ablenkfrequenz“ steigt. Bei mehr als 50 Durchgängen je Sekunde sehen wir nur noch einen waagerechten Strich (beim rechten Anschlag des Knopfes „VARIABLE“).

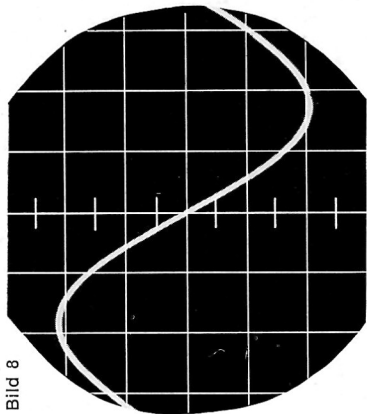
10. Zeitablenkung

Wir schalten auf „AC“ zurück, regeln die Schärfe („FOCUS“) nach und stellen die Kurve nach Bild 7 wieder ein.

Wenn wir einen Kurvenzug so schön abbilden wollen, daß eine bestimmte Anzahl von Schwingungen auf dem Leuchtschirm Platz hat, muß die Horizontalablenkung von links nach rechts ganz genau dieselbe Zeit brauchen, die zum Schreiben dieser Schwingungen nötig ist (mit anderen Worten: Die Frequenz der abzubildenden Schwingung muß ein ganzzahliges Vielfaches der horizontalen Ablenkfrequenz sein). Man spricht daher statt von Horizontalablenkung auch oft von Zeitablenkung.

Weil man in der Lage sein will, verschiedenen viele Perioden von Schwingungen verschiedener Frequenzen abzubilden, muß die Frequenz der Zeitablenkung in weiten Grenzen veränderlich sein.

Bild 8



In kleinen Grenzen läßt sich die Ablenkzeit mit dem Knopf „VARIABLE“ verändern. Wenn wir ihn nach links drehen, wird die Ablenkzeit immer länger, und es passen immer mehr Schwingungszüge auf den Leuchtschirm. Schließlich ist die Ablenkzeit so lang, daß die Nachleuchtspur nicht mehr über die ganze Schirmbreite reicht und dunkle Lücken von links nach rechts über den Leuchtschirm eilen.

Der Knopf „VARIABLE“ gestattet die Veränderung der Ablenkfrequenz zwischen den Frequenzen, die rechts und links von der Markierung des Knopfes „TIMEBASE“ stehen, bei unserer jetzigen Einstellung nach Bild 7 also zwischen 10 Hz und 50 Hz. Schalten wir den Knopf „TIMEBASE“ (= Zeitbasis) so weiter, daß seine Markierung nach links unten weist, also zwischen den Zahlen 50 und 200, so läßt sich die Ablenkfrequenz mit dem Knopf „VARIABLE“ zwischen 50 Hz und 200 Hz verändern.

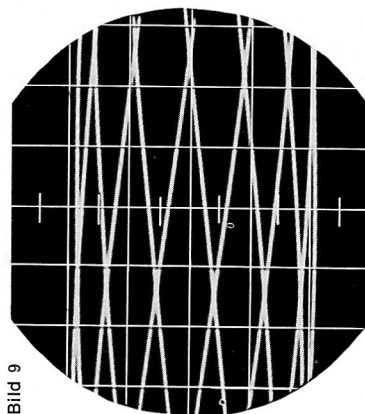
Wir probieren das und drehen dazu den Knopf „VARIABLE“ zunächst an den linken Anschlag. Drehen wir ihn dann wieder langsam nach rechts, so sehen wir abwechselnd mehrere Schwingungszüge und Verwirrungsgebiete mit übereinandergeschriebenen Kurven. Je weiter wir nach rechts kommen, desto weniger Schwingungszüge werden abgebildet. Schließlich ist es nur noch ein einziger (Bild 8).

Steigern wir die Ablenkfrequenz noch weiter, so wird sie größer als die Frequenz unseres Eingangssignals, die Kurve des Eingangssignals wird daher in Teilstücke zerlegt, die übereinander abgebildet erscheinen (Bild 9). Es werden um so mehr Kurventeile abgebildet, je schneller die Ablenkfrequenz wird. Wir können das beobachten, wenn wir den Schalter („TIMEBASE“) noch zwei oder drei Stufen weiterschalten.

Zeigt die Markierung des Schalters „TIMEBASE“ nach rechts (also auf den Strich zwischen 100 k und 500 k), so läßt sich die Ablenkfrequenz mit dem Knopf „VARIABLE“ zwischen 100 kHz und 500 kHz verändern. Dabei wird unser Eingangssignal von 100 Hz in mehr als 1000 Stückchen zerlegt, und diese gleichzeitig abgebildeten Kurvenstücke liegen so dicht, daß keine Lücken mehr bleiben, so daß auf dem Leuchtschirm nur eine grüne Fläche erscheint, die oben und unten in je einem schmalen, helleren Streifen endet (an den Rändern überdecken sich ja mehr Kurventeile als in der Mitte, weil dort nur Kuppenstücke abgebildet werden, die fast waagrecht verlaufen).

Nutzenanwendung: Wenn kein eindeutiger Kurvenzug abgebildet wird, sollte die Zeitablenkung auf eine kleinere Frequenz heruntergeschaltet werden.

Bild 9



11. Synchronisation

Wie wir aus Kapitel 6 wissen, ist der kleine Knopf, von dem eine Linie zum Schalter „SYNC“ führt, also der Knopf unterhalb des FOCUS-Knopfes, der Synchronisationsknopf. Seine Wirkung wollen wir jetzt kennenlernen. Zunächst steht er – wie immer seit Kapitel 6 – am rechten Anschlag, und wir stellen die Kurve nach Bild 7 wieder in gewohnter Weise ein.

Nun drehen wir den Synchronisationsknopf ganz bis zum linken Anschlag. Der Kurvenzug beginnt dann langsam nach links oder rechts zu wan-

dem. Durch vorsichtiges Verstellen des Knopfes „VARIABLE“ können wir sowohl die Geschwindigkeit als auch die Richtung dieser Wanderung verändern.

Jetzt stellen wir den Knopf „VARIABLE“ so ein, daß der Kurvenzug ganz langsam nach links wandert, und drehen dann den Synchronisationsknopf vorsichtig so weit nach rechts, bis der Kurvenzug stehenbleibt. (Der Kurvenzug bleibt auch stehen, wenn er sich zuvor nach rechts bewegt hat.) Falls der Kurvenzug nicht stehenbleibt, sondern ruckweise weiterwandert, muß der Synchronisationsknopf noch etwas weiter nach rechts gedreht werden. Wir sollten den Synchronisationsknopf jedoch immer nur so weit nach rechts drehen, daß der Kurvenzug sicher stehenbleibt. Drehen wir ihn nämlich weiter als nötig, besteht die Gefahr, daß die abgebildete Kurve durch Rückwirkung verzerrt („verbogen“) wird.

Ohne Synchronisation (Synchronisationsknopf am linken Anschlag) können wir den Kurvenzug durch sehr vorsichtiges Nachstellen des Knopfes „VARIABLE“ zunächst kurz zum

Bild 10

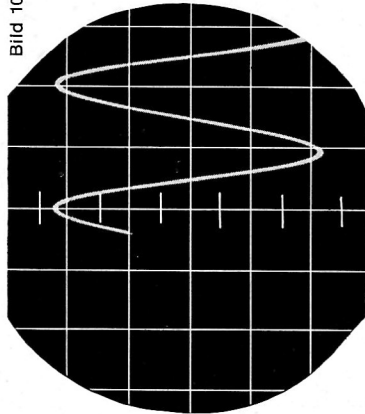
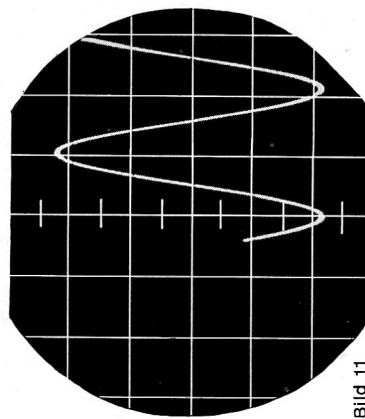


Bild 11



Stillstand bringen, er steht aber dann nicht ruhig und beginnt nach kurzer Zeit zu wandern, so daß man alle paar Augenblicke um Bruchteile eines Millimeters nachregeln müßte. Woher kommt das?

Nun, die Eingangsschwingung und Zeitablenkung sind ja völlig unabhängig voneinander. Wenn die Frequenz des Eingangssignals nicht ganz genau ein ganzzahliges Vielfaches der Zeitablenkungsfrequenz ist, beginnt der Zeitablenkungslauf jedesmal etwas früher oder später als der Kurvenbeginn. Der Kurvenbeginn wird dann jedesmal dicht neben der Stelle abgebildet, an der er beim vorhergehenden Durchlauf zu sehen war. Er „wandert“ – und mit ihm natürlich der ganze Kurvenzug.

Zur Synchronisation wird ein Teil der Scheitelspannung vom ersten Pluswechsel des Eingangssignals abgezweigt und der Schaltung zugeführt, welche die Zeitablenkung steuert. So beginnt der Durchlauf der Zeitablenkung immer mit einem Pluswechsel der Signalspannung, und die Kurvenzüge aufeinanderfolgender horizontaler Zeitablenkungen werden exakt übereinandergeschrieben, sind also als ein einziger Kurvenzug zu sehen (natürlich nur, solange das Eingangssignal seine Eigenschaften unverändert beibehält). Der Beginn jeder Zeitablenkung ist also mit einem Pluswechsel des Eingangssignals auf Gleichzeitigkeit gebracht („synchronisiert“).

Da zur Synchronisation eine bestimmte „Synchronisationsspannung“ nötig ist, muß von einem Signal mit kleiner Amplitude mehr abgezweigt werden als von einem mit großer Amplitude. Wenn wir – z. B. durch Herunterschalten der Empfindlichkeit – ein kleineres Signal abbilden, müssen wir zum Anhalten des durchlaufenden Kurvenzuges den Synchronisationsknopf entsprechend weiter aufdrehen.

Schaltet man den Schalter „SYNC“ von + nach –, so wird die Synchronisation statt

von der ersten positiven Halbwelle von der ersten negativen Halbwelle gesteuert. Um das auszuprobieren, bringen wir den Kurvenzug nach Bild 7 zunächst — wie bisher geschildert — durch Aufdrehen des Synchronisationsknopfes zum Anhalten. Dann verstellen wir den mit waagrechttem Doppelpfeil gekennzeichneten kleinen Knopf unter dem Bildschirm so, daß der Kurvenanfang in Bildmitte gerückt wird (Bild 10). Schalten wir nun den Schalter „SYNC“ von + auf —, so beginnt der Kurvenzug mit dem Scheitel einer Minushalbwelle (Bild 11).

Die Abkürzung „Int.“ neben den Schalterstellungen + und – bedeutet „intern“ und sagt, daß die in unser Oszilloskop eingebaute Synchronisationseinrichtung zum Synchronisieren der Eingangsspannung anzapft. In Stellung „ext.“ ist diese Anzapfung abgeschaltet, und es kann über die Buchse „SYNC. EXT.“ (rechts unten) eine fremde Synchronisationsspannung zugeführt werden.

Anschließend stellen wir den Kurvenzug am Knopf mit dem waagerechten Doppelpfeil wieder so ein, daß sein Anfang hinter dem linken Bildrand verschwindet.

12. Ausmessen der Spannungsverstärkung einer Transistor-Stufe

Jetzt wollen wir lernen, die Spannungsverstärkung einer Transistor-Verstärkerstufe mit dem Oszilloskop auszumessen. Dazu bauen wir die Schaltung von Bild 12 nach der Aufbauzeichnung (Bild 13) auf.

Die Diode D schließen wir vorläufig mit einer Drahtbrücke kurz, die wir zwischen die Anschlüsse a und b von Ta₁ klemmen (ihre Rückwirkung würde sonst nämlich die Flanke der nachher einzustellenden 5-V-Kurve etwas eindellen). Das Oszilloskop schließen wir zunächst zwischen Y₁ und O an (O kommt an die schwarze Apparateklemme).

Die Empfindlichkeit des Oszilloskops („VERT. AMPL.“) schalten wir auf 5 V/cm (gegenüber Bild 7 also acht Stufen zurück), die übrige Einstellung lassen wir wie auf Bild 7. Die Lampe stellen wir wieder so auf, wie Bild 6 es zeigt.

Der Kurvenzug, den wir zu sehen bekommen, hat an einer Seite abgeschrägte Kuppen, weil so der Transistor übersteuert wird. Deshalb stecken wir jetzt den Schieber (Teil 3b von XG) ins LDR-Gehäuse und drehen ihn in eine Stellung, bei welcher der abgebildete Kurvenzug nur noch ca. 1 cm hoch ist. Dabei vermeiden wir es, den LDR während des Einstellens mit der Hand abzuschatten, weil sich sonst die Höhe des Kurvenzuges nach Weggähmen der Hand wieder ändert.

Dann schalten wir auf eine Empfindlichkeit von 1 V/cm und stellen das Kurvenbild so ein,

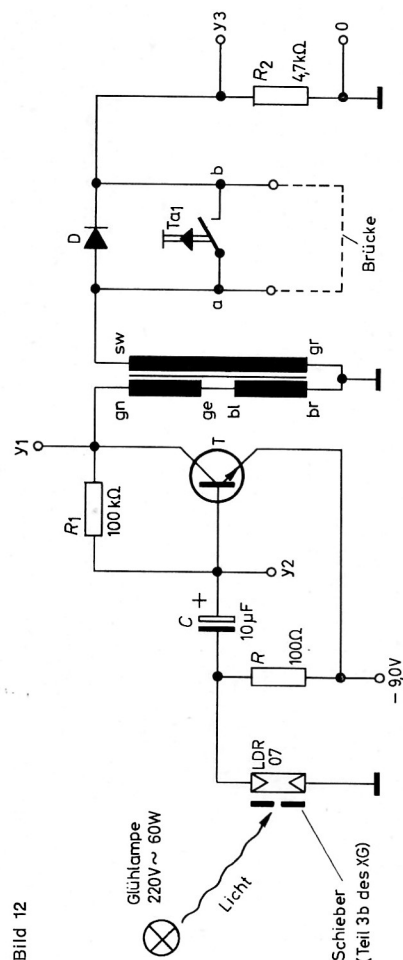


Bild 12

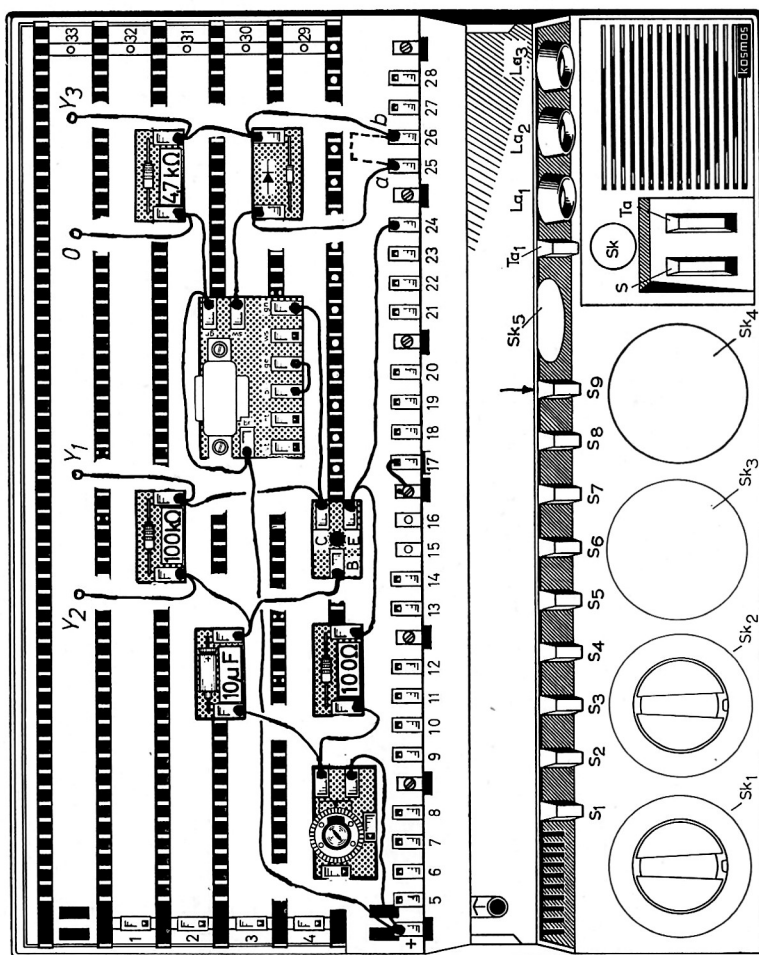


Bild 13

daß es genau dem von Bild 7 gleicht. Die als $U_{ss\text{ aus}}$ geforderte Höhe Spitze-Spitze von 5 cm können wir mit dem LDR-Schieber nachstellen, die übrige Einstellung geschieht mit dem Knopf „VARIABLE“ und der Synchronisation am Oszilloskop.

Zum Ausmessen der Verstärkung gehen wir jetzt mit dem Oszilloskopanschluß an Y_2 (aber ohne die Einstellung zu verändern!). Die Kurve wird ganz flach, und wir schalten die Empfindlichkeit auf 0,05 V/cm zurück, um U_{ss} einmessen zu können. Angenommen, die Kurve ist (Spitze-Spitze) nun 1,75 cm hoch (kann auch kleiner oder größer sein), so ergibt sich folgende Rechnung:

$$U_{\text{max}} = 5 \text{ cm} \times 1 \text{ cm/V} = 5 \text{ V}$$

$$U_{\text{eff}} = 1.75 \text{ cm} \times 0.05 \text{ cm/V} = 0.0875 \text{ V}$$

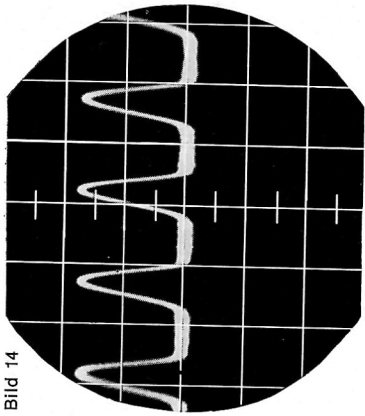
Verstärkung = $U_{\text{aus}} : U_{\text{ein}} = 5 : 0,0875 = 57,1\text{fach}$.

Wäre die Kurve nach dem Umschalten 2,5 cm hoch, so ergäbe sich eine 40fache Verstärkung.

13. Gleichrichten einer Wechselspannung

Wir wollen uns jetzt einmal die Gleichrichterwirkung unserer Diode ansehen. Dazu benutzen wir die Schaltung aus dem vorigen Kapitel (Bilder 12/13).

Wir schalten die Empfindlichkeit des Oszilloskops wieder auf 1 V/cm , die sonstigen Ein-



stellungen sollen wie auf Bild 7 bleiben. Den Eingang verbinden wir mit y_3 und 0 (rote Apparatklemme an y_3). Dann stellen wir mit LDR-Schieber, Knopf „VARIABLE“ und der Synchronisation ein Kurvenbild ein, das dem von Bild 7 gleicht.

Nun schalten wir den Schalter links unten von „AC“ auf „DC“ (dadurch ändert sich das Bild nicht). Dann nehmen wir die Brücke zwischen a-b heraus. Dadurch wird die Diode D wirksam, und es ergibt sich der Kurvenzug nach Bild 14, bei dem die negativen Halbwellen abgeschnitten sind. Sobald wir den Taster Ta drücken, ist die Diode wieder kurzgeschlossen und die volle Wechselspannung wieder sichtbar. Wegen des dann fehlenden Lastanteils steigt die Spannung etwas an, und die Kurve wird ein wenig größer.

Wenn wir bei losgelassenem Taster von „DC“ auf „AC“ schalten, sinkt die abgebildete Halbwellenkurve insgesamt um ca. 0,7 cm nach unten. Woher kommt das? Durch den in das Oszilloskop eingebauten Kondensator, der in Stellung „AC“ wirksam wird, ist der Eingang des Oszilloskops gleichspannungsmäßig von der Schaltung getrennt, und es bildet sich eine Durchschnitts-Mittellinie aus, um welche sich die abgebildete Kurve rankt, wobei umhüllte Flächen über und unter der neuen Mittellinie gleich groß sind, auch wenn die Begrenzungslinien unsymmetrisch und unregelmäßig verlaufen. Die Lage der dann wirklichen Mittellinie kann man durch Umschalten von „AC“ auf „GD“ sichtbar machen.

14. Abbildung von Gleichspannungspotentialen in Stellung „DC“

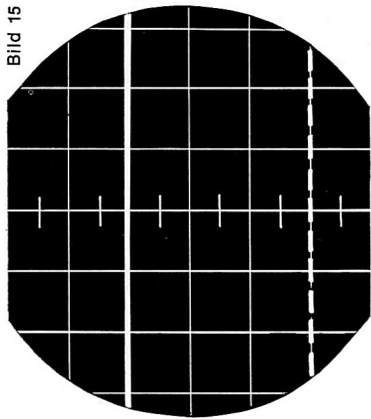
Aus Kapitel 9 wissen wir, daß in der Oszilloskoptröhre ein Elektronenstrahl erzeugt wird, der den Leuchtschirm von hinten trifft und dabei einen Lichtpunkt erzeugt. Dieser Elektronenstrahl muß zum „Schreiben“ von Kurven „abgelenkt“ werden. Dazu sind über und unter ihm zwei Platten für die Vertikalablenkung angebracht, so daß der Strahl sozusagen zwischen zwei Kondensatorplatten hindurchgeleitet wird. Macht man die eine davon negativ und die andere positiv, so werden die als Strahl zwischen den Platten hindurchfliegenden Elektronen von der negativen „Ablenk“-Platte abgestoßen und von der positiven angezogen. Der Strahl biegt also zwischen den Ablenkplatten ab und trifft eine entsprechend weiter seitlich liegende Stelle des Leuchtschirmes. Legt man eine Gleichspannung an die Platten, so hat der Knick im Strahl einen bestimmten, der Höhe der Gleichspannung entsprechenden Winkel.

Natürlich gibt es noch ein zweites Plattenpaar, das rechts und links vom Strahl angeordnet ist und für die Horizontalablenkung sorgt.

Geben wir auf die Horizontal-Ablenkplatten die Sägezahn-Wechselspannung der Zeitablenkung, so entsteht ein waagerechter Strich. Die Lage dieses Striches ändert ihre Höhe, wenn wir auf den Vertikaleingang eine Gleichspannung geben und den Schalter links unten auf „DC“ (= direct current, was hier Gleichspannung bedeutet) stellen.

Zum Versuch schalten wir „TIMEBASE“ auf den Strich zwischen 10 und 50 und drehen „VARIABLE“ an den rechten Anschlag. Die Empfindlichkeit „VERT.AMP.“ stellen wir auf 2 V/cm und den Schalter rechts unten auf „DC“.

Dann verbinden wir sowohl die rote als auch die schwarze Apparatklemme mit Klemme 24 (– 9,0 V) des XG-Chassis, welches keine Schaltung trägt, und schalten die Schalter S_4 , S_5 , S_6 , S_7 , S_8 und S_9 ein.



Mit dem linken kleinen Knopf (senkrechter Doppelpfeil) unter dem Leuchtschirm stellen wir den Strich auf die unterste Linie ein (auf Bild 15 gestrichelt eingetragen). Dann lösen wir den von der roten Apparatklemme kommenden Draht aus Klemme 24 und tasten damit nacheinander die Klemmen 23, 22, 21, 12, 7 und + ab, wobei der Strich jedesmal höher erscheint, solange wir eine dieser Klemmen berühren.

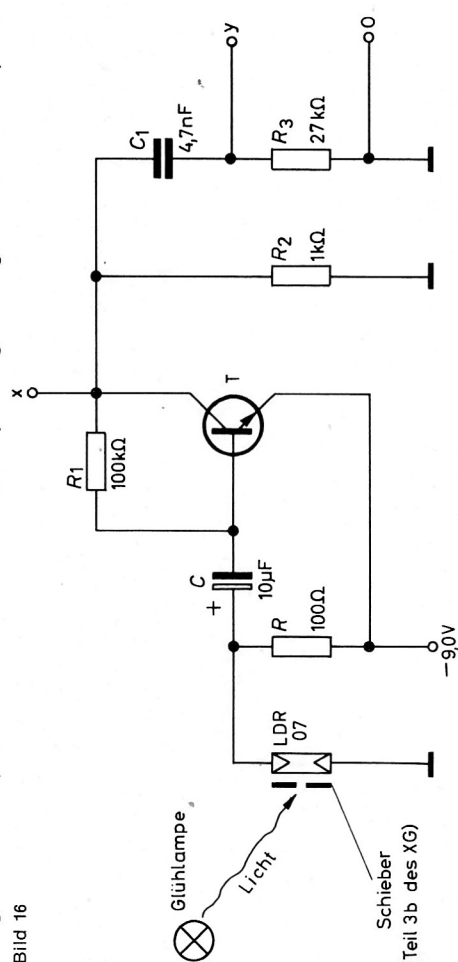
Von einer zur nächsten Klemme steigt die Spannung ja um 1,5 V und bei Berühren der Klemme 12 (– 3,0 V) ist die Spannung gegenüber der Klemme 24 (– 9,0 V) um 6 V gestiegen. Da die Empfindlichkeit 2 V/cm eingestellt ist, steht der Strich in diesem Fall 3 cm über seiner Anfangslage (Bild 15). Die Höhenverschiebung kann gut zum Messen von Gleichspannungen herangezogen werden, wobei auch ganz schwache Gleichspannungen gemessen werden können, wenn die Empfindlichkeit entsprechend eingestellt wird. Diese Meßmethode hat besonders bei kleinen Spannungen einen Vorteil gegenüber der Messung mit gewöhnlichen Zeigerinstrumenten: Der Eingang des Oszilloskops belastet die Schaltung unabhängig von der Empfindlickeinstellung immer nur mit 1 M Ω .

Sehr oft sind abzubildende ganz schwache Wechselspannungen mit Gleichspannungen überlagert, die viel höher sind. Bei Empfindlickeinstellungen von 0,1 oder 0,05 V/cm würde der Strich schon bei einer Gleichspannungsüberlagerung von nur 1,5 V hinter dem oberen Rand des Leuchtschirmes verschwinden, so daß keine Kurve mehr abgebildet werden könnte, wenn man das Oszilloskop in Stellung „DC“ betriebe. Daher wird in Schalterstellung „AC“ (= alternating current, was hier Wechselspannung bedeutet) ein Kondensator zwischengeschaltet, der die Gleichspannung abriegelt, so daß auch Kurven ganz schwacher Wechselspannungen ohne Rücksicht auf überlagerte Gleichspannungen in Schirmmitte abgebildet werden können.

15. Externe Horizontalablenkung

Die externe Horizontalablenkung wird gebraucht, um den Vergleich von Phasenverschiebungen oder Frequenzdifferenzen zweier Wechselspannungen mit gemeinsamem Nullpunkt

Bild 16



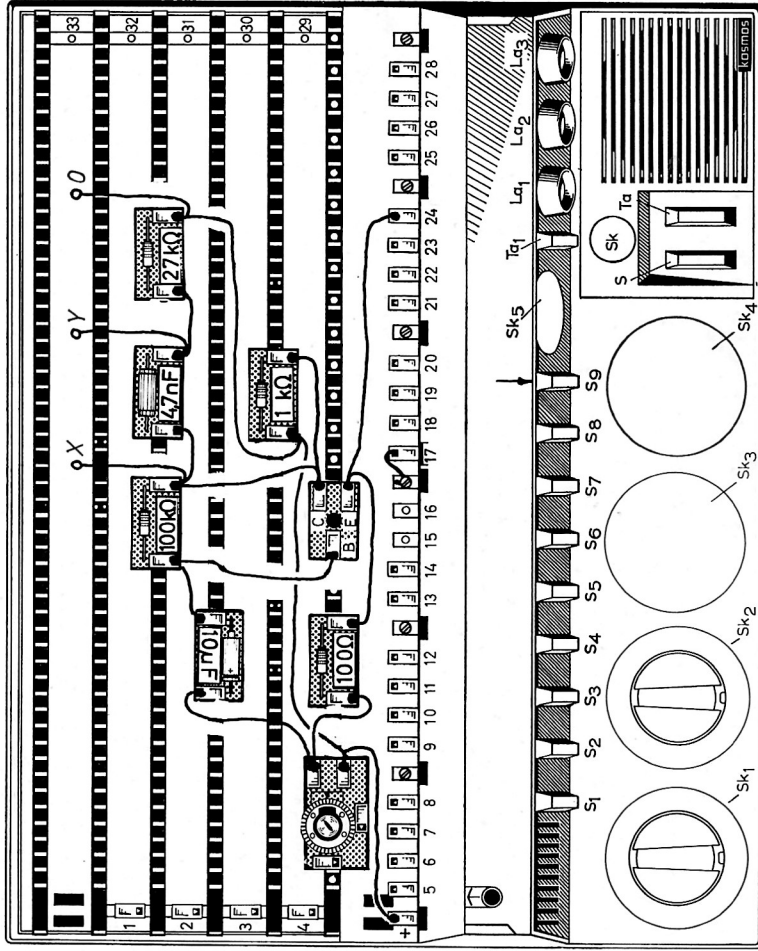
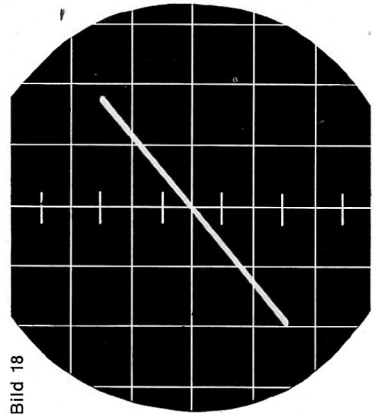


Bild 17

sichtbar zu machen. Wir wollen die externe Horizontalablenkung mit einer einfachen Schaltung zur Abbildung von Phasenverschiebungen ausprobieren. Wir benötigen dazu die zweite Buchse von rechts „AC“ des Horizontal-Eingangs „HOR.INP“ (= Horizontal-Input). **Achtung:** An diese Buchse darf nur eine mit Bananenstecker versehene Leitung angeschlossen werden; niemals Drähte ohne Stecker in Buchsen des Oszilloskops einstecken! Wir versehen also einen Draht mit dem Bananenstecker, der dem XO beigegeben ist. Dann bauen wir die Verstärkerschaltung (Bild 16) nach Bild 17 auf. (Achtung, Polarität des Elkos C ist der von Bild 12 entgegengesetzt, weil der Collector von T hier über 1 k Ω versorgt wird. Dadurch ist die über R_1 zugeführte Basisspannung hier geringer.)

Bild 18



Dann stellen wir das Oszilloskop so ein wie auf Bild 7, die Empfindlichkeit aber auf 1 V/cm, und schließen sowohl die von „HOR.INP“ (Buchsen „AC“ kommende Leitung als auch den von der roten Apparatklemmen kommenden Draht bei X (also an den Collector von T) an. Die schwarze Apparatklemme verbinden wir mit 0. Mit dem LDR-Schieber stellen wir den Kurvenzug von Bild 7 ein, aber so, daß er nur 3 cm hoch ist (Spitze-Spitze). Dann schalten wir den Knopf „TIMEBASE“ auf Stellung „EXT.“ und erhalten das als Bild 18 wiedergegebene Schirmbild. Die-

ser schräge Strich liegt, wenn die Horizontal- und Vertikalspannung gleich groß sind und der Vertikaleingang des Oszilloskops dieselbe Empfindlichkeit hat wie der Horizontaleingang, genau 45° schräg, sofern die beiden Spannungen gleiche Frequenz und gleiche Phasenlage haben. Den Einfluß der Empfindlichkeit des y-Eingangs auf Größe und Lage des Striches können wir sehen, wenn wir die y-Empfindlichkeit von 1 V/cm auf 2 V/cm schalten. Der Strich wird kürzer und liegt flacher.

Wir achten darauf, daß die Beleuchtung des LDRs nicht unterbrochen wird, weil sonst der Strich zu einem Punkt zusammenschrumpft (Einbrennengefahr!).

Nach diesem Versuch schalten wir den Knopf „TIMEBASE“ wieder zurück (so daß die Markierung wieder nach unten zeigt). Dann nehmen wir den zur roten Apparatklemme führenden Draht vom Collector des Transistors weg und verbinden ihn mit Punkt y der Schaltung.

Dann stellen wir die Empfindlichkeit auf 0,05 V/cm ein und regeln die Höhe (Spitze-Spitze) der abgebildeten Kurve nötigenfalls auf 5 cm nach. Schalten wir jetzt den Knopf „TIMEBASE“ auf „EXT.“, so erhalten wir eine eiförmige Kurve (Bild 19), deren Höhe wir durch Zurückschalten auf 0,1 V/cm ändern können.

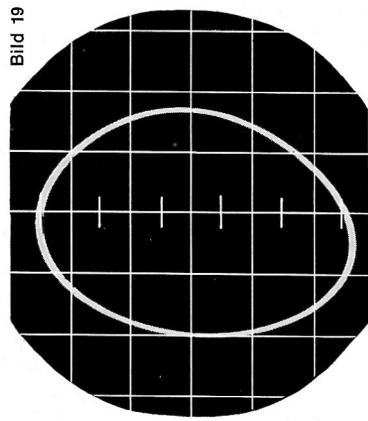
Wir achten darauf, daß die Beleuchtung des LDRs nicht unterbrochen wird, weil der Kreis mit Abnahme der LDR-Beleuchtung schrumpft und sich sonst zu einem Punkt zusammenzieht (Einbrennengefahr!). Wenn wir den Lichtstrahl mehrmals hintereinander mit der Hand ganz kurz verdunkeln, werden bewegte, spiralförmige Schnörkel abgebildet.

Bei sinusförmigen Wechselspannungen gleicher Höhe und Frequenz ergäbe sich bei einer Phasenlage von 90° genau ein Kreis, wenn x- und y-Eingang des Oszilloskops gleiche Empfindlichkeit hätten. Nimmt die Phasenverschiebung ab, so ändert sich der Kreis zur Ellipse, die immer schmaler wird und sich bei Phasenverschiebung Null zu einem schrägen Strich zusammenzieht. Auf diese Weise mißt man auf Oszilloskopschirmen mit entsprechender Stricheinteilung die Größe von Phasenverschiebungen. Haben die beiden Wechselspannungen verschiedene Frequenzen, so ergeben sich verschlungene Figuren, z. B. liegende 8 oder kronenartige Gebilde, deren Zackenzahl auf das Frequenzverhältnis der beiden Wechselspannungen schließen läßt. Haben die Frequenzen kein ganzzahliges Verhältnis zueinander, beginnen die Figuren sich zu drehen. Diese Figuren werden „Lissajous-Figuren“ genannt.

(Die Buchse „HOR.INP“ – „DC“ entspricht der DC-Schaltung der Vertikalablenkung, führt also ohne Zwischenkondensator zur Horizontalablenkung.)

Wir schalten „TIMEBASE“ nun wieder von „EXT.“ weg und entfernen die Leitung zum „HOR.INP“, weil wir alle folgenden Versuche mit der geräteeigenen Zeitablenkung durchführen werden.

Bild 19



16. Sägezahn- und Rechteckspannung

Wir bauen die Schaltung des astabilen Komplementär-Multivibrators (Abb. 126/127) aus dem XG auf. Als Kondensator C setzen wir den 4,7-nF-Kondensator ein, als R_2 nehmen wir 4,7 k Ω , die Klemmen a und b verbinden wir durch die Drahtbrücke, wie auf Abb. 127

mit Pfeil angedeutet. Den Anschluß 0 des Oszilloskops verbinden wir mit der Basis von T, den Anschluß y mit der Verbindung zwischen C und R₂, so daß der Oszilloskop-eingang parallel zu C liegt.

Wenn wir nun das Oszilloskop auf „AC“, die Empfindlichkeit auf 2 V/cm, „SYNC“ auf „+ Int.“ und „TIMEBASE“ zwischen 200 und 1 k schalten, bekommen wir eine sogenannte Sägezahnkurve zu sehen (P der Schaltung und „VARIABLE“ abwechselnd verstellen, bis mehrere Zacken sichtbar werden, Bild dann mit Synchronisationsknopf anhalten, vgl. Kapitel 11).

Nehmen wir den Anschluß 0 von der Basis des Transistors T weg und legen ihn statt dessen an den Emitter von T, legen wir dann den Anschluß y an den Collector von T, so daß der Oszilloskopeingang parallel zum Lämpchen liegt, sehen wir bei gleicher Einstellung eine Rechteckkurve.

17. Noch ein paar Tips

Um den Leuchtschirm zu schonen, sollte man die Helligkeit niemals weiter aufdrehen als zur Betrachtung des jeweiligen Kurvenzuges notwendig. Wenn man sich aus schwarzem Karton einen Tubus anfertigt und ihn auf den Rand der Leuchtschirmumrahmung steckt, liegt der Leuchtschirm im Schatten, und das Bild wird auch bei geringerer Helligkeitseinstellung besser sichtbar.

Ist der Anschluß y offen, das Ende eines der beiden Eingangsdrähte y und 0 also nicht angeschlossen, so zeigen sich bei Einstellung auf größere Empfindlichkeit „ausgefranzte“ Kurvenzüge, die von elektrischen Störfeldern herrühren, wie sie in jedem Haus vorhanden sind, in dem elektrische Leitungen verlegt sind.

Noch eine Bemerkung zu den Fremdwörtern: Oszilloskop bedeutet „Schwingungsseher“, früher nannte man solche Geräte Oszillograph (Schwingungsschreiber). Das Kurvenbild nennt man „Oszillogramm“, das Arbeiten mit dem Oszilloskop heißt eingedeutscht „oszillografieren“. Das eigentlich richtigere Wort „Oszilloskopieren“ hat sich nicht durchgesetzt. Die Wörter stammen aus dem Griechischen (skopein = sehen, graphen = schreiben).

18. Durchmessen von Schaltungen

Beim Durchmessen von Schaltungen, an die eine Erdleitung angeschlossen ist, muß der Anschluß 0 des Oszilloskops an die geerdete Stelle der Schaltung gelegt werden. Weil der Anschluß 0 des Oszilloskops über den Schutzkontakt des Netzsteckers mit Erde verbunden ist, würde sonst ein Teil der zu messenden Schaltung kurzgeschlossen.

Zum Durchmessen einer Schaltung können wir das Oszilloskop an Eingang oder Ausgang jeder Transistorstufe legen (vgl. Kapitel 12), können es aber auch an den Eingang oder den Ausgang der Gesamtschaltung legen, z. B. parallel zum Lautsprecher (besser parallel zur Primärseite des NF-Trafos, an dessen Sekundärseite der Lautsprecher liegt).

Natürlich können wir mit dem Oszilloskop auch den Schwingungseinsatz eines RC-Generators (und auch sonstiger Schwingungsschaltungen) beobachten. Als Beispiel dafür bauen wir die Schaltung nach Abb. 136/137 aus dem XS auf. y kommt an den Collector von T und 0 an – 9,0 V. Die Empfindlichkeit stellen wir auf 3 V/cm und „TIMEBASE“ zwischen 1 k und 5 k. Schalterstellung: hier und bei den folgenden Versuchen auf „AC“.

Wenn wir P zunächst an den rechten Anschlag stellen und dann ganz langsam links-

herum drehen, erscheinen erst flache Sinusschwingungen, die dann größer und schließlich übersteuert werden (abgeflachte Kuppen).

Zum Sichtbarmachen einer HF können wir das Oszilloskop an den Schwebungssumme (Abb. 129/130 des XS) zwischen die Klemmen 2 und 3 von L (oder auch von L₂) anschließen. S₂ und S₃ nach unten schalten, Oszilloskop-Einstellung 2 V/cm, „TIMEBASE“ zwischen 100 k und 500 k.

Abnahme des Mischergebnisses (wenn Ton hörbar ist) parallel zur Diode oder zwischen rot und braun des Trafos mit 0,05 V/cm und „TIMEBASE“ zwischen 200 und 1 k. Wir sehen, daß die erzeugten Schwingungen keineswegs den erwarteten, sauberen Sinusverlauf haben und die Kurvenform an L₂ sich durch Umschalten von S₃ ändert.

Interessant ist auch, die als Abb. 59 a – e im XR wiedergegebenen Oszillogramme (mit Ausnahme von b, das mit einem Zweistrahloszilloskop gewonnen wurde) sichtbar zu machen. Dazu bauen wir die Schaltung nach Abb. 56/57 des XR auf. Die Erdung lassen wir weg und schließen statt dessen 0 des Oszilloskops bei allen Einstellungen mit dieser Schaltung an – 9,0 V an. Schalter S₁ und S₂ kommen nach oben, S₃ nach unten.

Zum Sichtbarmachen der Kurve a kommt y an den Schleifer von P, Einstellung 5 V/cm, „TIMEBASE“ zwischen 10 und 50. Die Darstellung erscheint etwas breiter als auf Bild 59a.

Bild 59c ist Teilausschnitt eines Oszillogramms. Wir legen zum Sichtbarmachen y an Anschluß 0 des Trafos. Alle drei Schalter S₁, S₂ und S₃ kommen nach oben. Einstellung 0,1 V/cm, „TIMEBASE“ zwischen 50 und 200. Synchronisationsknopf zunächst an linken Anschlag, Schalter auf „+ Int.“ stellen. Nun „VARIABLE“ langsam vom rechten Anschlag nach links drehen, bis Figur langsam von links nach rechts durchwandert. Wenn Teilfigur von Bild 59c in die rechte Bildhälfte wandert, mit Synchronisation anhalten. (Achtung, Gesamtfigur hat zwei Stellen, an denen Synchronisation angreifen kann, nur an einer von ihnen ist aber die gewünschte Figur zu sehen).

Zur Wiedergabe von Bild 59d kommt y an Basis von T₃ (S₁, S₂ und S₃ bleiben oben). Einstellung 2 V/cm, „TIMEBASIS“ zwischen 10 und 50, Synchronisation auf „+ Int.“.

Zur Wiedergabe von Bild 59e kommt y an Collector von T₃ (S₁, S₂ und S₃ bleiben oben). Einstellung 0,5 V/cm, „TIMEBASIS“ zwischen 10 und 50, Synchronisation auf „– Int.“.

Jetzt sind wir soweit, daß wir Schaltungen aus allen Kästen des KOSMOS-Elektronik-Labors X mit unserem Oszilloskop selbständig untersuchen können.

19. Bedeutung der Abkürzungen an Knöpfen und Schaltern

AC: alternating current = hier: Wechselspannung

DC: direct current = hier: Gleichspannung

ext: extern = muß von außen zugeführt werden

FOCUS: Fokussierung = Scharfeinstellung

GD: ground direct = Vertikaleingang an Masse gelegt

HOR.INP.: horizontal input = Horizontaleingang

Int.: intern = im Oszilloskop eingebaut

INTENS: Intensität

OFF: aus

SYNC: Synchronisation

SYNC.EXT.: Fremdsynchronisation

TIMEBASE: Zeitbasis für Horizontalablenkung

VARIABLE: veränderlich = Feineinstellung der Zeitbasis

VERT.AMPL.: Vertikalamplitude

VERT.INP.: vertical input = Vertikaleingang

X-AMPL.: Horizontalamplitude

**Und jetzt weiterexperimentieren
mit der modernen IC-Technik: KOSMOS hat's**



Mit modernsten Bauelementen der Weltraumelektronik und Computertechnik kann jetzt jeder ohne viel Theorie raffinierte elektronische Geräte für Hobby und Praxis verwirklichen. Ob er sich eine Parklicht-Automatik, ein Farbunterscheidungs-Gerät, einen akustischen Be-lichtungswächter fürs Fotoatelier, einen Blitzmelder mit Binär-Zähler, ein Gerät für Reak-tionsduelle, einen Trefferanzeiger für elektronischen Schießstand, eine Lichtschranke mit Binär-Zähler oder logische Schaltungen (NAND, NOR, XOR usw.) für Programmsteuerungen bauen will, alle Schaltungen lassen sich dank des unübertroffenen KOSMOTRONIK-Systems im Handumdrehen ohne besonderes Werkzeug und ohne Löten aufbauen.

Im Experimentierbuch sind mehr als 80 gefahrlose Versuche mit über 50 Schaltungen und Geräten beschrieben. Außerdem enthält es ein Kompendium der Digitaltechnik. Der Kasten ist reichhaltig mit elektronischem und mechanischem Material ausgerüstet, darunter mo-dernste Bauelemente wie IC, Fotowiderstand, Heißleiter, Siliziumtransistoren usw. Mit einem weiteren Elektronik-Studio 20 läßt sich das Versuchsprogramm so erweitern, daß man z. B. ein aktives Mischpult mit Umblender, einen Synchronblitzer und zahlreiche andere Schal-tungen für Foto-, Tonband- und Modellbahnfreunde zusammenbauen kann.



Die Vorteile des KOSMOTRONIK-Systems wer-den mit diesem Aufbau-Set nun auch außer-halb der KOSMOS-Experimentierkästen an-wendbar. Jetzt können professionelle und semi-professionelle Anwender, Amateure und Bastler Schaltungen mit ihren eigenen elek-tronischen Bauteilen aufbauen; alle mechani-schen Teile des KOSMOTRONIK-Systems, von den Aufbauplatten bis zu den Übergangs-Norm-Buchsen, IC-Schaltkreis- bzw. Transistor-Fassungen, Batterie-Halterungen usw. sind nun für alle erreichbar, die keinen Experimen-tierlehrgang brauchen.

Erhältlich im Hobby- und Spielwarenfachhandel

KOSMOS-VERLAG · 7000 Stuttgart · Postfach 640