

Schuco[®]

ELECTRONIC



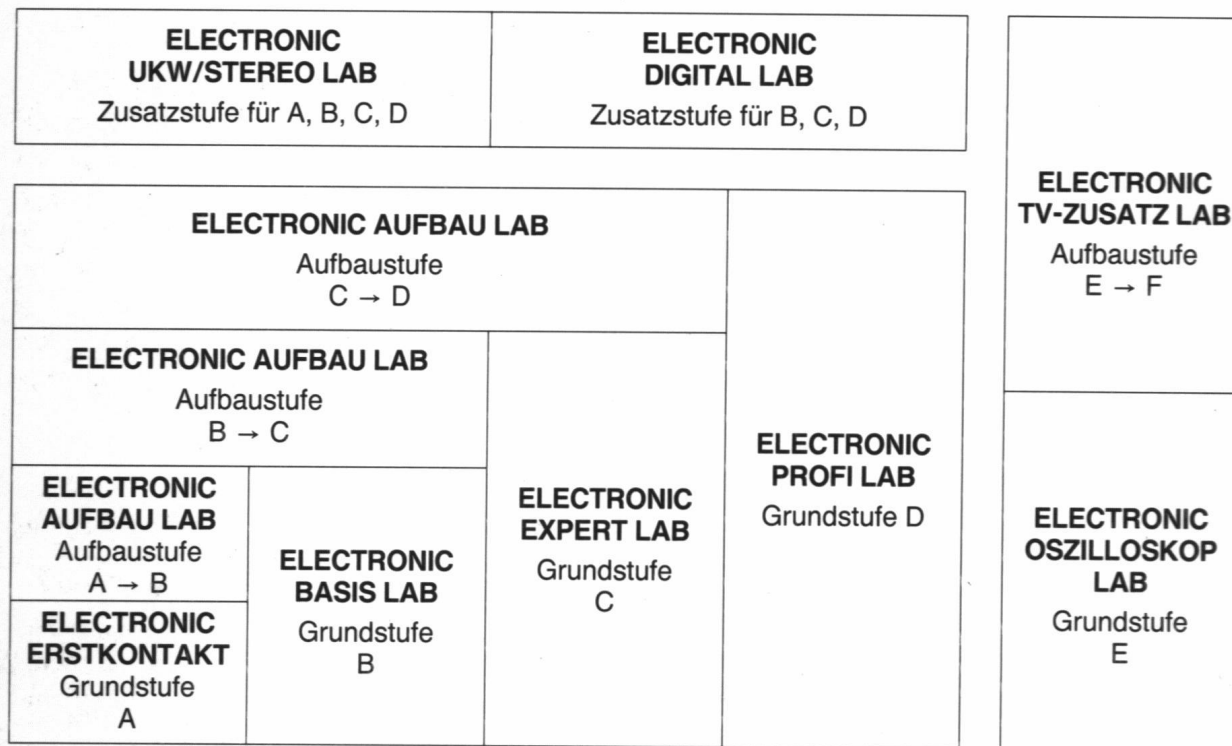
EXPERIMENTIER-
TECHNIK

Ⓛ

6105/6205

Anleitungsbuch
Electronic-Oszilloskop-Lab
Grundstufe E

Electronic-TV-Zusatz-Lab
E → F



Sicher haben Ihnen die Experimente, die Sie mit diesem Electronic-Grundkasten gebaut haben, gefallen. Möchten Sie noch mehr über dieses interessante Gebiet erfahren? Die Grafik zeigt Ihnen den Weg, mit welchen Kästen Sie Ihr Hobby ausbauen können.

© Philips GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und fotomechanische Wiedergabe — auch auszugsweise — nicht gestattet.

Wir übernehmen keine Gewähr, daß die in diesem Buch enthaltenen Angaben frei von Schutzrechten sind.

Technische Änderungen vorbehalten.

OSZILLOSKOP TV-ZUSATZ LAB

Anleitungsbuch

Vertrieb:

Georg Adam Mangold GmbH & Co. KG
Lange Straße 69—75, 8510 Fürth/Bayern
Telefon (09 11) 7 81 81

Vorwort

Elektrizität und Elektronik zu verstehen wird dadurch erschwert, daß nichts direkt gesehen werden kann. Die Auswirkungen lassen zwar Schlüsse zu, aber oftmals sind die Auswirkungen auch nur dürftige Hilfsmittel.

Mit einem Oszilloskop wie in diesem Oszilloskop Lab läßt sich Licht in die unsichtbaren Vorgänge bringen. Jetzt wird erkennbar, wie elektrische Spannungen an elektronischen Bauelementen verlaufen. Nun erhält ein künstlicher Horizont eine ganz andere Bedeutung, wenn sichtbar ist, wie die Verschiebung zur Horizontalen erzielt wird. Kennlinien von Transistoren und Dioden sprechen für sich, wenn sie auf dem Oszilloskop erscheinen. Zahlreiche elektronische Grundschaltungen lassen sich — mit genauen Anleitungen selbstverständlich — leicht und problemlos untersuchen.

Der Höhepunkt der Experimentiertechnik aber ist der Fernsehempfänger des TV-Zusatz Lab. Mit wenigen zusätzlichen Modulen entsteht in kurzer Zeit ein kompletter Fernseher, der — mit entsprechender Antenne — ein gestochen scharfes Bild und einen klaren Ton liefert. Und auch dazu gibt es sehr ausführliche Erläuterungen. So werden die komplizierten Vorgänge um das Fernsehen leicht verständlich. Auch Anfänger im Experimentieren haben nichts zu befürchten: Genaueste Verdrahtungspläne zu den Schaltbildern räumen alle Schwierigkeiten aus dem Weg.

Liebe Eltern,

Sie haben ein Qualitäts-Produkt erworben, das dem Stand der Technik entspricht und damit die gültigen Sicherheitsbestimmungen erfüllt.

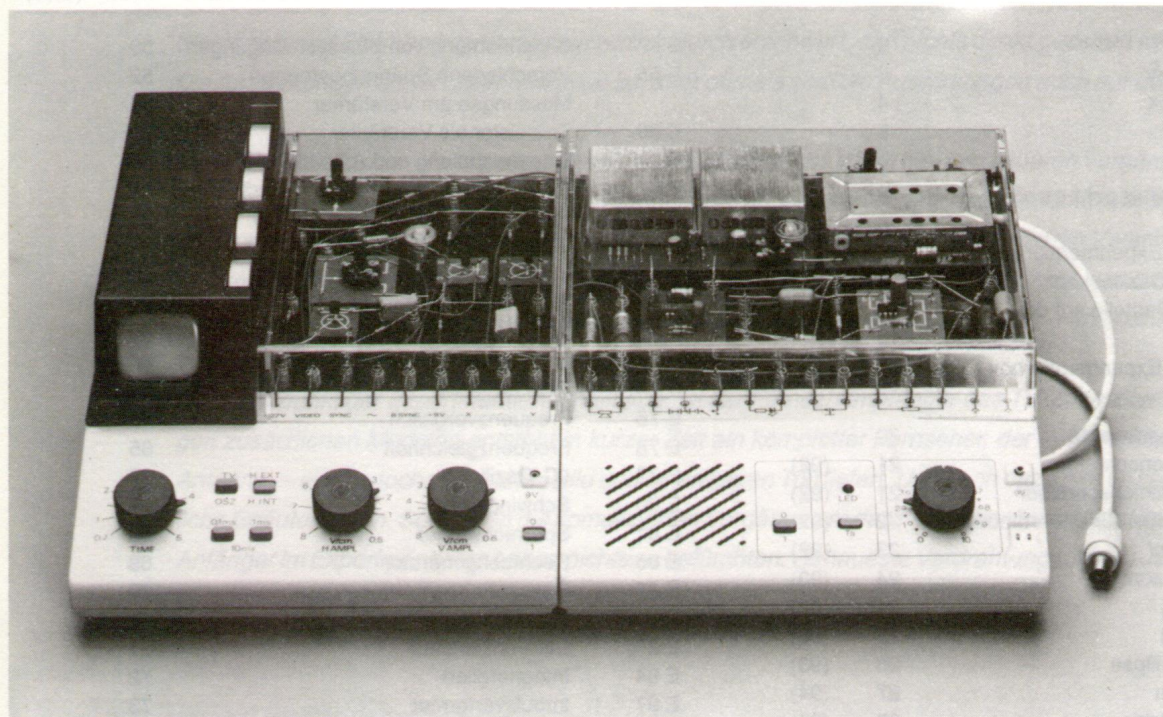
Bedenken Sie aber auch, daß der Umgang mit der Netzspannung immer Gefahren in sich birgt und daher bitten wir Sie, Ihre Kinder zu entsprechend vorsichtigem Verhalten anzuleiten.

Wir möchten Sie außerdem darauf hinweisen, daß Sie verpflichtet sind, jeden Sicherheits-Transformator, jede Ladeeinheit und jeden Netzadapter regelmäßig auf mögliche Gefahren, wie z. B. Schäden am Gehäuse, am Stecker und an der Leitung zu untersuchen. Falls Sie solche Schäden feststellen, darf das Spielzeug nicht weiterbenutzt werden, bis der Schaden ordnungsgemäß behoben ist. (VDE-Vorschrift 700, Teil 210, Seite 6)

Expe- riment	Seite	(Seite)	Expe- riment	Seite	(Seite)
Vorwort	2		E 47	Gleichrichtung von Sinusschwingungen	50
Inhaltsverzeichnis	3		E 55	Verschiedene Spannungsformen	52
Experimentierbox	4			Messungen am Verstärker	55
Bauteile	5		E 60	Transistor als Verstärker	55
Ohne Vorbereitung geht es nicht	8		E 61	Gegenkopplung und Arbeitspunkt	56
Bauteile	8		E 62	Phasenlage in einer Verstärkerschaltung	57
Vorbereiten der Experimentierbox E	10		E 64	Phasenlagen zwischen 0° — 180°	60
Bedienung des Oszilloskops	14		E 68	Gegenkopplung durch Emittterwiderstand	61
Befestigen der Bauteile auf der			E 71	Verstärker in Kollektorschaltung	62
Grundplatte	16		E 72	Phasenumkehrstufe	64
Vorbereiten der Experimentierbox F	18		E 73	Phasenverschiebung auf dem Oszilloskop	64
				Messungen an Oszillatoren	64
Bildschirm-Experimente	20		E 74	RC-Oszillator	64
E 1	Dioden-Kennlinienschreiber	21 (92)	E 75	Frequenzvergleich	65
E 2	Transistor-Kennlinienschreiber	21 (92)	E 76	Frequenzgleichheit	65
E 3	Kennlinienschreiber für Zenerdioden	22 (92)	E 77	LC-Oszillator	67
F 4	Sprachanalysator	23 (92)	E 80	Schwingkreis	67
E 5	Künstlicher Horizont	24 (93)	E 81	Sperrschwinger	68
E 6	Kreisdarstellung	24 (93)	E 86	Rechteckgenerator	69
F 7	Schallsteuerung	25 (93)	E 87	Sägezahn-generator	70
F 8	Vom Kreis zur Ellipse	26 (93)		Impulserzeuger	71
E 9	Lissajou-Figuren	27 (94)	E 89	Differenzglied	71
E 10	Frequenzvergleich	27 (94)	E 94	Integrierglied	72
E 11	Herzschlagimpulse	28 (94)	E 97	Impulsverformer	73
F 12	Metronom	29 (94)		Kippschaltungen	74
F 13	Elektronische Trommel	30 (95)	E 98	Astabiler Multivibrator	74
			E 101	Monostabiler Multivibrator	75
F 14/F 15	Fernsehempfänger	31 (95)	E 102	Bistabiler Multivibrator	76
			E 103	Schmitt-Trigger	77
Elektronen — sichtbar gemacht	34			Bildröhren-Einheit	78
E 16	Widerstände, Kondensatoren und Spulen	34		Bedienungspult	80
E 17	Reihenschaltung von Widerständen	35		Fernsehtechnik	81
E 19	Parallelschaltung von Widerständen	37		Fernseh-Normen und Kanäle	86
E 20	Das Potentiometer — ein veränderbarer			Meßpraxis	90
	Widerstand	37			
E 22	LDR im Spannungsteiler	38	E 108	Morseübungsgerät	90
E 23	Kondensatoren als Spannungsteiler	39	E 109	Variabler Tongenerator	90
E 28	Hoch- und Tiefpaß	42	E 110	Infrarot-Sender	91
E 39	Messungen am Transformator	44	E 111	Infrarot-Empfänger	91
E 41	Der Schwingkreis — Resonanz	45		Von Experten für Experten	92
	Wechselspannungen	47			
E 43	Sinusschwingungen	47			

Experimentierbox

Kombination der Grundstufe **E** mit TV-Zusatz Lab **E → F**



Experimentierfeld

Bedienungspult

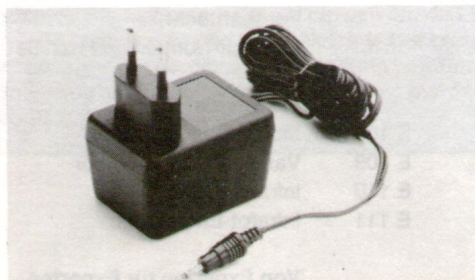
Experimentierbox E

Regler TIME	Schalter Kombi- nation	Regler H AMPL	Regler V AMPL	Anschluß für Netzteil
				Ein- Aus- Schalter

Experimentierbox F

Lautsprecher	LED	Potentiometer	Außenan- schlüsse 1 u. 2
	Tast- schalter		

Als Zubehör lieferbar:
Steckernetzteil 6-6155
(VDE-geprüft)



Nur Netzteil verwenden, das
Gleichspannung 9 Volt bei einer
Leistung von 300 — 450 mA abgibt.
Der Pluspol muß am vorderen
Kontakt des Klinkensteckers liegen.

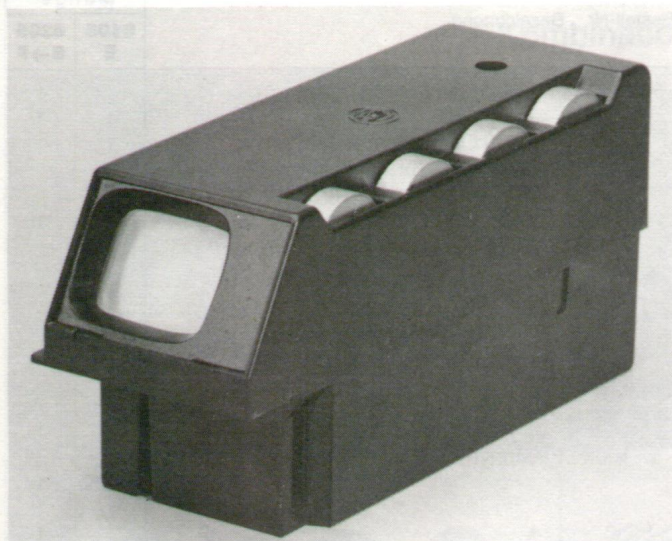
Bauteile des Oszilloskop Lab E 6105 und des Fernseh Lab E → F 6205

Bestell-Nr.	Bezeichnung	Menge	
		6105 E	6205 E→F
349.2635	Platine mit Bedienungselementen E Regler TIME V AMPL H AMPL Umschalter FS — OSZ H INT — H EXT 0,1 ms — 10 ms 1 ms — 10 ms Schiebeschalter Netzanschlußbuchse Federleiste, 11-polig	1	
2548	Platine mit Bedienungselementen F Tastschalter Schiebeschalter Potentiometer, 10.000 Ohm Leuchtdiode, rot Vorwiderstand, 470 Ohm Federleiste, 13-polig Federleiste, 2-polig Netzanschlußbuchse		1
2633	Bildröhreneinheit Regler für Helligkeit Schärfe Vertikal-Ablenkung Horizontal-Ablenkung	1	
2626	Gehäuse E	1	
2549	Gehäuse F (B)		1
2627	Rahmeneinsatz E	1	
2550	Rahmeneinsatz F (B)		1
2628	Frontplatte für Bedienungspult E	1	
2552	Frontplatte für Bedienungspult F (B)		1
2632	Grundplatte E	1	
2521	Grundplatte		1
2629	Abdeckhaube E	1	
2523	Abdeckhaube		1
2553	Batteriehalter	1	
2554	Zeigerknopf	3	1
2534	Knopfaufsatz für Schiebeschalter	5	1
1004	Widerstand 1 Ohm (braun, schwarz, gold) 10 Ohm (braun, schwarz, schwarz) 47 Ohm (gelb, violett, schwarz) 100 Ohm (braun, schwarz, braun) 180 Ohm (braun, grau, braun) 220 Ohm (rot, rot, braun) 470 Ohm (gelb, violett, braun) 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)		1 1 1 1 1 1 1 2

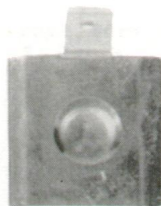
Bestell-Nr.	Bezeichnung	Menge	
		6105 E	6205 E→F
349.1004	1.500 Ohm (braun, grün, rot) 2.200 Ohm (rot, rot, rot) 4.700 Ohm (gelb, violett, rot) 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange) 22.000 Ohm (rot, rot, orange) 33.000 Ohm (orange, orange, orange) 47.000 Ohm (gelb, violett, orange) 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb) 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)		1 1 1 3 1 1 2 2 1
1005	Folien-Kondensator 0,01 µF 0,047 µF 0,1 µF 0,22 µF 0,47 µF	3 1 1 1 1	
1006	Elektrolyt-Kondensator 10 µF 4,7 µF 100 µF 220 µF 470 µF	1	1 1 1 1 1
1007	Keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)	1	
2616	Poti-Modul 10.000 Ohm	1	
2624	Poti-Modul 47.000 Ohm	1	
2546	Transistor, weiß	3	
2555	IC- Integrierter Schaltkreis, weiß		1
1010	LDR — Lichtempfindlicher Widerstand	1	
1125	Diode	2	
2518	Lautsprecher		1
2621	Kanalwähler-Einheit		1
2622	Bild-Zf-Modul		1
2623	Ton-Zf-Modul		1
2625	Trafo, gelb	1	
1016	Blanker Draht	4 m	4 m
1017	Isolierter Draht	4 m	4 m
2526	Klemmen	50	
2590	Gabelkontakt		4
2051	Stiftkontakt	11	11
2057	Gummitülle	11	11
1101	Flachsteckhülse	4	
2527	Batterie-Kontakt, plus	2	
2528	Batterie-Kontakt, minus	2	
2610	Blechschrabe	10	7
1154	Stanzstift	1	
2612	Zylinderkopfschraube		2
2613	Flügelmutter		2
2614	Zwischenstück (Keil)		2
2634	Anleitungsbuch E/F	1	

Alle Bauteile kann man beim Fachhändler nachkaufen oder direkt bei der auf der letzten Seite angegebenen Adresse bestellen.

Bauteile der Experimentierbox E



Bildröhreneinheit



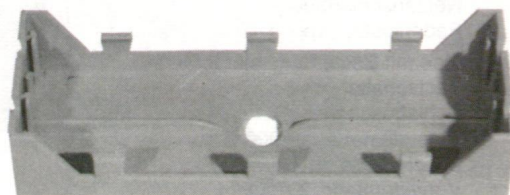
Batteriekontakt
plus



Batteriekontakt
minus

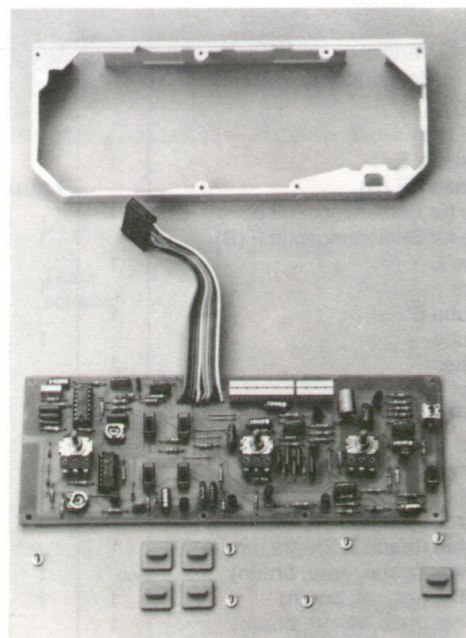


Zeigerknopf



Batteriehalter

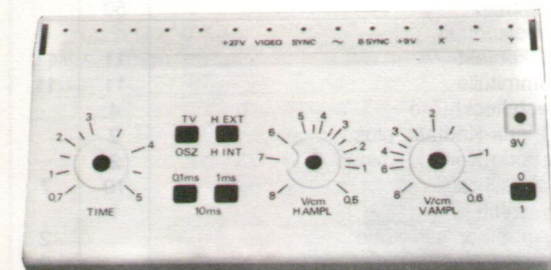
Rahmeneinsatz



Platine mit
Bedienungs-
elementen

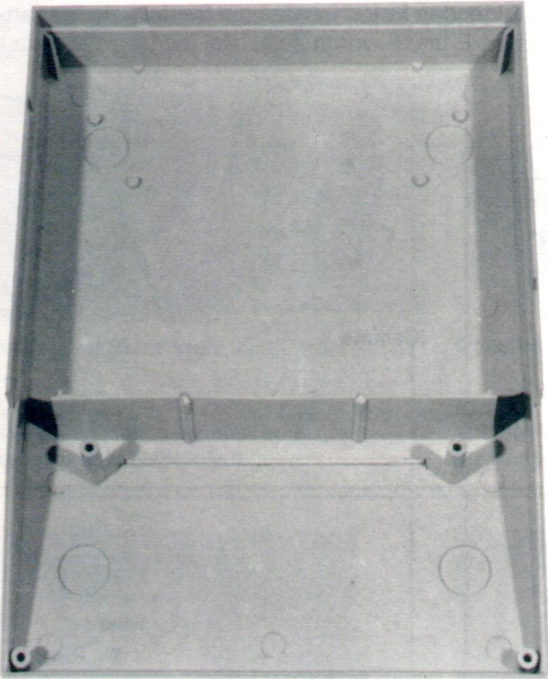
Knopfaufsatz für
Schiebeschalter

Blechschauben

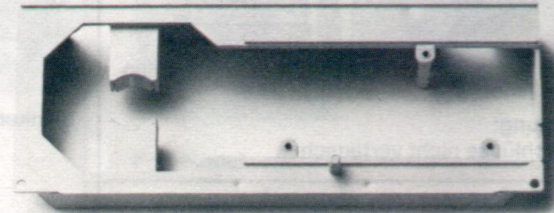


Frontplatte für Bedienungspult

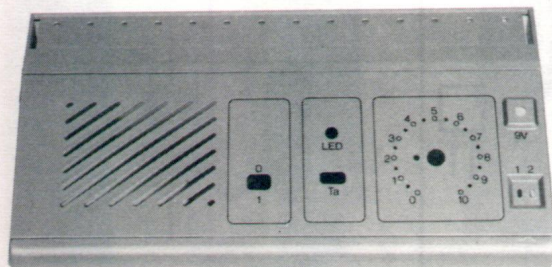
Bauteile der Experimentierbox F



Gehäuse



Rahmeneinsatz

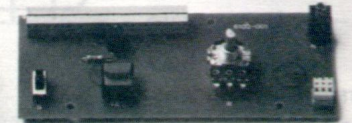


Frontplatte für Bedienungspult



Lautsprecher

Platine mit Bedienelementen



Knopfaufsatz für Schiebeschalter



Blechschauben

Ohne Vorbereitung geht es nicht

Bauteile der Experimentierkästen E und F

Durch die folgenden Fotos werden die Bauteile der Experimentierkästen E und F vorgestellt. Bei jedem Foto findet

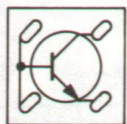
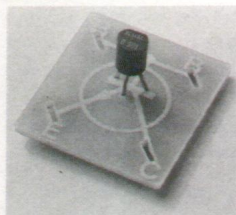


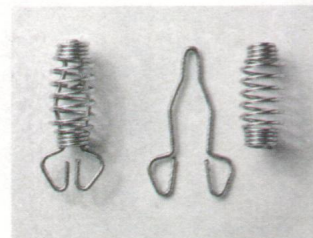
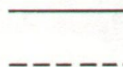
Abbildung im Verdrahtungsplan

Transistor

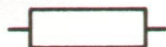
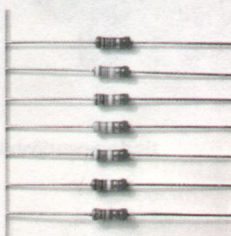
Achtung:
Anschlüsse nicht vertauschen



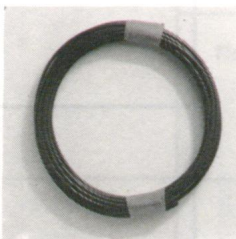
blanker Draht



Klemme



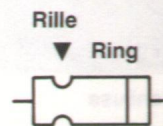
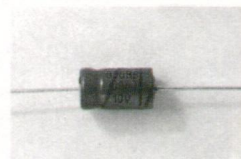
Widerstand
4 Farbringe (gold rechts)



isolierter Draht

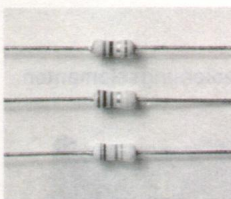


Enden
abisolieren

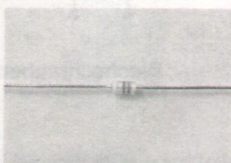


Elektrolyt-Kondensator

Achtung: richtig herum einsetzen

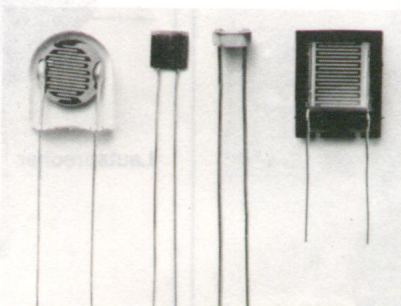


Keramischer Kondensator
5 Farbringe

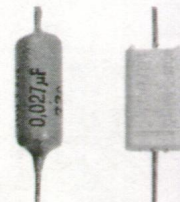


Diode

Achtung: richtig herum einsetzen

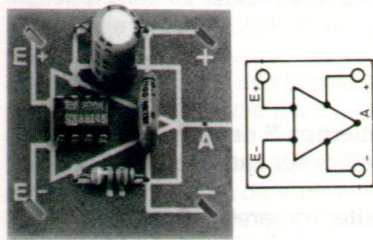


LDR



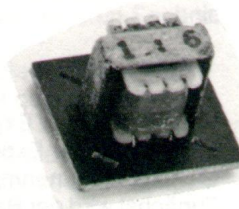
Folien-Kondensator

man die symbolhafte Abbildung, die im Verdrahtungsplan verwendet wird.



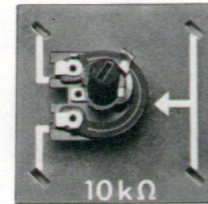
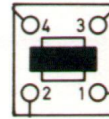
**Integrierter Schaltkreis
IC**

Achtung:
Anschlüsse nicht vertauschen
Gabelkontakt aufstecken



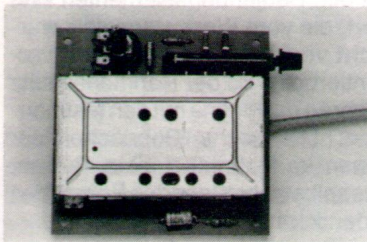
Transformator, gelb

Achtung:
Auf die Nummern
der Anschlüsse achten



Poti-Modul

Achtung:
richtig herum einsetzen



Kanalwählereinheit

Achtung:
Anschlüsse nicht vertauschen
Gabelkontakt aufstecken

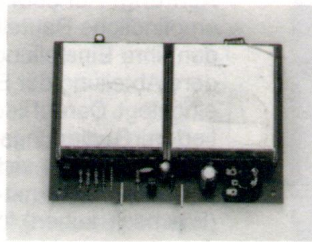
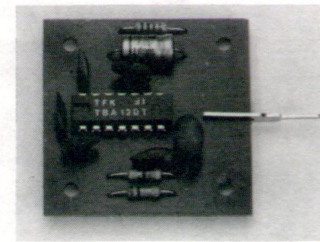


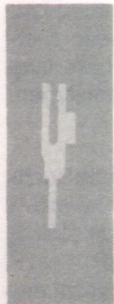
Bild-Zf-Modul

Achtung:
Anschlüsse nicht vertauschen
Gabelkontakt aufstecken



Ton-Zf-Modul

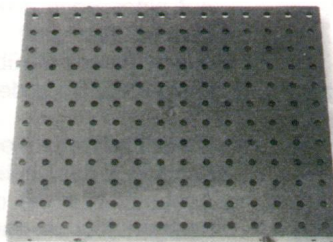
Achtung:
Anschlüsse nicht vertauschen
Gabelkontakt aufstecken



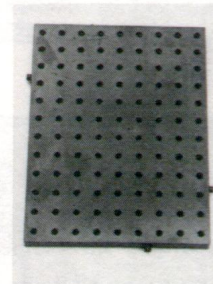
Gabelkontakt



Stanzstift



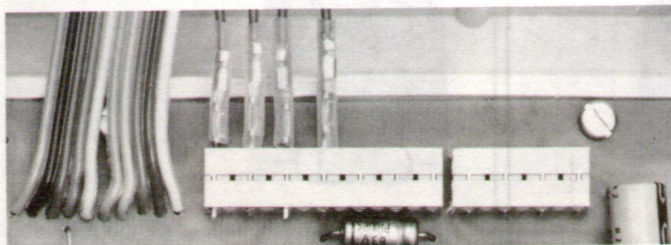
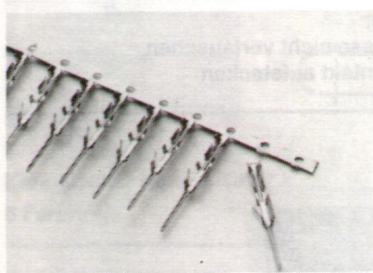
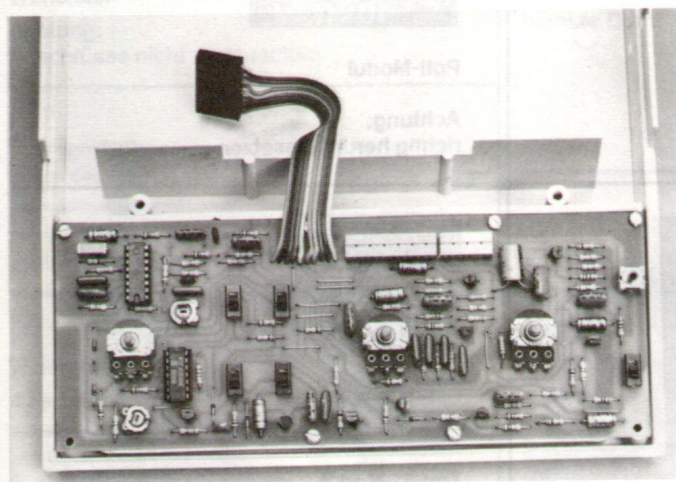
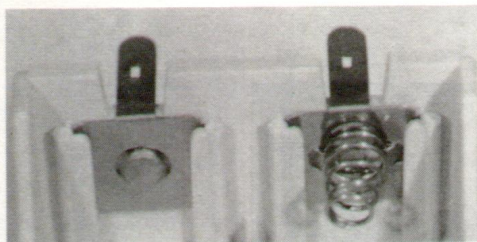
Grundplatte



Grundplatte E

Ohne Vorbereitung geht es nicht

Vorbereiten der Experimentierbox E



Für das Oszilloskop-Lab E (6105) und das TV-Zusatz Lab F (6205) wird je eine Experimentierbox aufgebaut, die für die Experimente des Fernseh-Lab miteinander zu verschrauben sind.

Vorbereiten der Experimentierbox E des Oszilloskop-Lab

Der Aufbau der Experimentierbox für das Oszilloskop-Lab ist wie folgt vorzunehmen:

Zunächst wird der **Batteriehalter** vorbereitet. Dazu drückt man je einen Batteriekontakt — (mit der Feder) in die beiden mit einem — gekennzeichneten Führungsschlitze an den Seiten des Batteriehalters. Die beiden Batteriekontakte + kommen in die mit + gekennzeichneten Führungsschlitze. Dann drückt man den kompletten Batteriehalter am rechten Rand der Box in das Feld, das durch die vier Zapfen begrenzt wird.

Achtung! Auf der Platine mit den Bedienungselementen sind empfindliche Bauteile montiert, die vom Werk eingestellt wurden. Ihre Einstellung darf **nicht** verändert werden. In die vordere Abteilung der Experimentierbox wird der Rahmeneinsatz eingelegt. Darauf liegt leicht schräg die Platine mit den festmontierten Bedienungselementen. Die sechs Bohrlöcher der Platine müssen sich mit denen im Rahmeneinsatz decken, damit die Platine mit den sechs selbstschneidenden Schrauben (Blechschauben) fixiert werden kann.

Um eine feststehende Verdrahtung zwischen dem Bedienungspult und dem Experimentierfeld herzustellen, müssen 9 isolierte Drähte von 14 cm Länge abgeschnitten und mit Stiftkontakten versehen werden.

Die Stiftkontakte müssen von dem schmalen Metallband durch mehrmaliges Hin- und Herbiegen vorsichtig abgetrennt werden.

Dann werden die Drähte an beiden Enden ca. 1 cm abisoliert. Auf einer Seite drückt man mit einer Flachzange den Stiftkontakt fest und schiebt eine Gummitülle (15 mm lang abschneiden) darüber, damit keine Kurzschlüsse entstehen. Die andere Seite des Drahtes bleibt frei.

Die Stiftkontakte dieser 9 Drähte schiebt man dann in die Buchsen 1 — 9 der Buchsenleiste auf der Platine.

Achtung: Nur die oberen Buchsen genau über den Ziffern belegen. Nur sie geben Kontakt.

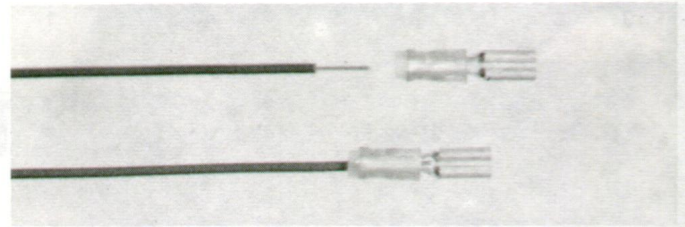
Damit beim späteren Experimentieren diese Drähte nicht aus den Buchsen gerissen werden, ist in jeden Draht etwa 5 cm vom freien, abisolierten Ende ein Knoten zu machen.

Ohne Vorbereitung geht es nicht

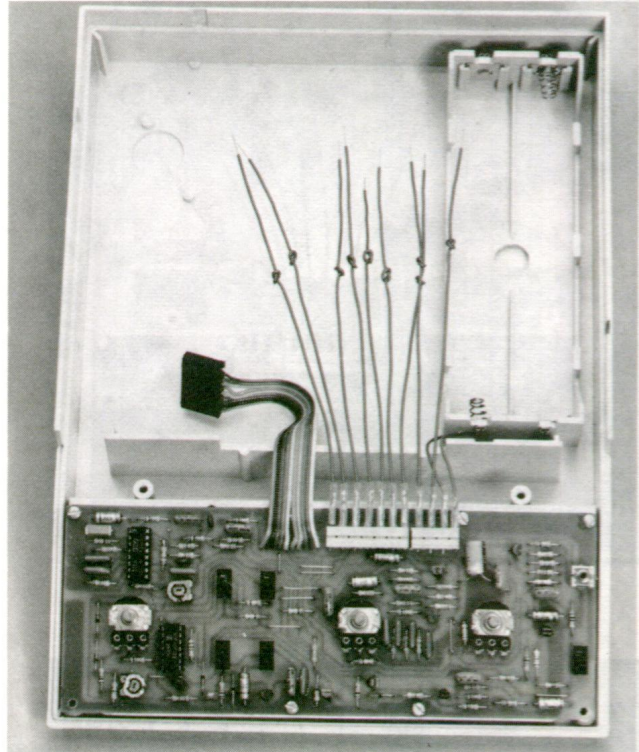
Zur Stromversorgung müssen zwei Verbindungen vom Batteriehalter zum Bedienungspult hergestellt werden. Dazu befestigt man an zwei 30 cm langen, abisolierten Drähten auf der einen Seite je einen Stiftkontakt und auf der anderen Seite je eine Flachsteckhülse.

Das abisolierte Ende des Drahtes wird in die Seite der Flachsteckhülse gesteckt, die mit der Isoliertülle gegen Kurzschluß geschützt ist.

Es ist zu beachten, daß der Draht innen in die Metallzungen reicht, und man drückt dann mit einer Flachzange diese Zungen fest um den Draht (Abb.).

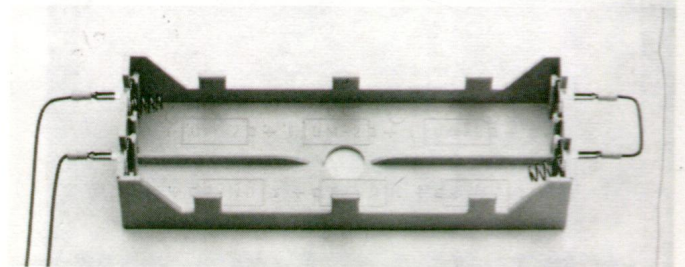


Die Flachsteckhülse des ersten Drahtes steckt man auf der vorderen Seite des Batteriehalters auf den Batteriekontakt (—). Der Draht wird zur Platine geführt, und man steckt den Stiftkontakt in die Buchse —B. Mit dem zweiten Draht verbindet man entsprechend den vorderen Batteriekontakt (+) mit B+ der Buchsenleiste auf der Platine.

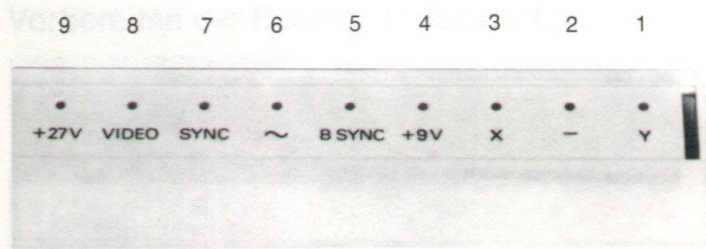


Als nächstes wird ein Draht von 5 cm Länge benötigt. Beide Enden werden abisoliert, je eine Flachsteckhülse wird daraufgesteckt und festgedrückt.

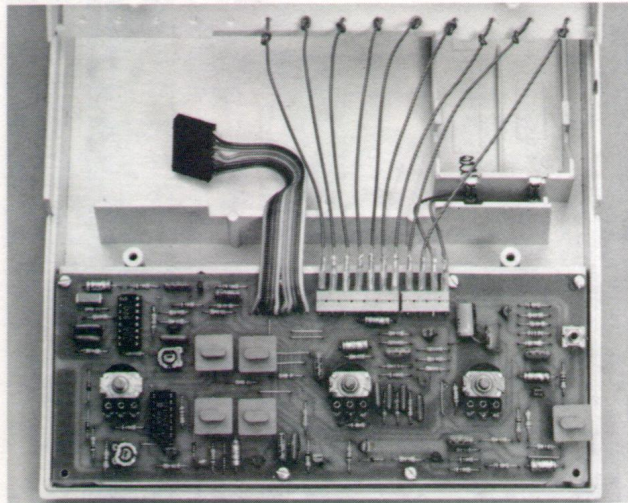
Dieser Draht wird auf der hinteren Seite des Batteriehalters am Batteriekontakt (+) und am Batteriekontakt (—) festgesteckt. Damit der Batteriehalter in die Experimentierbox paßt, werden die Kontakte nach unten gebogen.



Ohne Vorbereitung geht es nicht



In der Frontplatte für das Bedienungspult sind bei den Schaltsymbolen 9 Löcher. Die Zählung beginnt bei Loch Nr. 1 auf der rechten Seite und endet links bei Nr. 9.

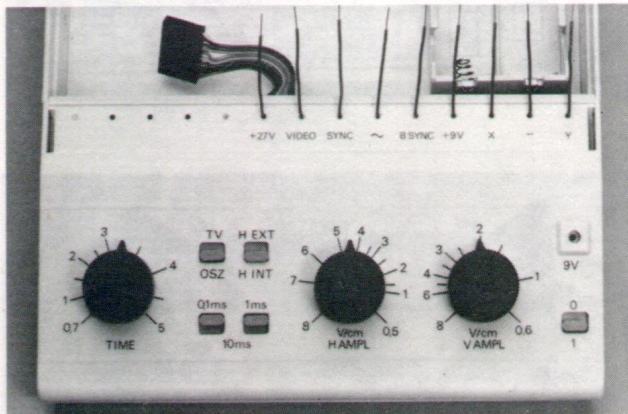


Durch diese Löcher werden jetzt von innen die Verbindungsdrähte von der Buchsenleiste hindurchgesteckt.

Achtung: Den Draht von Buchse 1 steckt man durch das Loch 1, von Buchse 2 durch das Loch 2 usw. bis zum Draht von Buchse 9 durch das Loch 9.

Alle 9 Drahtenden werden später in entsprechende Klemmen auf der Grundplatte gesteckt.

Auch die breite Flachbandleitung ist nach hinten herauszuführen.

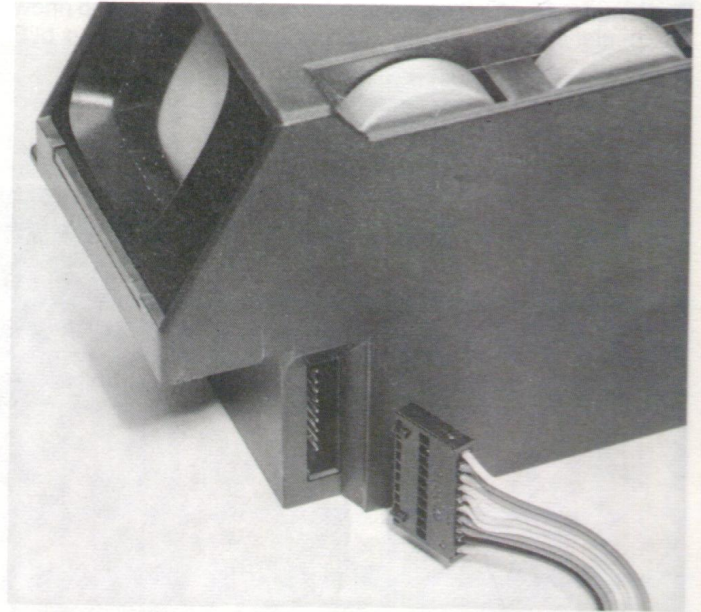


Jetzt können die Knopfaufsätze auf die 5 Schiebeschalter gesetzt werden. Dann befestigt man die Frontplatte für das Bedienungspult mit 4 Schrauben, die von unten eingedreht werden. Es ist zu beachten, daß dabei kein Draht zurückrutscht. Nun können die Reglerköpfe für die drei Potentiometer aufgesteckt werden, und damit ist das Bedienungspult für alle Experimente betriebsbereit.

Jetzt können die 6 Batterien (R 14) in den Batteriehalter eingelegt werden. Die richtige Lage erkennt man auf dem Boden des Batteriehalters. Achtung: Der rechte Schiebeschalter muß auf 0 stehen!

Anstelle der Batterien kann das Netzteil, Bestell-Nr. 6155, benutzt werden. Es wird in die Buchse (9V) auf dem Bedienungspult gesteckt.

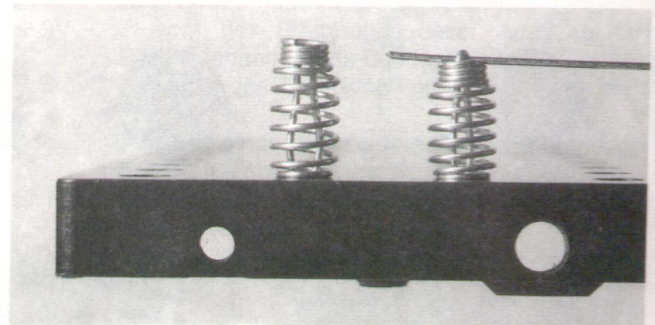
Nun kann die Bildröhren-Einheit in die linke Seite des Gehäuses eingesetzt werden. Der Flachstecker, der von der gedruckten Schaltung im Bedienungspult herausgeführt ist, wird seitlich in die Bildröhren-Einheit gesteckt. Er kann nicht falsch gesteckt werden, da er nur in einer Stellung in die Buchse hineinpaßt. Die beiden Ausbuchtungen müssen nach vorne zeigen.



Für die Experimente mit dem Oszilloskop wird die Folie mit dem 2-mm-Raster ausgeschnitten und auf die Schutzplatte vor dem Bildschirm gedrückt. Sie haftet selbst und soll nicht angeklebt werden.

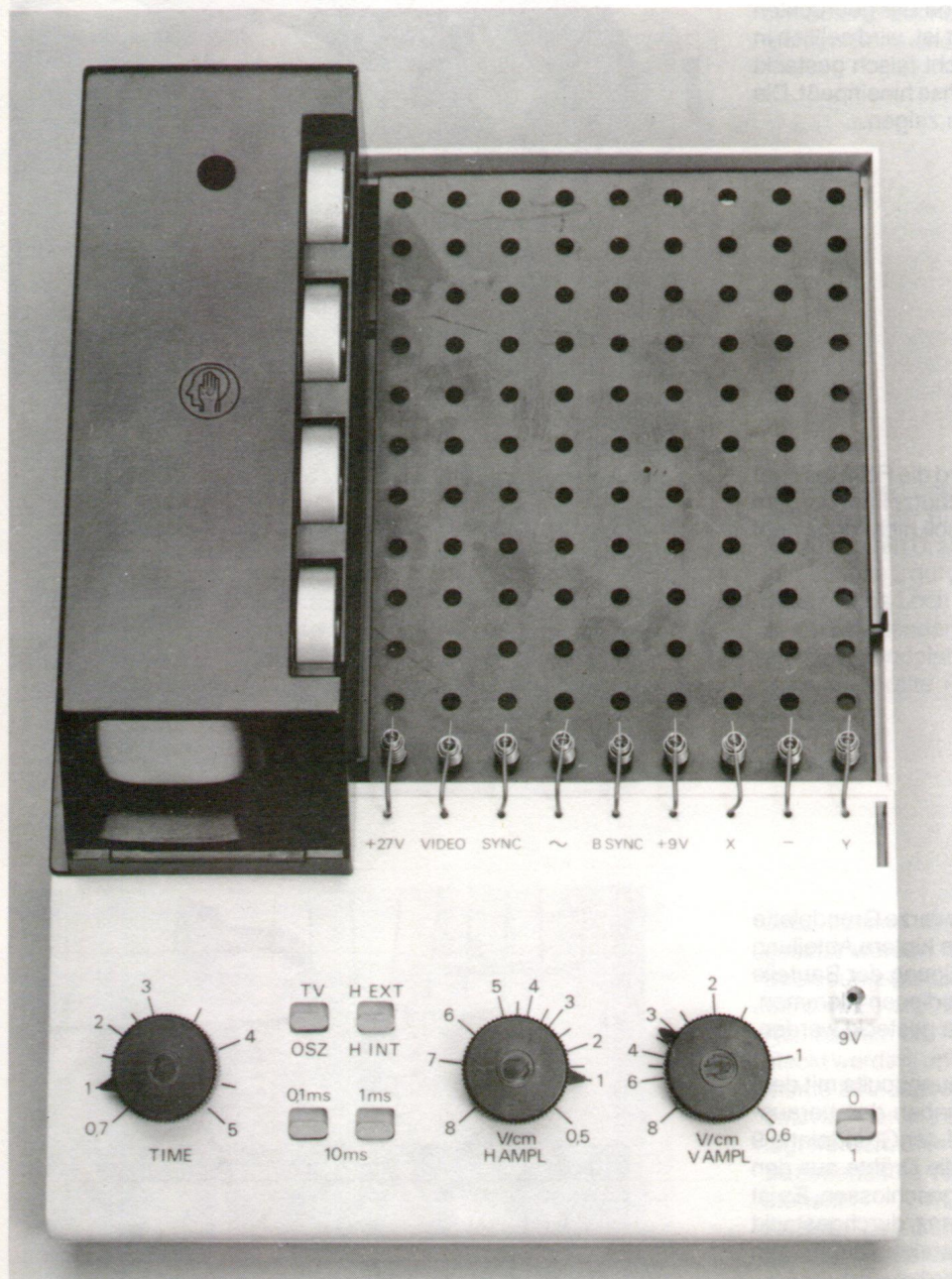
Das eigentliche Experimentierfeld ist die schwarze Grundplatte mit den vielen Löchern. Sie wird in die rechte hintere Abteilung der Experimentierbox eingelegt. Zur Befestigung der Bauteile und zum Herstellen von Drahtverbindungen dienen Klemmen, die von oben durch ein Loch der Grundplatte gesteckt werden, bis sie einrasten.

Für feststehende Verbindungen des Bedienungspults mit dem Experimentierfeld setzt man in die Reihe neben den herausragenden Drähten des Bedienungspults auf der Grundplatte 9 Klemmen ein. An diese Klemmen werden die Drähte aus den Löchern 1 — 9 auf dem kürzesten Wege angeschlossen. Es ist zu beachten, daß der abisolierte Draht ganz durchgesteckt wird. Diese Verbindungen bleiben immer bestehen, auch wenn nicht alle bei jedem Experiment benötigt werden.



Ohne Vorbereitung geht es nicht

Bedienung des Oszilloskops



Regler für:
Focus



Helligkeit

Ohne Vorbereitung geht es nicht

Vor dem Einschalten sind alle Regler im Bedienungspult in Mittelstellung zu bringen. Auch die vier Rändelknöpfe auf der Bildröhren-Einheit müssen in Mittelstellung stehen. Die vier Schiebeschalter, die in einer Gruppe auf dem Bedienungspult angeordnet sind, müssen in folgenden Stellungen stehen:

OSZ H INT 10 ms 10 ms

Bei allen Experimenten wird die Stellung der vier Schalter durch das nachstehende Symbol dargestellt:



Anschließend kann mit dem Ein-Aus-Schalter rechts auf dem Bedienungspult die Betriebsspannung eingeschaltet werden.

Auf dem Bildschirm erscheint ein waagerechter weißer Strich. Ist er nicht oder kaum zu sehen, muß evtl. der **Helligkeitsregler** nachgestellt werden. Die Helligkeit darf jedoch nicht zu weit aufgedreht werden. Deshalb ist es günstig, wenn kein Licht direkt auf den Bildschirm fällt.

Ist der Strich sehr dick und unscharf, ist mit dem **Focus-Regler** F ein dünner Strich einzustellen.

Mit den Reglern \leftrightarrow und \updownarrow der Bildröhren-Einheit kann die Lage des Striches verschoben werden.

Zur weiteren Erprobung der Bildröhren-Einheit stellt man den Schalter auf die Stellung 1 ms und dreht am **Regler H AMPL**, bis der Strich den ganzen Bildschirm ausfüllt.



Nun wird die Klemme Y am Bedienungspult durch einen Draht, dessen Enden abzuisolieren sind, mit der Klemme ~ verbunden. Mit dem **Regler V AMPL** kann die Höhe der Kurve verändert werden. Dann erscheint auf dem Bildschirm eine Wellenlinie. Falls sie über den Bildschirm wandert, kann sie mit dem **Regler Time** zum Stillstand gebracht werden.

Die Kurve kann mit diesem Regler auch gedehnt oder zusammengezogen werden. Eine größere Dehnung erreicht man,

wenn der Schalter auf 0,1 ms gestellt wird. Bei 10 ms wird das Bild zusammengedrückt, so daß viele Kurven erscheinen.



Für eine letzte Prüfung ist der Schiebeschalter in die Stellung H EXT zu bringen. Dann bleibt auf dem Bildschirm nur noch ein senkrechter Strich. Die Schalterstellung TV wird nur beim Fernseh-Empfänger benutzt.



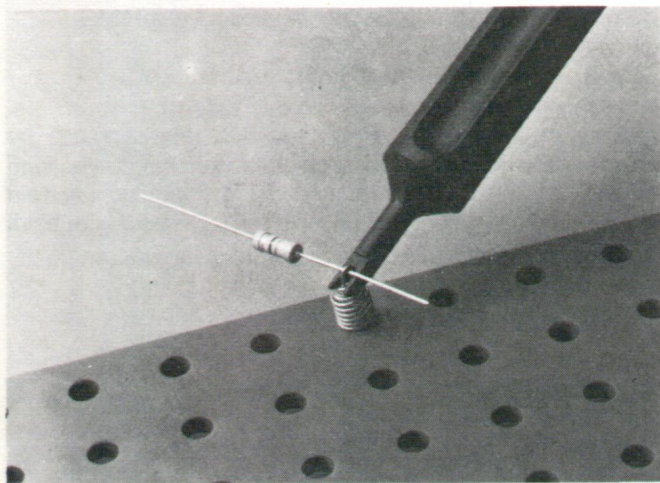
Wenn die Bilder auf dem Schirm bei diesen ersten Erprobungen mit den beschriebenen Formen übereinstimmen, ist die Verdrahtung im Bedienungspult einwandfrei. Sollte ein Bild nicht wie beschrieben auftreten, ist die Verdrahtung im Bedienungspult zu kontrollieren, denn alle Bildröhren-Einheiten werden nach der Fertigstellung einer sorgfältigen Prüfung unterzogen und in einwandfreiem Zustand ausgeliefert.

Die 9 Klemmen am Bedienungspult haben folgende Funktionen:

- | | |
|--------|--|
| Y | Eingang für die Ablenkung des Bildes in senkrechter Richtung. Beeinflussung durch Regler V AMPL. |
| — | Minuspol der Spannungsquelle |
| X | Eingang bei Stellung H EXT für die Ablenkung des Bildes in waagerechter Richtung. Beeinflussung durch Regler H AMPL. Ausgang in Stellung H INT für sägezahnförmige Ablenkspannung. |
| + 9V | Pluspol der Spannungsquelle. Ausgang für 9V Betriebsspannung für die Experimente. |
| B SYNC | Ausgang des Bild-Synchron-Impulses für den FS-Empfänger. |
| ~ | Ausgang einer sinusförmigen Wechselspannung von 5 V _{SS} mit einer Frequenz von 1 000 Hz. |
| SYNC | Eingang für die Synchron-Impulse beim FS-Empfänger. |
| VIDEO | Eingang zur Helligkeitssteuerung der Bildröhre. |
| + 27V | Ausgang für 27V zum Betrieb des Kanalwähler-Moduls. |

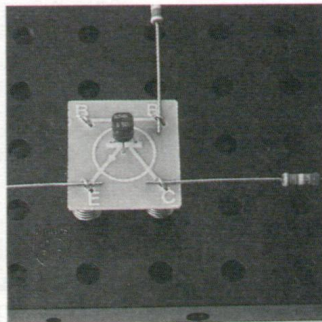
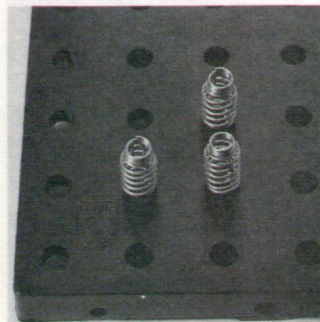
Ohne Vorbereitung geht es nicht

Befestigen der Bauteile auf der Grundplatte



Anschlußdrähte
Widerstände
Kondensatoren
Diode
LDR

Klemmfeder niederdrücken, bis Schlaufe der Haarnadelfeder sichtbar ist.
Draht in die Schlaufe einschieben,
Klemmfeder loslassen.

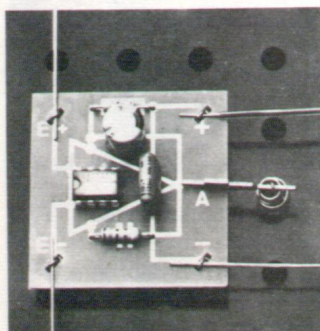


Transistoren
Transformator
Poti-Modul

So viele Klemmen einsetzen, wie Kreise auf dem Verdrahtungsplan sind (z. B. 3 oder 4 beim Transistor).
Haarnadelfedern nach den Schlitten im Plättchen ausrichten.
Plättchen an einer Ecke niederdrücken und Anschlußdraht durch die Schlaufe schieben.
An den anderen Klemmen wiederholen, bis alle Anschlüsse befestigt sind.

IC, weiß

Gabelkontakt auf den Anschluß A des Plättchens bis zum Anschlag schieben.
Fünf Klemmen nach Verdrahtungsplan einsetzen.
Haarnadelfedern nach den Schlitten im Plättchen ausrichten.
Dann den Gabelkontakt in die entsprechende Klemme schieben.
Plättchen an einer Ecke niederdrücken und Anschlußdraht durch die Schlaufe der Klemme schieben.
An den anderen Klemmen wiederholen, bis alle Anschlüsse befestigt sind.



Kanalwähler-Modul

Vier Klemmen nach Verdrahtungsplan einsetzen.

Haarnadelfedern nach den Schlitzen der Platine ausrichten.

Modul so aufsetzen, daß das Rändel nach außen zeigt.

Platine an einer Ecke niederdrücken und Anschlußdraht durch die Schlaufe der Klemme schieben.

An den anderen Klemmen wiederholen, bis alle Anschlüsse befestigt sind.

Das Antennenkabel wird auf der rechten Seite nach außen geführt.

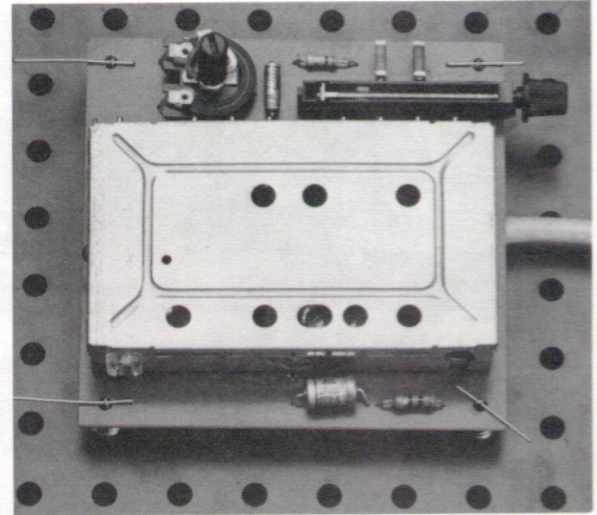


Bild-Zf-Modul

Gabelkontakte auf die Anschlüsse Bild-Zf und + der Platine bis zum Anschlag schieben.

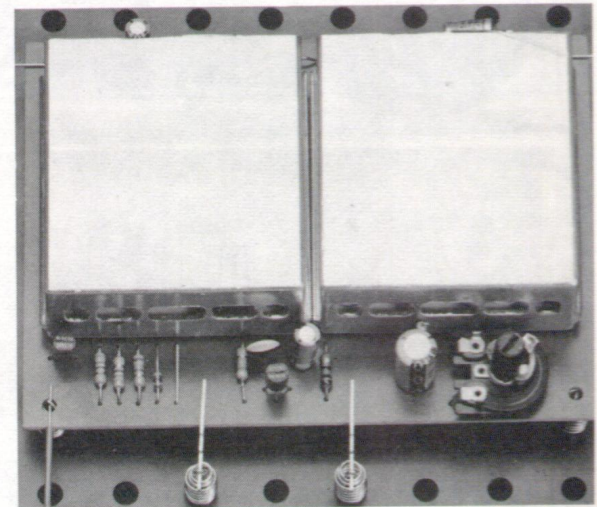
Sechs Klemmen nach Verdrahtungsplan einsetzen.

Haarnadelfedern nach den Schlitzen der Platine ausrichten.

Dann die Gabelkontakte in die entsprechenden Klemmen schieben.

Platine an einer Ecke niederdrücken und Anschlußdraht durch die Schlaufe der Klemme schieben.

An den anderen Klemmen wiederholen, bis alle Anschlüsse befestigt sind.



Ton-Zf-Modul

Gabelkontakt auf den Anschluß Nf des Plättchens bis zum Anschlag schieben.

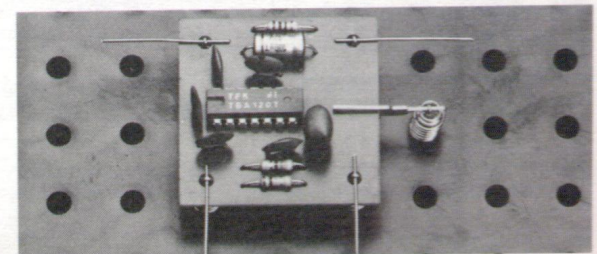
Fünf Klemmen nach Verdrahtungsplan einsetzen.

Haarnadelfedern nach den Schlitzen im Plättchen ausrichten.

Dann den Gabelkontakt in die entsprechende Klemme schieben.

Plättchen an einer Ecke niederdrücken und Anschlußdraht durch die Schlaufe der Klemme schieben.

An den anderen Klemmen wiederholen, bis alle Anschlüsse befestigt sind.



Ohne Vorbereitung geht es nicht

Vorbereiten der Experimentierbox F

In das Bedienungspult werden die Platine mit den Bedienungselementen und der Lautsprecher eingebaut.

In die vordere Abteilung der Experimentierbox wird der **Rahmeneinsatz** eingelegt. Darauf liegt an der rechten Seite leicht schräg die **Platine** mit den festmontierten **Bedienungselementen**. Die drei Bohrlöcher der Platine müssen sich mit denen im Rahmeneinsatz decken, damit die Platine mit den drei selbstschneidenden Schrauben (Blechschauben) fixiert werden kann.

Links neben der Platine befindet sich die Öffnung für den Lautsprecher.

Achtung: Den Lautsprecher nur am äußeren Metallrand anfassen!

Beide Anschlußdrähte durch die Öffnung im Rahmeneinsatz herausführen und den Lautsprecher vorsichtig von oben in die Stegöffnung hineindrücken. Lautsprecher eventuell etwas drehen, damit die Anschlußösen links neben dem Steg liegen.

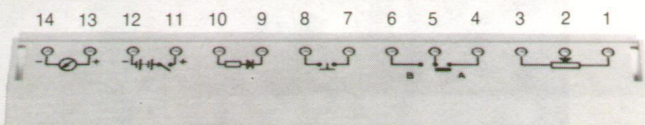
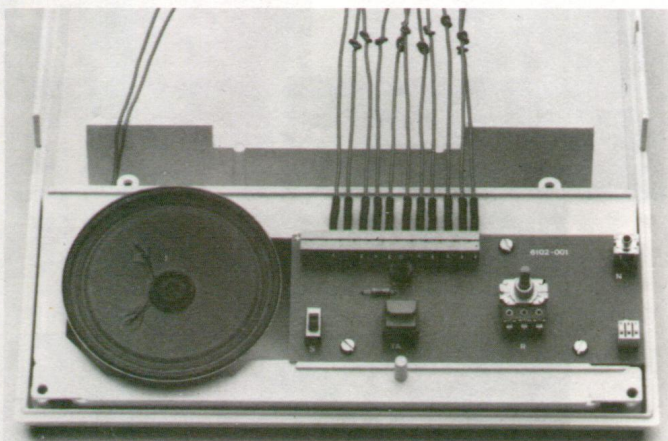
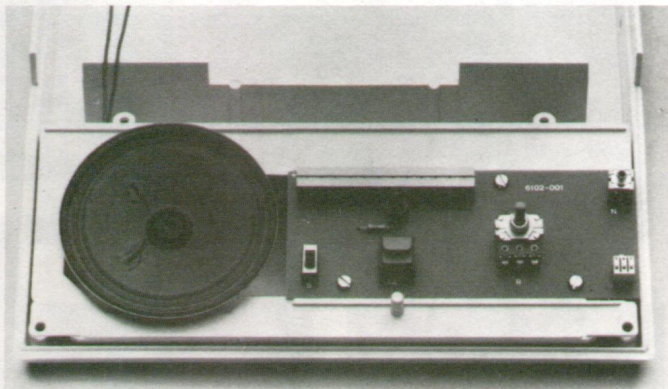
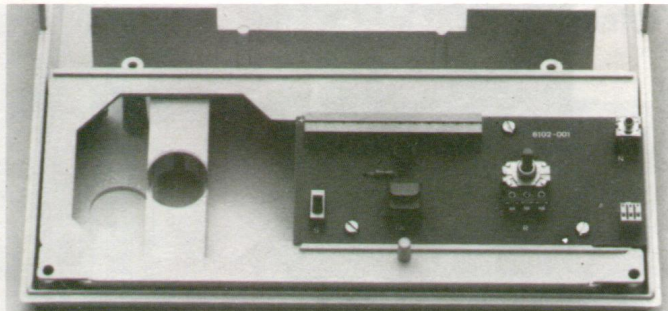
Um eine feststehende Verdrahtung zwischen dem Bedienungspult und dem Experimentierfeld herzustellen, müssen 11 isolierte Drähte von 14 cm Länge abgeschnitten und mit Stiftkontakten versehen werden.

Die Stiftkontakte dieser 11 Drähte schiebst du dann in die Buchsen 1 — 10 und 12 der Buchsenleiste auf der Platine.

Achtung: Benutze nur die oberen Buchsen genau über den Ziffern. Nur sie geben Kontakt.

Damit beim späteren Experimentieren diese Drähte nicht aus den Buchsen gerissen werden, machst du in jeden Draht etwa 5 cm vom freien abisolierten Ende einen Knoten.

In der Frontplatte für das Bedienungspult sind bei den Schaltsymbolen 14 Löcher. Die Zählung beginnt bei Loch Nr. 1 auf der rechten Seite und endet links bei Nr. 14.



Durch diese Löcher werden jetzt von innen die 11 Verbindungsdrähte von der Buchsenleiste hindurchgesteckt.

Achtung: Stecke den Draht von Buchse 1 durch das Loch 1, von Buchse 2 durch das Loch 2 usw. bis zum Draht von Buchse 10 durch das Loch 10. Loch 11 bleibt frei (denn es gibt keine Buchse 11!). Stecke den Draht von Buchse 12 durch das Loch 12.

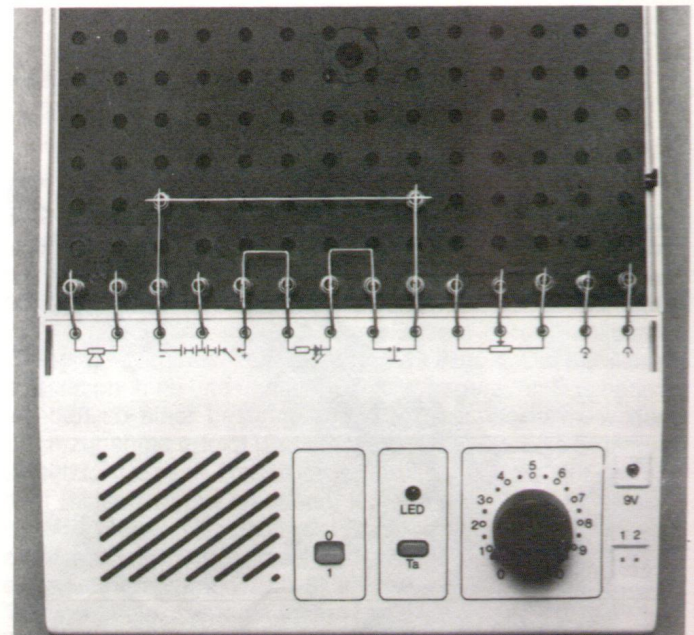
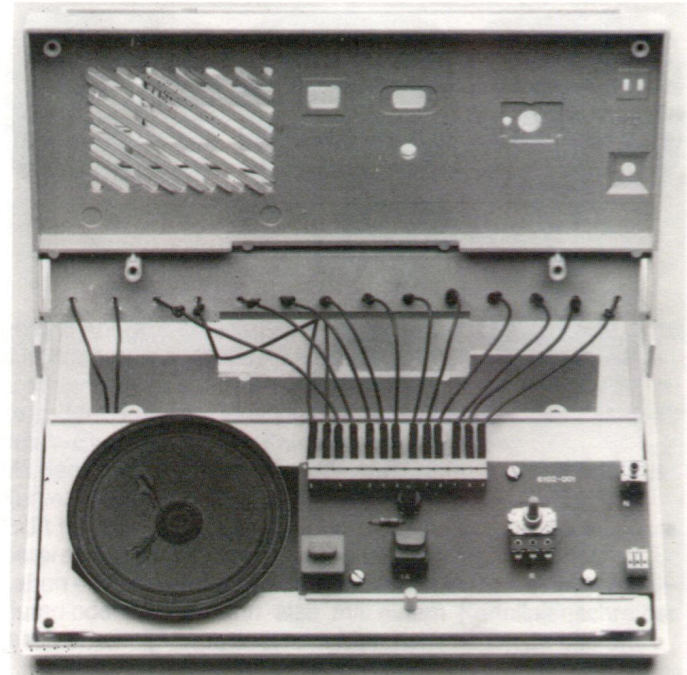
Die beiden Lautsprecherdrähte führst du durch die Löcher 13 und 14.

Alle 13 Drahtenden werden später in entsprechende Klemmen auf der Grundplatte gesteckt.

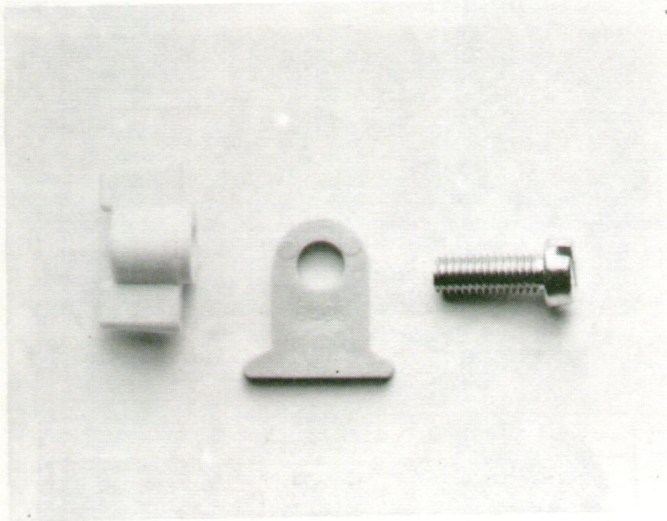
Abschließend setzt du noch den Knopfaufsatz für den Ein-Ausschalter auf und montierst die Frontplatte für das Bedienungspult mit vier Schrauben, die von unten eingedreht werden.

Achte darauf, daß hierbei kein Draht zurückkrutscht.

Nachdem der Reglerknopf für das Potentiometer aufgesetzt wurde, ist das Bedienungspult für alle Experimente betriebsbereit.

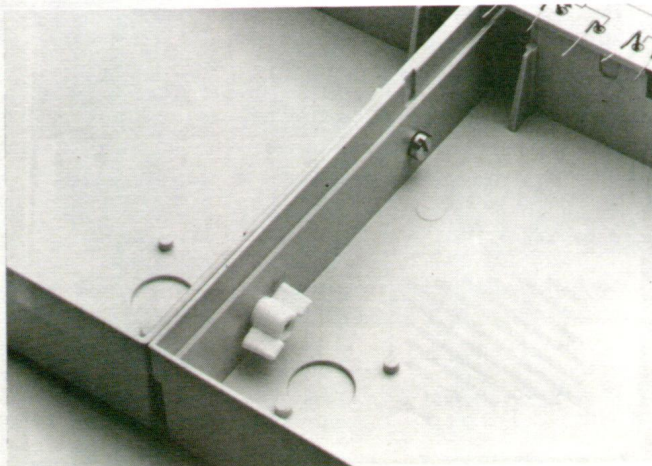


Das eigentliche Experimentierfeld ist die schwarze Grundplatte mit den vielen Löchern. Sie wird in die hintere Abteilung der Experimentierbox eingelegt. Zur Befestigung der Bauteile und zum Herstellen von Drahtverbindungen dienen Klemmen, die von oben durch ein Loch der Grundplatte gesteckt werden, bis sie einrasten. Für feststehende Verbindungen des Bedienungspults mit dem Experimentierfeld setzt du in die Reihe neben den herausragenden Drähten des Bedienungspults auf der Grundplatte 13 Klemmen ein (Klemme 11 bleibt frei). An diese Klemmen werden die Drähte aus den Löchern 1 — 10 und 12 — 14 auf dem kürzesten Wege angeschlossen. Achte darauf, daß der abisolierte Draht ganz durchgesteckt wird. Diese Verbindungen bleiben immer bestehen, auch wenn nicht alle bei jedem Experiment benötigt werden.

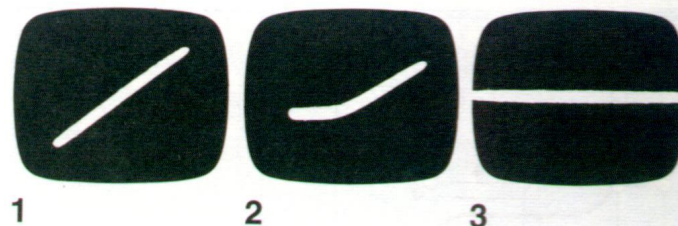
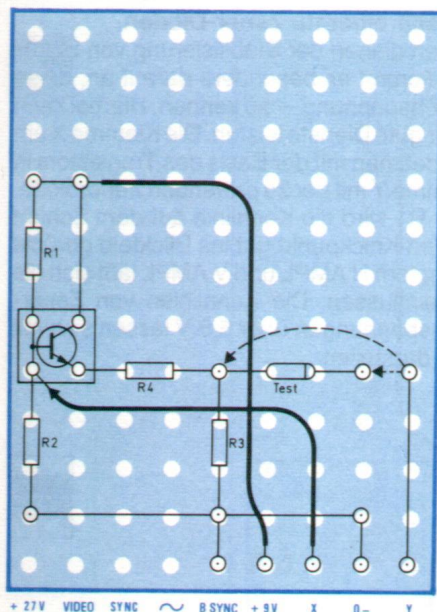


Bei den Experimenten sollte man so vorgehen

1. Alle Bauteile und Klemmen nach der Stückliste bereitlegen. Die Stückliste steht beim Verdrahtungsplan.
2. Der Verdrahtungsplan gibt die Lage der Teile und Klemmen auf der Grundplatte genau an.
3. Klemmen in die Löcher der Grundplatte einsetzen, die auf dem Verdrahtungsplan durch einen Kreis gekennzeichnet sind.
4. Bauteile nach dem Verdrahtungsplan einsetzen. Die Symbole findet man neben den abgebildeten Bauteilen (siehe Seiten 8 und 9). Es empfiehlt sich, mit dem blanken Draht zu beginnen.
5. Fertigen Aufbau noch einmal sorgfältig mit dem Verdrahtungsplan vergleichen.
6. Schalter nach den Symbolen einstellen.
7. Mit dem Schiebeschalter einschalten.



In den Experimenten, bei denen beide Boxen benötigt werden, können sie zusammengeschraubt werden. Dazu legt man an den Bohrungen zwischen die beiden Gehäuse den Keil, steckt von einer Seite die Schraube hindurch und dreht auf der anderen Seite die Flügelmutter darauf.



gemäß Abb. 2, wenn die Diode intakt ist. Durch eine offene, d. h. durchgebrannte Diode, kann kein Strom fließen, und es erscheint ein waagerechter Strich. Bei Kurzschluß in der Diode zeigt der Bildschirm einen schrägen Strich, wie beim Anschluß des Y-Eingangs an der Klemme vor der Diode.

Mit den Reglern H AMPL und V AMPL läßt sich die Größe der Kurven beeinflussen.

Prüft man verschiedene Dioden, so erkennt man deutlich ihre Unterschiede im Durchlaßverhalten. Germaniumdioden z. B. haben eine viel geringere Schwellspannung (ca. 0,3 V) als Siliziumdioden. Man kann also mit einem Kennlinienschreiber rasch erkennen, aus welchem Material eine Diode besteht.

E 1

R1 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)

R2 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)

R3 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)

R4 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)

T1 = Transistor, weiß

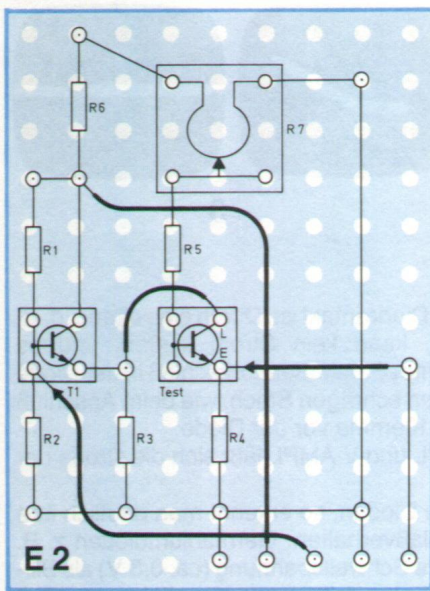
E 1 Dioden-Kennlinienschreiber

Mit einem Kennlinienschreiber nimmt man Daten von Bauteilen auf und kann so ihr Verhalten veranschaulichen. Abb. stellt z. B. eine Diodenkennlinie dar. Diese Kennlinie zeigt die Abhängigkeit des Durchlaßstroms von der an der Diode liegenden Spannung. Eine solche Kennlinie kann man mit dem Oszilloskop schreiben, wenn man die Diode in die angegebene Schaltung einsetzt. Man erkennt, daß erst bei einer bestimmten Spannung — hier 0,7 V — der Strom zu fließen beginnt, und dann bei weiterer Zunahme der Spannung rasch ansteigt.

Verbindet man nur die Klemme Y mit der Klemme vor der Diode, so erscheint ein gerader, schräger Strich. Nach der Diode angeschlossen, schreibt das Oszilloskop eine Kennlinie,

E 2 Transistor-Kennlinienschreiber

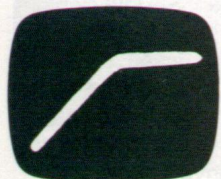
Kennlinien von Transistoren werden mit einer erweiterten Zusatzschaltung aufgenommen. Die Klemme Y wird mit dem Emitteranschluß des zu prüfenden Transistors verbunden. Mit dem Potentiometer R7 regelt man die Basissspannung des Prüflings langsam aufwärts. Transistoren, deren Funktion in Ordnung ist, zeigen Kennlinien gemäß Abb. 4. Die Kennlinien knicken oben ab und verlaufen dann waagerecht. Das bedeutet, daß ab einer bestimmten Basissspannung keine weitere Stromzunahme erfolgt (Sättigungskurve). Wann die Sättigung einsetzt, ist je nach Transistortyp verschieden. Sie läßt sich auf dem Bildschirm gut erkennen. Mit den Reglern V AMPL und H AMPL läßt sich die Größe der Kurven beeinflussen. Ein Transistor mit internem Kurzschluß erzeugt auf dem Bildschirm einen schrägen Strich (Abb. 5), ein offener d. h. unterbrochener Transistor, einen waagerechten (Abb. 3). Beim Verändern des Potentiometers R7 bleibt der Strich dann unverändert.



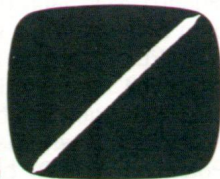
+ 27V VIDEO SYNC B SYNC + 5V X 0- Y

E 2

- R1 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R2 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)
- R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R5 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R6 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R7 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- T1 = Transistor, weiß



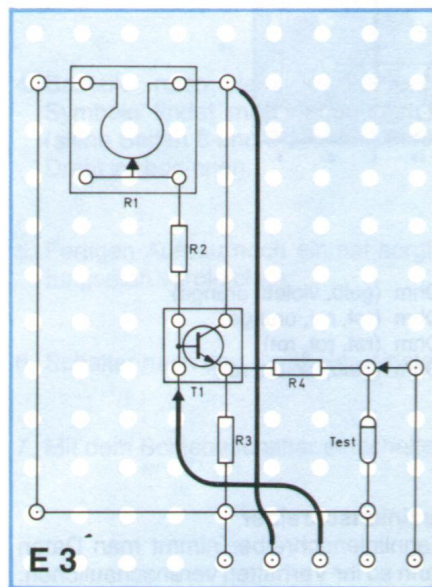
4



5

E 3 Kennliniensreiber für Zener-Dioden

Zener-Dioden dienen der Stabilisierung von Spannungen. Beim Einsatz kommt es besonders darauf an, diese Spannung — Durchbruchspannung — zu kennen. Hierbei kann der Kennliniensreiber gute Dienste leisten. Die Klemme X am Bedienungspult verbindet man mit der Basis des Transistors in der Schaltung und Klemme Y mit der zu prüfenden Zenerdiode. Mit dem Potentiometer R1 wird die Kennlinie auf dem Schirm verschoben, bis man den Knickpunkt gut ins Blickfeld gerückt hat (Abb. 6). Mit den Reglern H AMPL und V AMPL läßt sich die Größe der Kurven beeinflussen. Die Kennlinien von Zener-Dioden mit Durchbruchspannungen über 5,6 V lassen sich mit dieser Schaltung nicht darstellen.



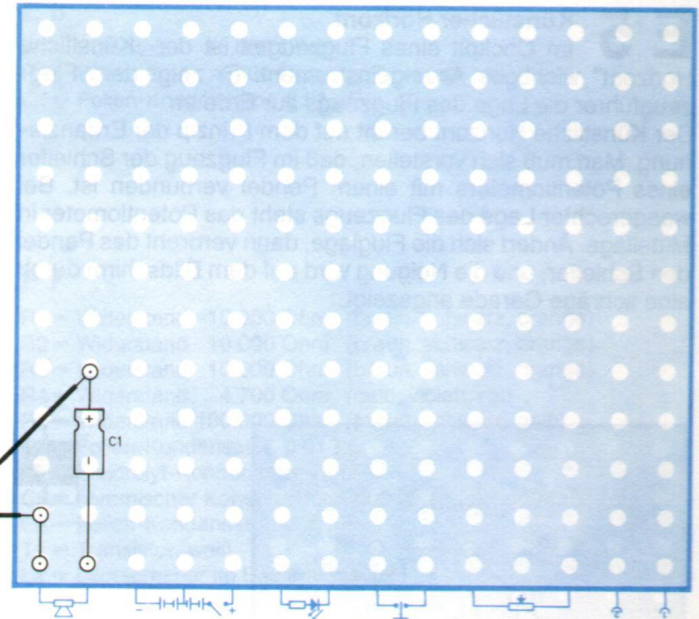
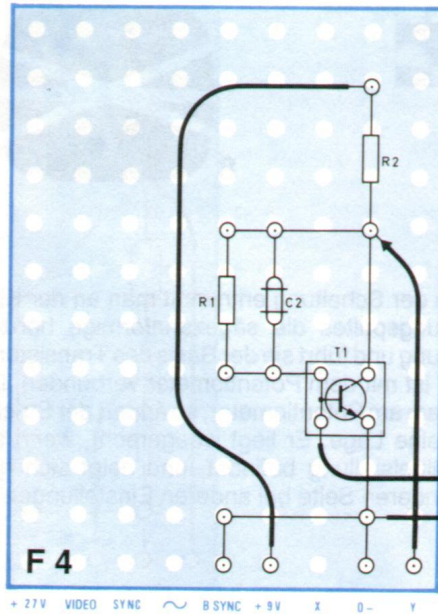
+ 27V VIDEO SYNC B SYNC + 5V X 0- Y

E 3

- R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- T1 = Transistor, weiß



6



F 4 Sprachanalysator

In der modernen Kriminalistik wird auch die menschliche Sprache als Beweismittel herangezogen. Dazu wandelt man eine Tonbandaufnahme in ein Oszillogramm um, und vergleicht mit einigen typischen Silben aus dem Sprachdiagramm des mutmaßlichen Täters. Da jede Aussprache besondere Merkmale besitzt, sind diese in den grafischen Aufzeichnungen, mit einer Kamera vom Bildschirm eines Oszilloskops abfotografiert, deutlich zu erkennen.

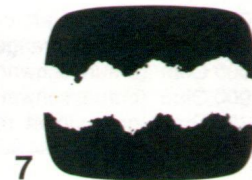
Der hier aufgebaute Sprachanalysator kann natürlich nicht die Feinheiten wiedergeben, wie sie mit kommerziellen Geräten erreicht werden. Er vermittelt aber einen Einblick in die Arbeitsweise.

Man verbindet die Klemme Y am Bedienungspult mit dem Kollektor des T1.

Spricht man nun in den Lautsprecher, der als Mikrofon geschaltet ist, so erscheinen die Sprachschwingungen auf dem Bildschirm (Abb.7). Lautes Sprechen ruft große Schwingungen, leises Sprechen kleine hervor. Eine Veränderung kann außerdem durch die Regler H AMPL und V AMPL erreicht werden. Der Regler Time dehnt die Schwingungen.

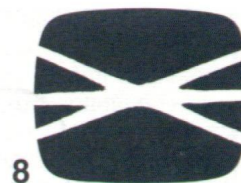
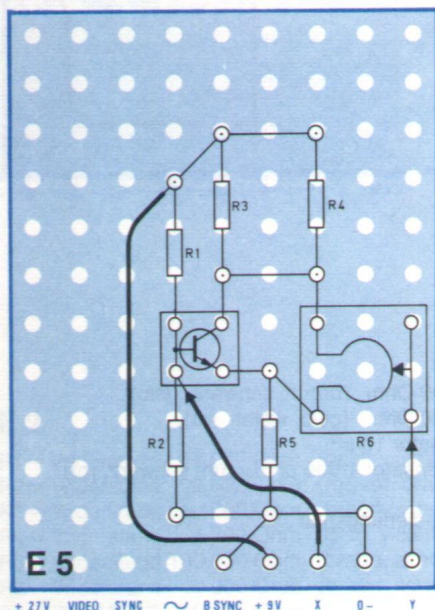
F 4

- R1 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R2 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- C2 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
- T1 = Transistor, weiß
- La = Lautsprecher im Bedienungspult



E 5 Künstlicher Horizont

Im Cockpit eines Flugzeuges ist der „Künstliche Horizont“ wichtiges Anzeigeelement. Er zeigt dem Flugzeugführer die Lage des Flugzeugs zur Erde an. Der Künstliche Horizont beruht auf dem Prinzip der Erdanziehung. Man muß sich vorstellen, daß im Flugzeug der Schleifer eines Potentiometers mit einem Pendel verbunden ist. Bei waagerechter Lage des Flugzeugs steht das Potentiometer in Mittellage. Ändert sich die Fluglage, dann verdreht das Pendel den Schleifer, und die Neigung wird auf dem Bildschirm durch eine schräge Gerade angezeigt.



8

In der Schaltung entnimmt man an der Klemme X des Bedienungspultes die sägezahnförmige horizontale Ablenkspannung und führt sie der Basis des Transistors T1 zu. Die Klemme Y ist mit dem Potentiometer verbunden. Dreht man nun langsam am Potentiometer, so ändert der Strich auf dem Bildschirm seine Lage. Er liegt waagerecht, wenn sich der Schleifer in Mittellage befindet, und neigt sich nach der einen oder anderen Seite bei anderen Einstellungen (Abb. 8).

E 6 Kreisdarstellung

Mit dem Oszilloskop kann man verschiedene Figuren schreiben. Sie werden heute im grafischen Gewerbe oft als Motive für Werbeplakate benutzt.

Um Kreise darzustellen, verbindet man die Klemme ~ am Bedienungspult mit dem Potentiometer, die Klemme X wird mit C1/R2 verbunden.

Auf dem Schirm wird ein Kreis gezeichnet. Seine Größe ist mit dem Potentiometer R1 einstellbar, die Form mit den Reglern H AMPL und V AMPL.



9

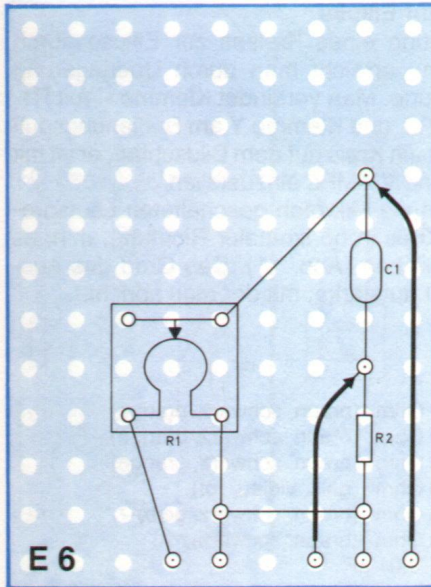
E 5

- R1 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R2 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)
- R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R5 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R6 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- T1 = Transistor, weiß



E 6

R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
R2 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F



E 6

+ 27 V VIDEO SYNC \sim B SYNC + 9 V X 0- Y

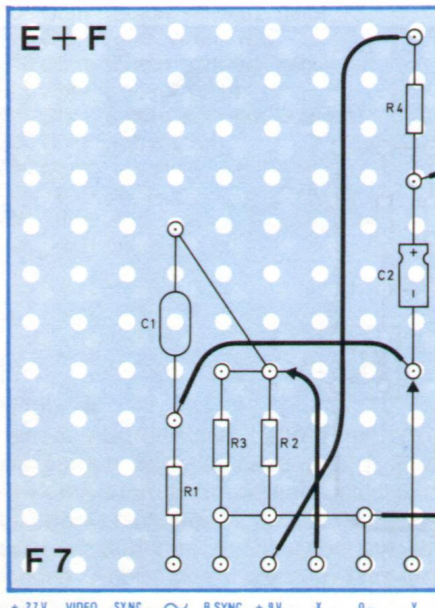
F 7

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R4 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
R5 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
C2 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
C3 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
C4 = Folien-Kondensator 0,47 μ F
T1 = Transistor, weiß
La = Lautsprecher im Bedienungspult

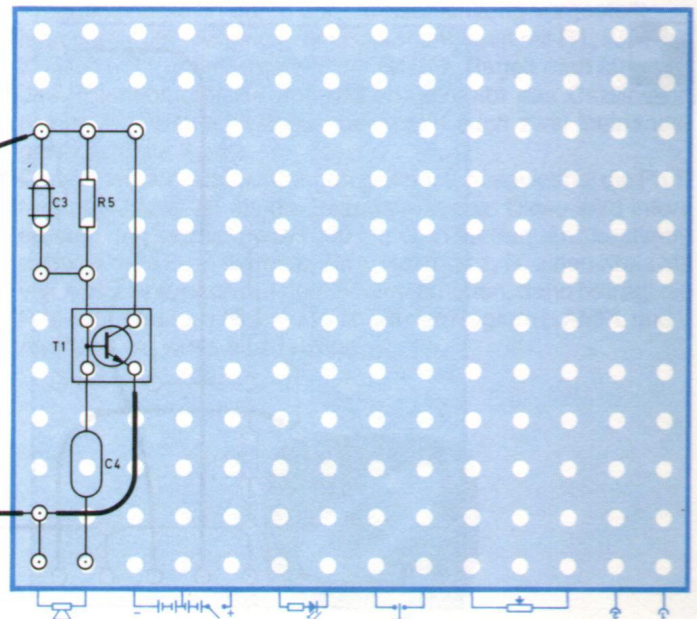


E + F

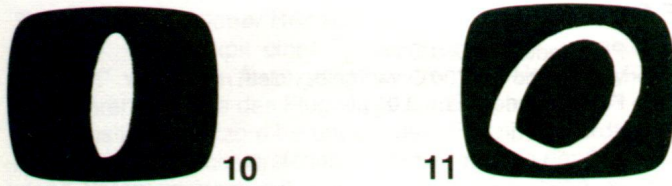
F 7



+ 27 V VIDEO SYNC \sim B SYNC + 9 V X 0- Y



Bildschirm-Experimente



F 7 Schallsteuerung

Der Kreis auf dem Bildschirm kann in diesem Experiment durch Schall gesteuert werden. Dazu verbindet man die Klemme ~ am Bedienungspult mit R1 in der Schaltung, Klemme Y mit C2/R1 und Klemme X mit C1/R3/R2.

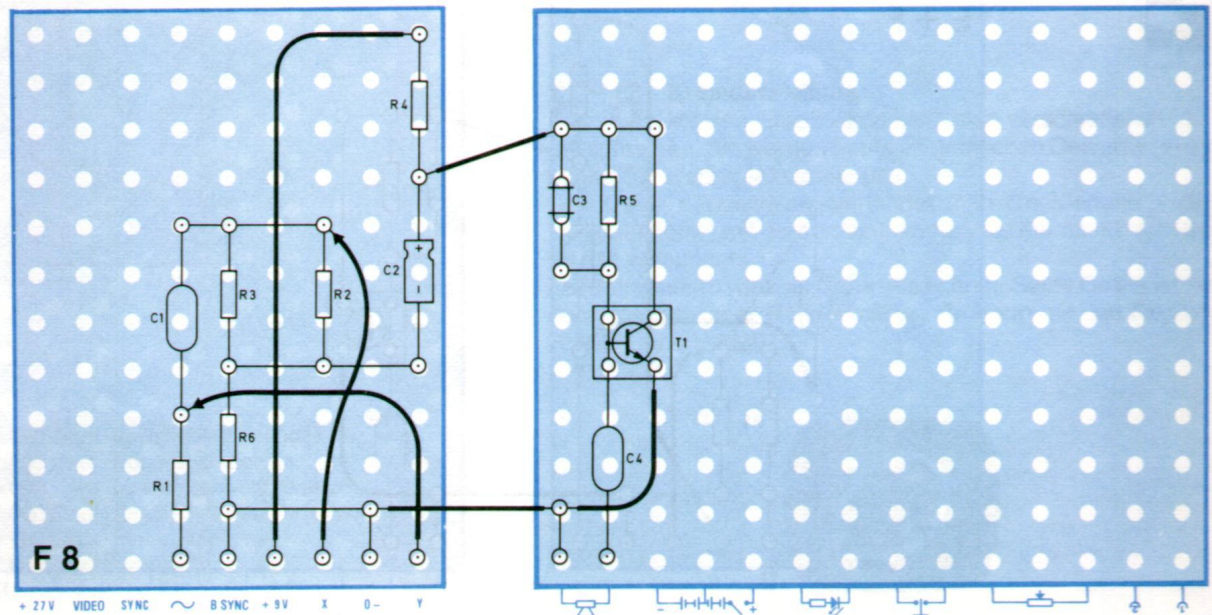
Auf dem Schirm wird ein Kreis abgebildet, dessen Form mit H AMPL und V AMPL verändert werden kann. Spricht man nun in den Lautsprecher, der als Mikrofon wirkt, so verändert der Kreis seinen Durchmesser im Rhythmus der Sprachschwingungen (Abb. 10).

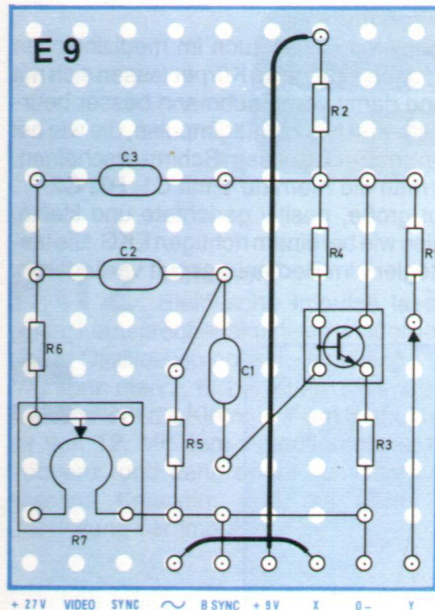
F 8 Vom Kreis zur Ellipse

Die Verformung eines Kreises zur Ellipse durch Sprechwechselspannung erreicht man durch Überlagerung der horizontalen Amplitude. Man verbindet Klemme ~ mit R1, Klemme X mit C1, R2, R3, und Klemme Y am Bedienungspult mit R1/C1. Es erscheint ein Kreis auf dem Bildschirm, er ist mit den Reglern H AMPL und V AMPL einzustellen. Spricht man nun in den als Mikrofon geschalteten Lautsprecher, ändert sich der Kreis in horizontaler Richtung, d. h. es werden Ellipsen geschrieben (Abb. 11). Den Grad des Ausschlages bestimmt die Lautstärke, mit der man spricht.

F 8

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R4 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R5 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R6 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C2 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- C3 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
- C4 = Folien-Kondensator 0,47 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- La = Lautsprecher im Bedienungspult





Man verbindet wie folgt: Klemme ~ mit Klemme X und Klemme Y mit R1. Je nach Stellung des Potentiometers R7 entstehen verschlungene Figuren und bei einem bestimmten Punkt auch ein Kreis, wenn die Regler H AMPL und V AMPL entsprechend eingestellt sind.

Den Frequenzvergleich kann man mit den entstandenen Figuren durchführen. Sind die Frequenzen an X und Y gleich, entsteht ein Kreis. Das Verhältnis ist 1 : 1. Bei zwei ineinander verschlungenen Kreisen ist die eine Frequenz doppelt so hoch wie die andere.

E 9

- R1 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R2 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R3 = Widerstand 10 Ohm (braun, schwarz, schwarz)
- R4 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
- R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R6 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
- R7 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C3 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- T1 = Transistor, weiß

E 9 Lissajou-Figuren

Sollen in einem elektronischen Labor Frequenzen miteinander verglichen werden, läßt sich dazu gut das Oszilloskop verwenden. Man kann dann rasch erkennen, ob die Frequenzen phasengleich oder verschoben sind, oder ob die eine Frequenz das Vielfache der anderen ist. Die dabei auf dem Oszilloskop entstehenden Abbildungen werden **Lissajou-Figuren** genannt.

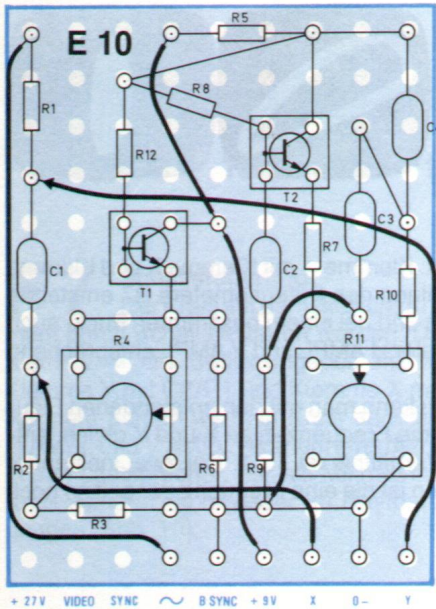
E 10 Frequenzvergleich

In diesem Experiment wird eine Schaltung zum Frequenzvergleich durch sog. Kreisablenkung vorgestellt.

Man verbindet Klemme ~ am Bedienungspult mit R1, Klemme X mit C1/R1 und Klemme Y mit R1/C1. Regelt man langsam das Potentiometer R4 auf und ab, schreibt das Oszilloskop Kreise mit Ausbuchtungen, manchmal auch zwei ineinander geschachtelte Kreise.

Die Anzahl der Ausbuchtungen gibt an, um wievielfach die Prüffrequenz höher ist als die Bezugsfrequenz. Diese wird intern erzeugt und beträgt etwa 1000 Hz. Die Prüffrequenz bestimmt man mit dem Potentiometer R11. Hat man z. B. einen Kreis mit vier Ausbuchtungen auf dem Schirm erhalten, dann beträgt die Prüffrequenz $4 \times 1 \text{ KHz} = 4 \text{ KHz}$. Mit den Reglern H AMPL und V AMPL ist ein Kreis einzustellen.



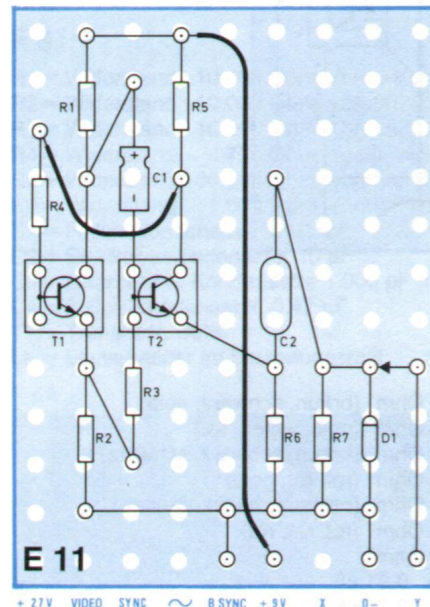


E 10

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
- R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R4 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- R5 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R6 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R7 = Widerstand 10 Ohm (braun, schwarz, schwarz)
- R8 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot gelb)
- R9 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R10 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R11 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- R12 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)
- C1 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C3 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C4 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß

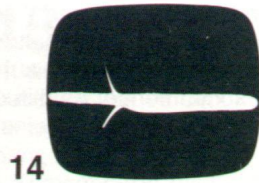
E 11 Herzschlagimpulse

Das Oszilloskop leistet auch im medizinischen Bereich gute Dienste. Viele Vorgänge im Körper lassen sich mit ihm sichtbar machen und damit vom Fachmann besser beurteilen. Diese Schaltung erzeugt Herzschlagimpulse, die wie bei einem Elektrokardiogramm (EKG) auf dem Schirm erscheinen. Zur Funktion verbindet man die Klemme Y mit C1, R7, C2. Der Bildschirm schreibt große, positiv gerichtete und kleine, negativ gerichtete Impulse wie bei einem richtigen EKG. Sie lassen sich mit den drei Reglern im Bedienungspult verändern.

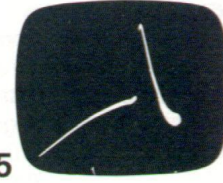


E 11

- R1 = Widerstand 470 Ohm (gelb, violett, braun)
- R2 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
- R3 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R4 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R5 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R6 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R7 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß
- D1 = Diode



14



15

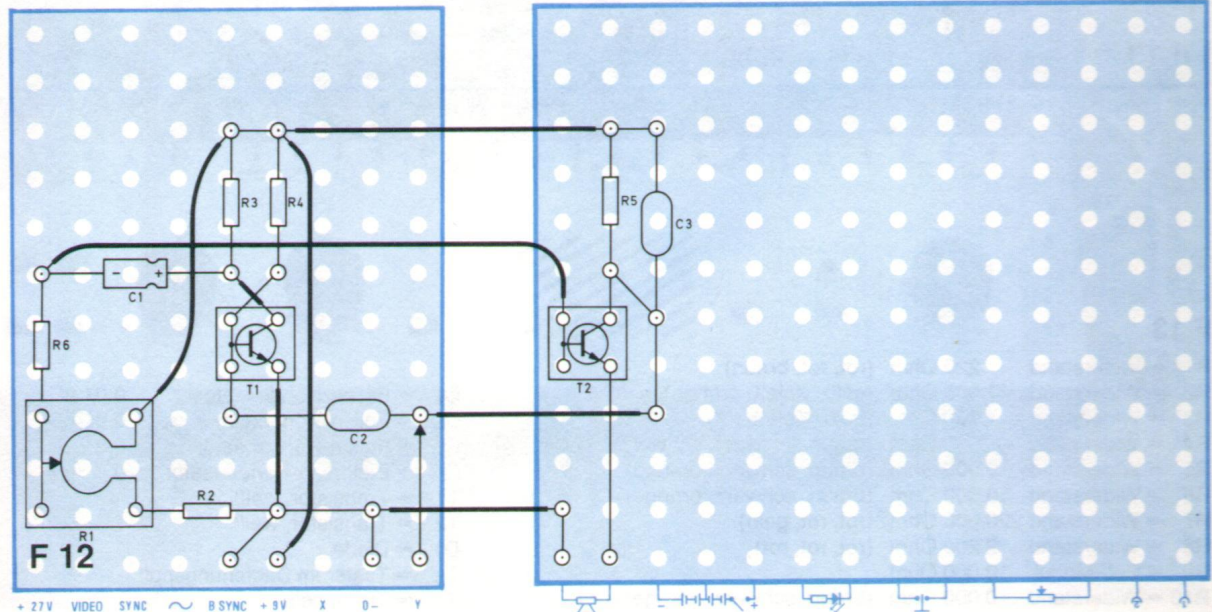
F 12 Metronom

Elektrische Impulse lassen sich nicht nur mit einem Lautsprecher akustisch wiedergeben, sondern auch auf einem Oszilloskop optisch darstellen.

Das kann man z. B. bei einem Metronom gut demonstrieren. Man schließt die Klemme Y am Bedienungspult an den Kollektor von T2. Mit dem Potentiometer R1 regelt man die Taktfrequenz, und dann ertönt aus dem Lautsprecher ein rhythmisches Knacken, und auf dem Schirm erscheint die Darstellung der Impulse.

F 12

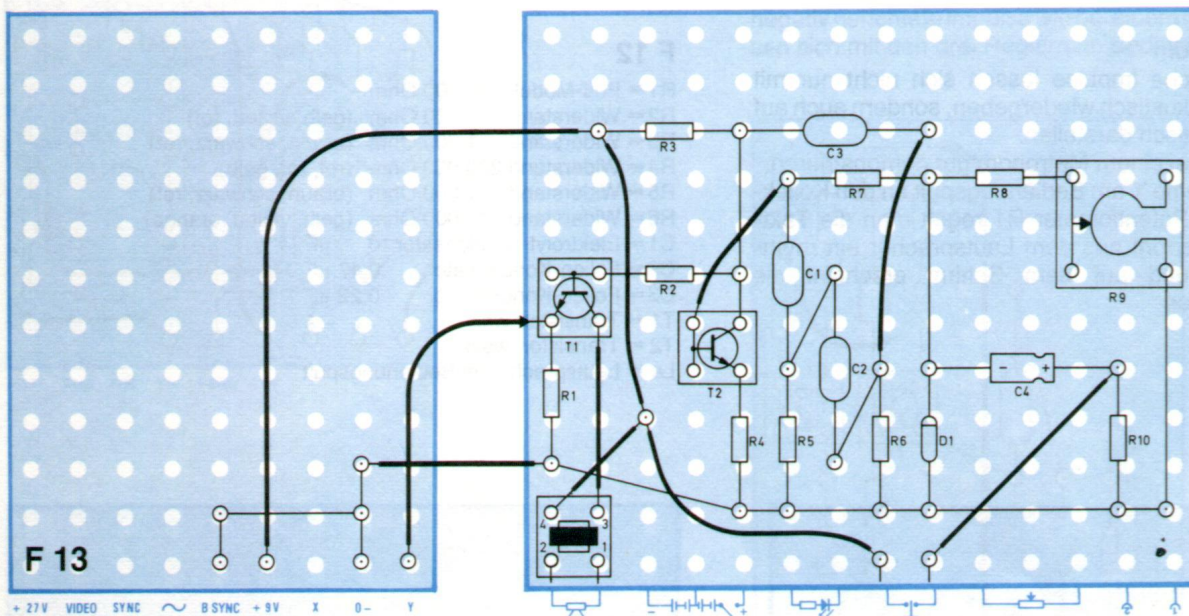
- R1 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- R2 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R4 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
- R5 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R6 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μF
- C2 = Folien-Kondensator 0,47 μF
- C3 = Folien-Kondensator 0,22 μF
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß
- La = Lautsprecher im Bedienungspult



F 13 Elektronische Trommel

Eine elektronische Trommel erzeugt Schlaggeräusche wie bei einer richtigen Trommel. Dieses Geräusch kann man gleichzeitig auch optisch darstellen und dann erkennen, ob die Schwingungen korrekt erfolgen.

Der Emitter von T1 wird mit der Klemme Y am Bedienungspult verbunden. Beim Betätigen des Tastschalters ertönt ein Trommelschlag aus dem Lautsprecher, und auf dem Schirm wird eine Schwingung mit abnehmender Amplitude dargestellt. Ihre Dauer läßt sich mit dem Poti-Modul R9 einstellen.



F 13

R1	= Widerstand	220 Ohm	(rot, rot, braun)
R2	= Widerstand	47.000 Ohm	(gelb, violett, orange)
R3	= Widerstand	4.700 Ohm	(gelb, violett, rot)
R4	= Widerstand	10 Ohm	(braun, schwarz, schwarz)
R5	= Widerstand	10.000 Ohm	(braun, schwarz, orange)
R6	= Widerstand	10.000 Ohm	(braun, schwarz, orange)
R7	= Widerstand	220.000 Ohm	(rot, rot, gelb)
R8	= Widerstand	2.200 Ohm	(rot, rot, rot)
R9	= Poti-Modul	10.000 Ohm	
R10	= Widerstand	10.000 Ohm	(braun, schwarz, orange)

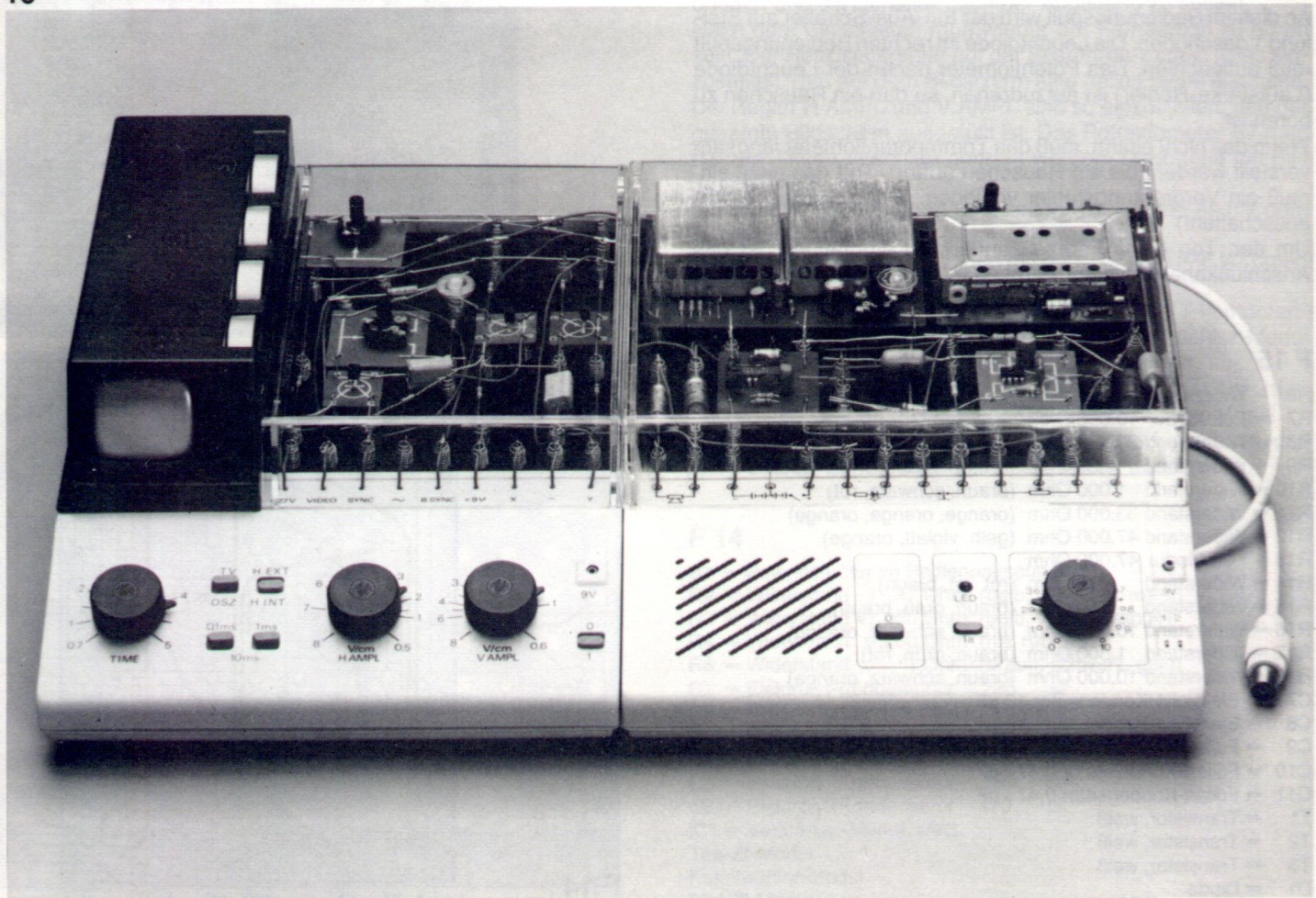
C1	= Folien-Kondensator	0,01 μ F
C2	= Folien-Kondensator	0,01 μ F
C3	= Folien-Kondensator	0,01 μ F
C4	= Elektrolyt-Kondensator	10 μ F
T1	= Transistor, weiß	
T2	= Transistor, weiß	
D1	= Diode	
Ta	= Taster im Bedienungspult	
Tr	= Trafo, gelb	

F14/F15 Fernsehempfänger Das Fernsehen ist heute bei den meisten Menschen ein fester Bestandteil im Tagesablauf. Gegenüber dem Rundfunk hat es den Vorteil, daß man das Geschehen nicht nur hören, sondern auch sehen kann. Neben dem Bildschirm, der für den Betrachter der wesentliche Teil ist, enthält ein Fernsehgerät eine große Anzahl elektronischer Teile, um das Bild mit dem Ton zu empfangen.

Bildröhren-Modul und Bedienungspult enthalten fast alle elektronischen Einrichtungen, die zur Bilderzeugung notwendig sind. Um aber ein richtiges Fernsehgerät aufzubauen, sind noch die Empfangsmodule hinzuzufügen. Beim Aufbau des Fernsehgeräts muß man darauf achten, daß die einzelnen Module an den Anschlüssen mit gleicher Bezeichnung miteinander verbunden werden.

Da ein Fernsehempfänger aus vielen Bauteilen und Modulen besteht, empfiehlt es sich, ihn in zwei Stufen aufzubauen. Im Experiment F 14 wird zunächst der Fernseh-Tonempfänger zusammengesetzt und in Betrieb genommen.

16



Fernseh-Empfänger

Am besten verdrahtet man zunächst die Minus-Anschlüsse (—), dann legt man die + —Leitungen. Dann folgen die Verbindungen des Kanalwählers mit der Bild-Zf. Die Bild-Zf wird mit der Ton-Zf verbunden.

Ton-Zf und IC 1 (Tonendstufe) sind mit einigen zusätzlichen Kondensatoren und Widerständen beschaltet, die wie im Verdrahtungsplan verbunden werden.

Vor dem Einschalten ist die Verdrahtung noch einmal sorgfältig zu überprüfen. Das Trimpmpotentiometer auf dem Kanalwähler-Modul ist auf den linken Anschlag zu drehen.

Wenn das Netzteil benutzt wird, muß der Stecker in die Buchse 9V des linken Bedienungspultes (Oszilloskop) gesteckt werden.

An diesem Bedienungspult wird der Ein-Aus-Schalter auf Stellung 1 geschoben. Die Leuchtdiode im rechten Bedienungspult muß aufleuchten. Das Potentiometer neben der Leuchtdiode (Lautstärke-Regler) ist aufzudrehen, so daß ein Rauschen zu hören ist.

Wenn das nicht eintritt, muß das Trimpmpotentiometer langsam verstellt werden, bis ein Rauschen auftritt. Tritt das nicht ein, muß ein Verdrahtungsfehler vorliegen. (Beim Suchen immer ausschalten!)

Um den Ton eines Fernsehsenders zu empfangen, ist das Anschlußkabel von einer Fernsehantenne an die Zuleitung zu

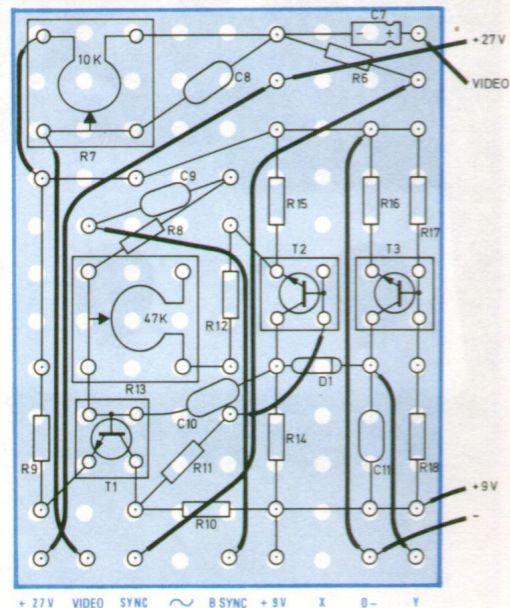
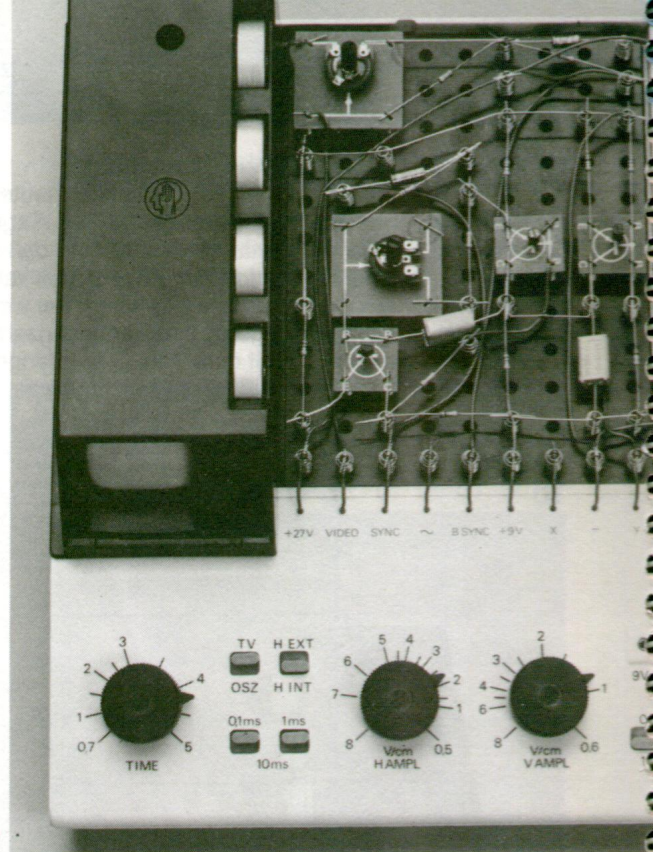
F 15

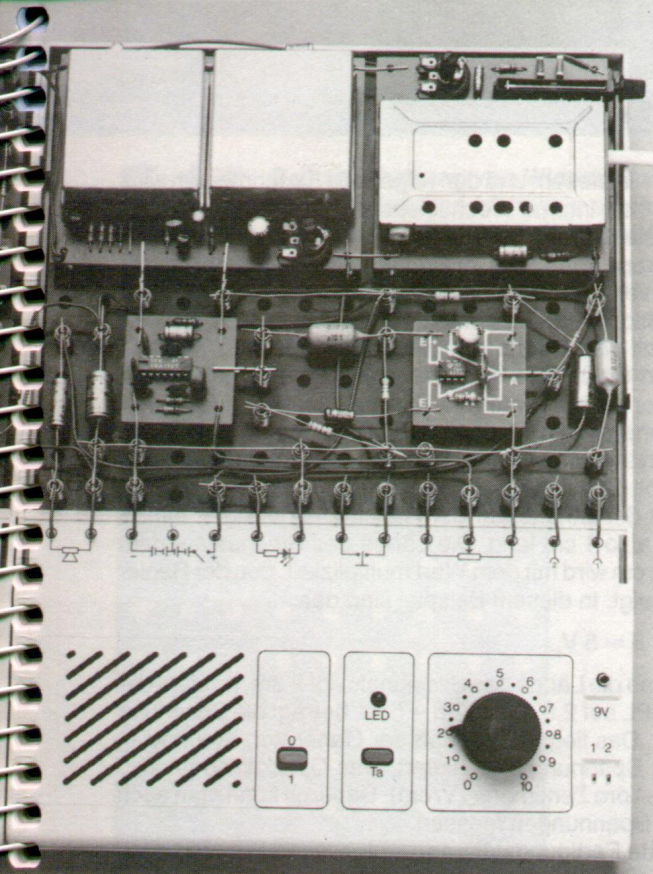
- R6 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
- R7 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- R8 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)
- R9 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
- R10 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R11 = Widerstand 33.000 Ohm (orange, orange, orange)
- R12 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R13 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- R14 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
- R15 = Widerstand 180 Ohm (braun, grau, braun)
- R16 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R17 = Widerstand 1.500 Ohm (braun, grün, rot)
- R18 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- C7 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- C8 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- C9 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
- C10 = Folien-Kondensator 0,47 μ F
- C11 = Folien-Kondensator 0,47 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß
- T3 = Transistor, weiß
- D1 = Diode

17

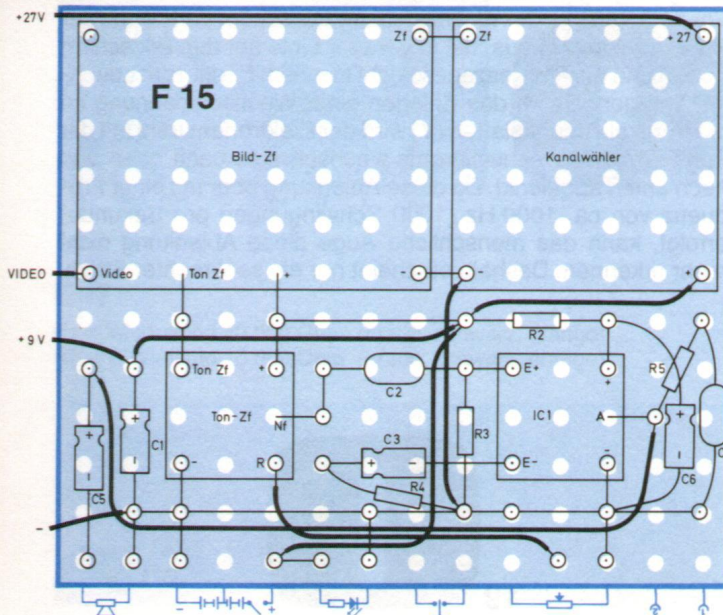


F 14





18



stecken, die seitlich aus dem Kanalwähler-Modul herausgeführt ist. Behelfsmäßig reicht oft auch ein Stück Draht. Jetzt muß durch Drehen an dem seitlich herausragenden Rädchen des Kanalwähler-Moduls ein Fernsehsender gesucht werden.

Arbeitet der Fernseh-Empfänger einwandfrei, kann man mit dem Aufbau des Bildteils nach Verdrahtungsplan **F 15** beginnen.

Der Aufbau auf dem rechten Teil bleibt erhalten. Nur die Bauteile auf der linken Grundplatte sind hinzuzufügen. Vor dem Einschalten sind die drei Regler in Mittelstellung zu bringen und die Schalter nach der Abbildung zu stellen.

Nach dem Einschalten muß wieder der Fernseh-Empfänger zu hören sein. Der Helligkeitsregler auf der Bildröhren-Einheit ist so einzustellen, daß auf dem Bildschirm eine helle Fläche erscheint. Die Regler H AMPL und V AMPL sind so einzustellen, daß der gesamte Bildschirm ausgefüllt ist. Das Potentiometer R7 muß bis zum linken Anschlag gedreht werden. Dann muß ein Bild erscheinen.

Läuft das Bild nach oben oder unten durch, muß es mit dem Regler R13 zum Stillstand gebracht werden.

Seitlich verzerrte Bilder können mit dem Regler TIME korrigiert werden.

Weist das Bild noch Mängel auf, kann es mit den Trimpotentiometern auf dem Bild-Zf-Modul und dem Kanalwähler-Modul vorsichtig auf optimale Qualität eingestellt werden.

Schlechte Bildqualität (unscharfe Konturen) beseitigt man auch durch Drehen des Rädchens am Kanalwähler-Modul.

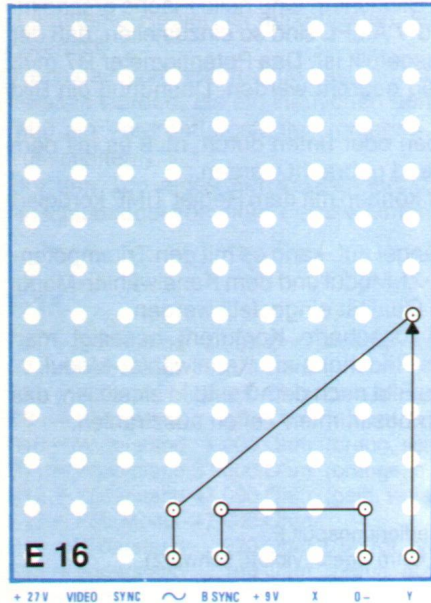
Am besten läßt sich das Bild nach dem Testbild einstellen, das alle Fernseh-Sender zu bestimmten Zeiten ausstrahlen.

F 14

- R1 = Potentiometer im Bedienungspult F
- R2 = Widerstand 47 Ohm (gelb, violett, schwarz)
- R3 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R4 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
- R5 = Widerstand 1 Ohm (braun, schwarz, gold)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 220 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
- C3 = Elektrolyt-Kondensator 4,7 μ F
- C4 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
- C5 = Elektrolyt-Kondensator 100 μ F
- C6 = Elektrolyt-Kondensator 470 μ F
- IC1 = Verstärker-Modul, weiß
- Ton-Zf-Modul
- Kanalwähler-Modul
- Bild-Zf-Modul

Widerstände, Kondensatoren und Spulen

Oszilloskope eignen sich u. a. auch für Spannungsmessungen. Selbstverständlich lassen sich die gemessenen Werte nicht digital, d. h. als Ziffern ablesen, sondern nur analog. Im Gegensatz zu herkömmlichen Zeigerinstrumenten erfolgt die Anzeige der Spannung in Form eines senkrechten Strichs auf dem Bildschirm, dessen Länge sich analog zur angelegten Spannung verändert. Um auf dem Bildschirm nicht jedes Mal die Länge des Leuchtbalkens ausmessen zu müssen, wurde das Gerät bereits geeicht. Um genau messen zu können, ist die Rasterfolie auszuschneiden und auf den Bildschirm zu legen.



E 16 In diesem und den folgenden Experimenten wird die interne Wechselspannungsquelle verwendet. Dazu ist nur die Klemme ~ mit Y zu verbinden. Der 0-Anschluß des Oszilloskops ist bereits im Bedienungspult mit der Spannungsquelle verbunden.

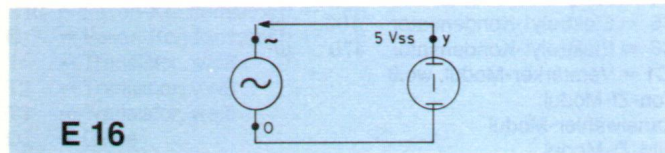
Auf dem Bildschirm erscheint ein senkrechter Strich, dessen Länge sich mit dem Regler V AMPL verändern läßt. Durch diesen Strich wird eine Wechselspannung angezeigt, ohne daß über die Kurvenform etwas ausgesagt werden kann. (Darüber genaue Informationen im Experiment E 41.) Bei einem cm Strichlänge zeigt der Regler V AMPL eine Spannung von $5 V_{ss}$ (Volt-Spitze/Spitze) an. Der Abstand der Striche auf der Rasterfolie beträgt 2 mm. 5 Striche sind also 1 cm lang. Die Länge des Striches auf dem Bildschirm in cm wird mit dem Wert multipliziert, den der Regler V AMPL anzeigt. In diesem Beispiel sind das:

$$1 \text{ cm} \cdot 5 = 5 V_{ss}$$

Verändert man die Länge des Bildsignals auf 2 cm, so steht der Regler V AMPL auf 2,5. Da $202,5 = 5$ ist, beträgt die Spannung wieder $5 V_{ss}$. Das liegt daran, daß der Generator, Klemme ~, ständig eine Spannung $5 V_{ss}$ liefert. Das Oszilloskop ist also geeicht in Volt pro Zentimeter (V/cm). Dadurch kann man auch unbekannte Spannungen messen.

Da alle Geräte Fertigungstoleranzen aufweisen, können auch hier geringfügige Differenzen auftreten.

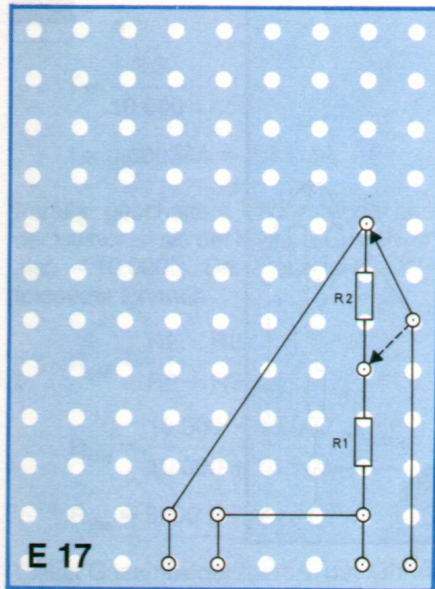
Vor dem Anlegen der Wechselspannung sendet die Katode der Röhre Elektronen aus, die in gerader Linie auf den Bildschirm treffen und die Fluoreszenzschicht in einem Punkt zum Leuchten anregen. Durch das Anlegen einer Wechselspannung an die Vertikal-Ablenkplatten (Y) wird der Elektronenstrahl mit der Frequenz des Wechselstroms wechselweise nach oben und nach unten abgelenkt. Da diese Ablenkung aber mit einer Frequenz von ca. 1000 Hz (1000 Schwingungen pro Sekunde) erfolgt, kann das menschliche Auge diese Ablenkung nicht mehr erkennen. Deshalb erscheint nur ein senkrechter Strich.



E 17 Reihenschaltung von Widerständen

Jeder Widerstand erzeugt in einem Stromkreis einen Spannungsabfall, dessen Größe vom Wert des Widerstands abhängt.

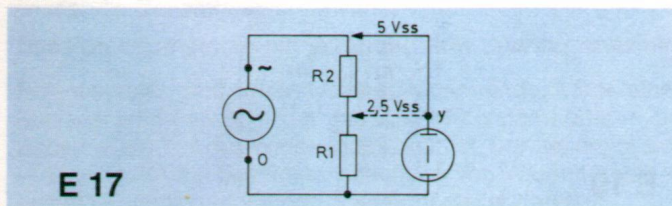
Im Experiment E 17 sind 2 Widerstände mit je $10\text{ k}\Omega$ in Reihe geschaltet. Mißt man den Spannungsabfall an beiden Widerständen, so ergibt sich wieder ein Wert von 5 V_{ss} . An jedem einzelnen Widerstand fällt die Hälfte der Gesamtspannung, also $2,5\text{ V}_{\text{ss}}$ ab.



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 17

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)



E 17

In den beiden Widerständen in diesem Experiment fließt ein Strom von gleicher Größe. Die Stromstärke kann bei bekannter Spannung und bekanntem Widerstand nach dem **Ohmschen Gesetz** errechnet werden:

$$U = R \cdot I$$

Bei einer Spannung von 5 V_{ss} und einem Widerstand von $10\,000\text{ }\Omega$ errechnet sich die Stromstärke I:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{5}{10\,000}$$

$$I = 0,0005\text{ A} = 0,5\text{ mA}$$

E 18 Sind die Widerstände in einem Stromkreis unterschiedlich groß, dann ergeben sich selbstverständlich auch unterschiedliche Spannungsabfälle. In Experiment E 18 ist $R1 = 10\text{ k}\Omega$ und $R2 = 4,7\text{ k}\Omega$. Die Gesamtspannung beträgt wieder 5 V_{ss} .

Am Widerstand R1 läßt sich eine Spannung von ca. $3,4\text{ V}_{\text{ss}}$ messen. Daraus errechnet sich die Stromstärke I:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{3,4}{10\,000}$$

$$I = 0,00034\text{ A} = 0,34\text{ mA}$$

Durch Berechnung kann nun auch der Spannungsabfall am Widerstand R2 gefunden werden; denn der Strom ist an jeder Stelle eines unverzweigten Stromkreises gleich.

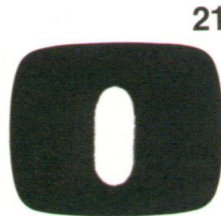
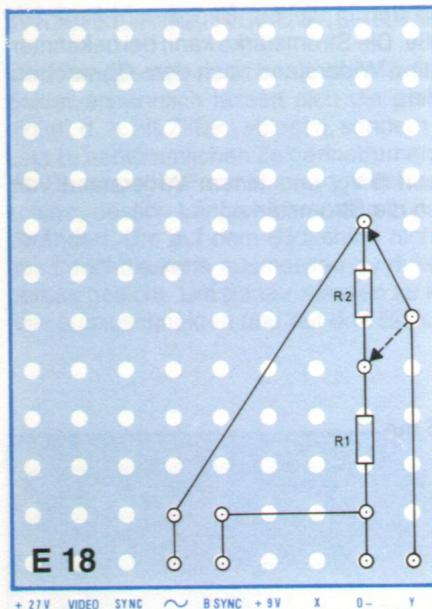
$$U = R \cdot I$$

$$U = 4700 \cdot 0,00034$$

$$U = 1,598\text{ V}_{\text{ss}}$$

Die Spannung beträgt am Widerstand R2 also ca. $1,6\text{ V}$. Dieser Wert wird durch die Messung mit dem Oszilloskop bestätigt.

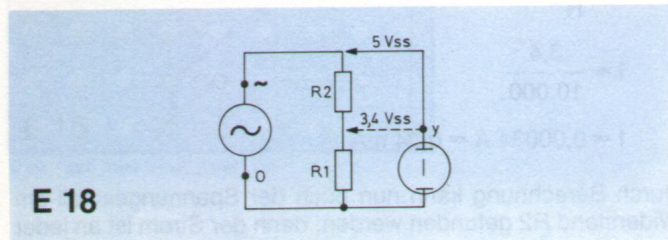
Elektronen — sichtbar gemacht



21

E 18

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)



Leichter läßt er sich natürlich errechnen aus der Differenz der Gesamtspannung und der Teilspannung an R1.

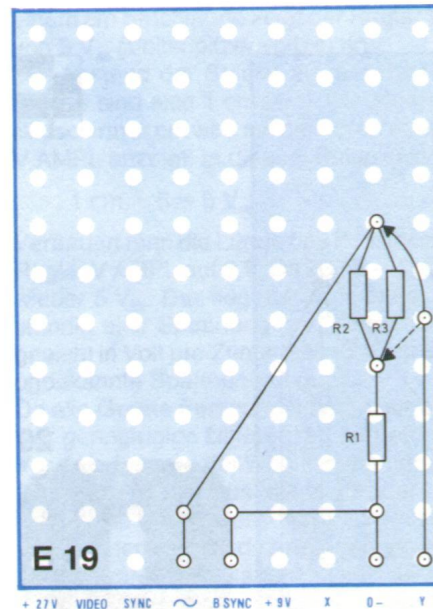
$$U_2 = U_{\text{ges}} - U_1$$

$$U_2 = 5 - 3,4$$

$$U_2 = 1,6 \text{ V}_{\text{ss}}$$

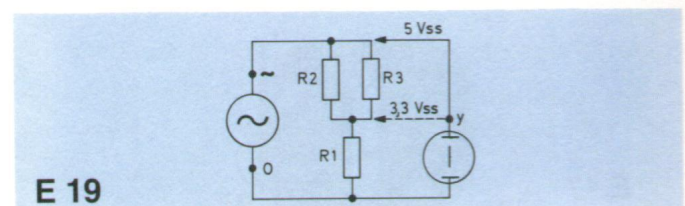
Diese Messungen und die Berechnungen lassen auch erkennen, daß die Spannungen in einem Stromkreis an mehreren Widerständen im gleichen Verhältnis zueinander stehen wie die Widerstände.

Da durch eine Reihenschaltung von Widerständen eine Gesamtspannung in einzelne Teilspannungen zerlegt wird, nennt man eine solche Schaltung **Spannungsteiler**.



E 19

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)



E 19 Parallelschaltung von Widerständen

Im Experiment E 19 liegen 2 parallele Widerstände von je 10 K Ω in Reihe mit einem weiteren Widerstand von 10 K Ω . Messungen mit dem Oszilloskop ergeben an R1 einen Wert von ca. 3,3 V_{ss} bei einer Gesamtspannung U_{ges} von 5 V_{ss}. Im Vergleich zum vorigen Experiment muß der Schluß gezogen werden, daß die beiden parallelgeschalteten Widerstände R2 und R3 von je 10 K Ω etwa den gleichen Wert haben wie der Widerstand von 4,7 K Ω .

Der Strom im Widerstand R1 ist schnell errechnet:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{3,3}{10\,000}$$

$$I = 0,00033\text{A} = 0,33\text{ mA}$$

Parallel geschaltete Widerstände haben einen Gesamtwert, der kleiner ist als der kleinste Einzelwert, in diesem Experiment also <10.000 Ω . Der Gesamtwert läßt sich berechnen nach folgender Formel:

$$R_{\text{ges}} = \frac{R2 \cdot R3}{R2 + R3}$$

$$R_{\text{ges}} = \frac{10\,000 \cdot 10\,000}{10\,000 + 10\,000}$$

$$R_{\text{ges}} = 5000\,\Omega$$

Dieser Gesamtwiderstand in das Ohmsche Gesetz eingesetzt, läßt die Berechnung des Spannungsabfalls an R2/R3 zu:

$$U = R \cdot I$$

$$U = 5000 \cdot 0,00033$$

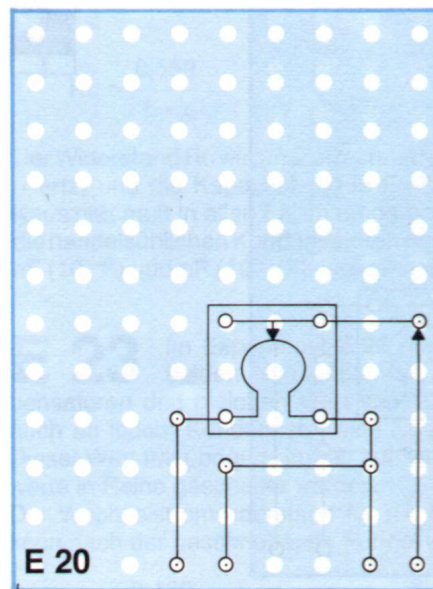
$$U = 1,65\text{ V}$$

Die Summe der Spannungsabfälle an R1 und R2/R3 ergibt wieder die Gesamtspannung von 5 V_{ss}.

Das Potentiometer — ein veränderbarer Spannungsteiler

Potentiometer sind veränderbare Widerstände. Über einen Schleifer wird entweder der gesamte Widerstand oder — bei Bedarf — ein Teil des Widerstands benutzt. Daraus ergibt sich — ähnlich wie bei der Reihenschaltung von Widerständen — daß ein Potentiometer einen Spannungsteiler darstellt.

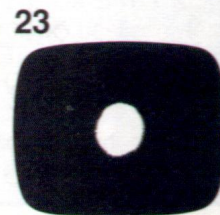
E 20 In Experiment E 20 kann einmal wieder die Gesamtspannung von 5 V_{ss} gemessen werden. Wird aber der Schleifer des Trimpmpotentiometers mit dem Y-Eingang des Oszilloskops verbunden, dann läßt sich jede Spannung zwischen 0V und 5 V_{ss} einstellen. Der Gesamtwiderstand des Potentiometers beträgt dabei stets 10 K Ω . Es ändert sich nur das Verhältnis der — gedachten — Teilwiderstände zueinander.



+ 27 V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9 V X 0- Y



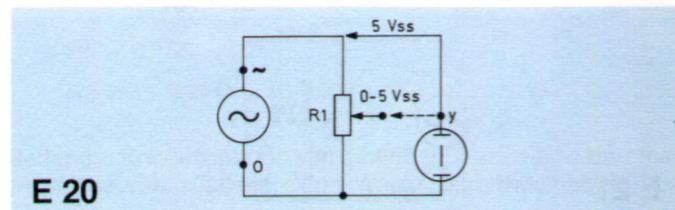
22



23

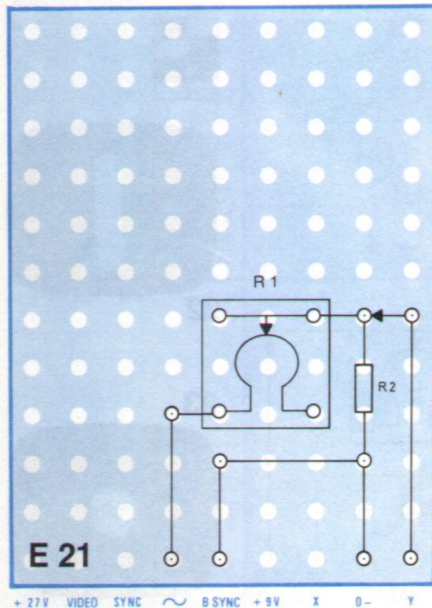
E 20

R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm



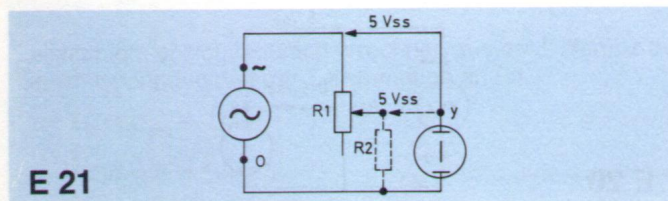
E 21 In Experiment **E 21** werden zunächst nur zwei Anschlüsse des Potentiometers angeschlossen, der Schleifer ist mit dem Y-Eingang verbunden. Verändert man den Schleifer, dann ändert sich die vom Oszilloskop angezeigte Spannung nicht. Der Grund dafür liegt in der Schaltung des Oszilloskops. Jedes elektrische und elektronische Gerät besitzt nämlich einen **Eingangswiderstand**, der in diesem Fall das Ergebnis verfälscht. Für hochwertige Meßgeräte ist ein großer

Eingangswiderstand erforderlich. Er beträgt für dieses Oszilloskop ca. 500 K Ω . Die zusätzlichen 10 K Ω des Potentiometers spielen prozentual dazu überhaupt keine Rolle, und deshalb ändert sich die Anzeige auf dem Oszilloskop auch nicht. Erst wenn der Widerstand R2 parallel zum Oszilloskop in die Schaltung eingefügt wurde, läßt sich jede Spannung zwischen 1 V_{ss} und 5 V_{ss} mit dem Schleifer des Potentiometers einstellen.



E 21

R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
R2 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)



E 22 LDR im Spannungsteiler

Ein LDR ist ein lichtempfindlicher Widerstand, dessen Wert sich mit dem Beleuchtungseinfall ändert. Wird er großem Lichteinfall ausgesetzt, ist sein Widerstandswert klein, bei völliger Dunkelheit beträgt sein Wert einige M Ω (Mega Ω = Millionen Ω).

Bei stark beleuchtetem LDR ist sein Widerstand im Verhältnis zu R1 (10 K Ω) nur klein. Das bedeutet, daß an R1 fast die gesamte Spannung von 5 V_{ss} liegt. Dunkelt man den LDR ab, dann verringert sich die Spannung an R1, da nun der LDR einen größeren Widerstand besitzt.

Der Widerstand des LDR bei einer bestimmten Beleuchtung kann errechnet werden. Nimmt man an, daß an R1 eine Spannung von 2 V_{ss} gemessen wird, dann beträgt die Spannung am LDR 3 V_{ss}. Nach dem Ohmschen Gesetz muß zunächst der Strom in der Schaltung errechnet werden

$$I = \frac{U}{R_1}$$

$$I = \frac{2}{10\,000}$$

$$I = 0,0002\text{A} = 0,2\text{mA}$$

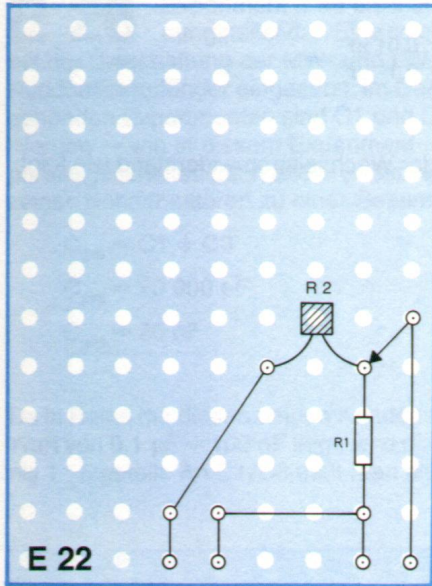
Da dieser Strom auch durch den LDR fließt, läßt sich der Widerstand errechnen:

$$R_{\text{LDR}} = \frac{U_{\text{LDR}}}{I}$$

$$R_{\text{LDR}} = \frac{3}{0,0002}$$

$$R_{\text{LDR}} = 15\,000\,\Omega$$

Dieser Widerstand gilt natürlich nur bei einer bestimmten Beleuchtung des LDR, die der Spannung von 2 V_{ss}, gemessen an R1, entspricht.



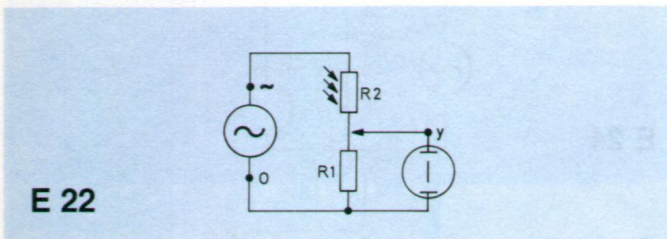
E 22

+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 22

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

R2 = LDR



E 22

Kondensatoren als Spannungsteiler

Schaltet man einen Kondensator in einen Gleichstromkreis, so stellt er einen unendlich großen Widerstand für den elektrischen Strom dar. In einem Wechselstromkreis dagegen bildet er einen endlichen Widerstand, dessen Wert allerdings von verschiedenen Faktoren abhängt. Die Frequenz des Wechselstroms und die Kapazität des Kondensators beeinflussen seinen Wechselstromwiderstand. Allgemein läßt sich sagen, daß der Widerstand (R_c) kleiner wird, je größer die Kapazität (C) des Kon-

densators und je höher die Frequenz (f) des Wechselstroms ist. Der Wert läßt sich nach der folgenden Formel berechnen:

$$R_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Der Gebrauch der Formel läßt sich vereinfachen, wenn man eine Konstante einsetzt für

$$\frac{1}{2 \cdot \pi} = 0,159$$

Dann ist

$$R_c = \frac{0,159}{f \cdot c}$$

Der Widerstand R_c wird in Ω errechnet. Die Frequenz (f) ist in Hz (Hertz) und die Kapazität (C) in F (Farad) einzusetzen. Die Kapazität muß in allen Fällen umgerechnet werden, da sie für die handelsüblichen Kondensatoren nur im Bereich μF ($10^{-6}F$), nF ($10^{-9}F$) und pF ($10^{-12}F$) liegen.

E 23 Im Experiment **E 23** beträgt die Spannung an beiden Kondensatoren $5 V_{ss}$. Da beide Kondensatoren den gleichen Wert von $10\,000\,pF$ besitzen, fällt auch an jedem Kondensator eine Spannung von $2,5 V_{ss}$ ab. Dieser Wert tritt übrigens immer auf, wenn gleiche Kapazitätswerte in Reihe geschaltet werden.

Der Wechselstromwiderstand für die beiden Kondensatoren kann nach der beschriebenen Formel errechnet werden:

$$R_c = \frac{0,159}{f \cdot c}$$

$$R_c = \frac{0,159}{1000 \cdot 10\,000 \cdot 10^{-12}}$$

$$R_c = \frac{0,159 \cdot 10^{12}}{10^3 \cdot 10^4}$$

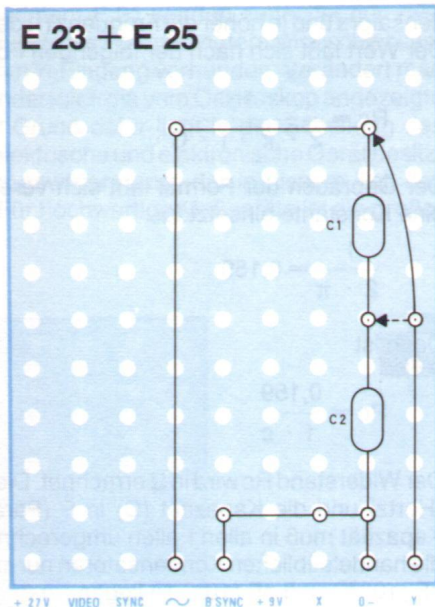
$$R_c = 0,159 \cdot 10^5$$

$$R_c = 15\,900\,\Omega = 15,9\,K\Omega$$

Jeder der Kondensatoren von $10\,000\,pF$ besitzt also bei einer Frequenz von $1000\,Hz$ einen Wechselstromwiderstand von $15,9\,K\Omega$.



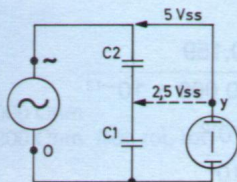
E 23 + E 25



E 23

C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F

C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F



E 24

C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F

C2 = Folien-Kondensator 0,1 μ F

Für C2 errechnet sich der Wechselstromwiderstand wie folgt:

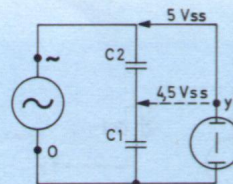
$$R_c = \frac{0,159}{10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^6}$$

$$R_c = \frac{0,159 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 0,1}$$

$$R_c = \frac{0,159 \cdot 10^3}{0,1}$$

$$R_c = 1590\Omega$$

Das Verhältnis der Wechselstromwiderstände der beiden Kondensatoren beträgt 1 : 10, also wird auch die Gesamtspannung im gleichen Verhältnis geteilt.



E 24

E 25 Verkleinert man den Kondensator C2 auf $0,047 \mu\text{F}$, dann lässt sich an C1 eine Spannung von $3,8 \text{ V}_{\text{ss}}$ messen. An C2 fällt nun $1,2 \text{ V}_{\text{ss}}$ ab.

E 25

C1 = Folien-Kondensator 0,01 μF

C2 = Folien-Kondensator 0,047 μ F

E 24 Wird im Experiment **E 24** der Kondensator C2 ausgetauscht gegen einen anderen mit $0,1 \mu\text{F}$, dann tritt an C1 eine Spannung von $4,5 V_{\text{SS}}$ auf. Der Spannungsabfall an C2 beträgt dann natürlich nur $0,5 V_{\text{SS}}$.

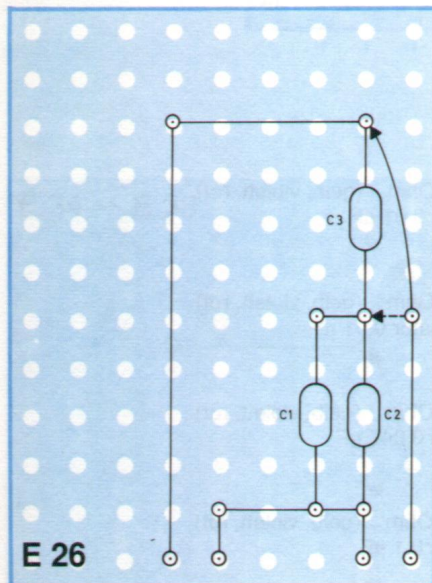
E 26 Experiment **E 26** stellt einen kapazitiven Spannungsteiler dar. Eine solche Spannung wird z. B. bei der Umschaltung der MW- und LW-Empfangsbereiche im Rundfunkempfänger eingesetzt. Im Gegensatz zu den vorhergehenden Experimenten sind C1 und C3 parallel geschaltet. Werden — wie in diesem Experiment — zwei Kondensatoren parallelgeschaltet, dann addieren sich die Kapazitäten der einzelnen Kondensatoren zu einer Gesamtkapazität.

$$C_{\text{ges}} = C1 + C3$$

$$C_{\text{ges}} = 20\,000\text{ pF}$$

$$C_{\text{ges}} = 20\text{ nF}$$

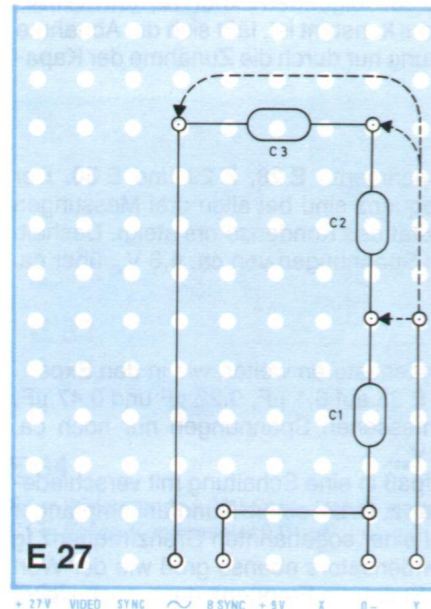
Da in Reihe mit diesen beiden Kondensatoren einer mit einem Wert von $0,1\text{ }\mu\text{F} = 100\text{ nF}$ liegt, wird die Spannung im Verhältnis 1 : 5 geteilt. An C1/C3 mißt man also 4 V_{ss} .



E 26

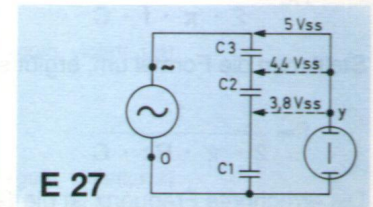
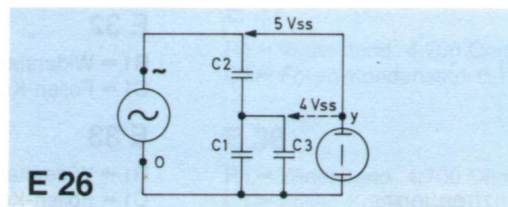
C1 = Folien-Kondensator $0,01\text{ }\mu\text{F}$
C2 = Folien-Kondensator $0,1\text{ }\mu\text{F}$
C3 = Folien-Kondensator $0,01\text{ }\mu\text{F}$

E 27 Im Experiment **E 27** wird die Gesamtspannung von 5 V_{ss} durch drei in Reihe geschaltete Kondensatoren in 3 Teilspannungen zerlegt. Der Wechselstromwiderstand für C1 beträgt wie im Experiment **E 23** $15\,900\text{ }\Omega$, für C2 ca. $3\,380\text{ }\Omega$ und für C3 $1\,590\text{ }\Omega$. Also müssen an C1 etwa $3,8\text{ V}_{\text{ss}}$ liegen und an C1/C2 etwa $4,2\text{ V}_{\text{ss}}$.



E 27

C1 = Folien-Kondensator $0,01\text{ }\mu\text{F}$
C2 = Folien-Kondensator $0,047\text{ }\mu\text{F}$
C3 = Folien-Kondensator $0,1\text{ }\mu\text{F}$



E 28 Hoch- und Tiefpaß

Ein Tiefpaß besteht aus einem Widerstand (R) und einem Kondensator (C), deshalb ist auch die Bezeichnung RC-Tiefpaß üblich.

Der Kondensator und der Widerstand wirken auch als Spannungsteiler, dabei tritt aber eine Besonderheit auf:

Der Wert des Widerstandes ist — unabhängig von der Frequenz des Wechselstroms — stets gleich. Anders der Wechselstromwiderstand des Kondensators: Er wird mit steigender Frequenz des Wechselstroms bzw. mit zunehmender Kapazität des Kondensators kleiner. Da bei den folgenden Experimenten die Frequenz des Wechselstroms konstant ist, läßt sich die Abnahme der gemessenen Spannung nur durch die Zunahme der Kapazität erklären.

Das bestätigen die Experimente **E 28**, **E 29** und **E 30**. Der Widerstand und die Frequenz sind bei allen drei Messungen konstant, nur die Kapazität des Kondensators steigt. Deshalb sinken die gemessenen Spannungen von ca. $4,6 V_{SS}$ über ca. $4 V_{SS}$ auf ca. $2,6 V_{SS}$.

Vergrößert man die Kondensatoren weiter, wie in den Experimenten **E 31**, **E 32** und **E 33** auf $0,1 \mu F$, $0,22 \mu F$ und $0,47 \mu F$, dann betragen die gemessenen Spannungen nur noch ca. $1,3 V_{SS}$, $0,6 V_{SS}$ und $0,3 V_{SS}$.

Schaltet man einen Tiefpaß in eine Schaltung mit verschiedenen Frequenzen, wie das z. B. bei einem Rundfunkempfänger der Fall ist, dann ist bei einer sogenannten Grenzfrequenz f_g der Widerstand des Kondensators ebenso groß wie der Wert des Festwiderstandes. Steigt die Frequenz dann noch weiter an, so ist die Ausgangsspannung so gering, daß fast keine Spannung mehr auftritt. Damit wird deutlich, daß tiefe Frequenzen ungehindert durch einen solchen Tiefpaß hindurchgehen, hohe Frequenzen aber weitgehend unterdrückt werden.

Die Grenzfrequenz läßt sich für jeden Tiefpaß mit der bereits bekannten Formel berechnen:

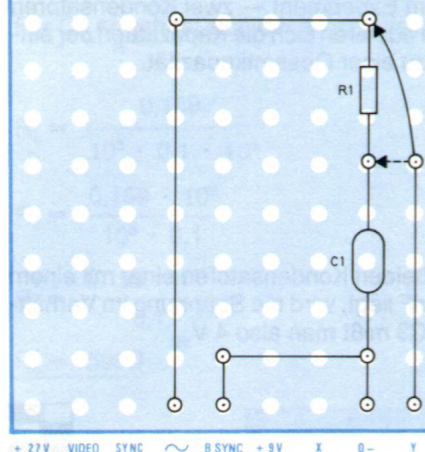
$$R_c = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Stellt man die Formel um, ergibt sich

$$f = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_c \cdot C}$$

Die errechnete Frequenz ist die Grenzfrequenz.

E 28 — E 33



E 28

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator $0,01 \mu F$

E 29

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = 2 x Folien-Kondensator $0,01 \mu F$

E 30

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator $0,047 \mu F$

E 31

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator $0,1 \mu F$

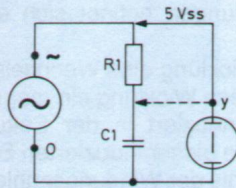
E 32

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator $0,22 \mu F$

E 33

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator $0,47 \mu F$

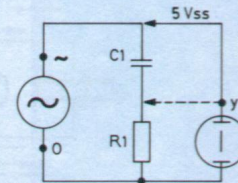
E 28



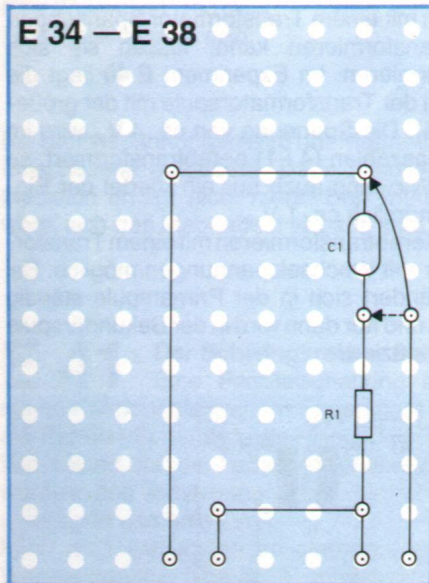
E 34 Ein Hochpaß besteht ebenfalls aus einem Spannungsteiler mit einem Kondensator und einem Widerstand. Bei dieser Schaltung wird die Spannung allerdings parallel zum Widerstand abgegriffen. Der Kondensator läßt tiefe Frequenzen sehr schlecht hindurch, und deshalb steigt die Spannung — bei konstanter Frequenz — mit zunehmender Kapazität. So liegen die gemessenen Spannungswerte in den Experimenten **E 34** bis **E 38** bei $1,6 V_{ss}$, $3 V_{ss}$, $4,4 V_{ss}$, $4,8 V_{ss}$ und $5 V_{ss}$.

Ein Hochpaß wird übrigens auch in Verstärkern eingesetzt, um die Höhen zu regeln.

E 34



E 34 — E 38



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 3V X 0- Y



E 34

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F

E 35

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = 2 x Folienkondensator 0,01 μ F parallel

E 36

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,47 μ F

E 37

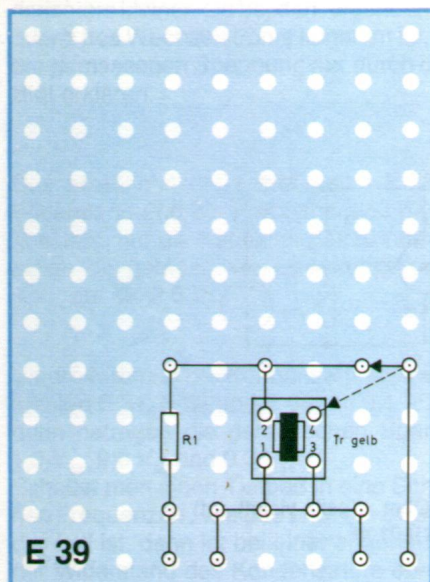
R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,1 μ F

E 38

R1 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,22 μ F

E 39 Messungen am Transformator

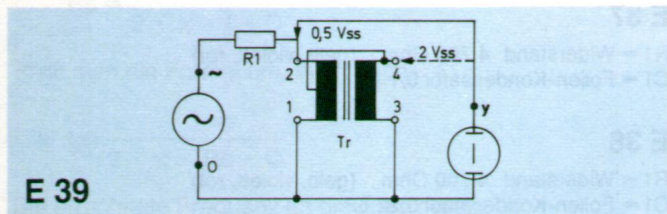
Im Experiment E 39 sind die Anschlüsse 1 und 2 des Transformators über den — unbedingt notwendigen — Widerstand mit dem Generator verbunden. Die Messungen werden einmal an den Anschlüssen 1/2 und zum anderen an den Anschlüssen 3/4 vorgenommen. Es fällt auf, daß am Eingang des Transformators (1/2) etwa $0,5 V_{ss}$, am Ausgang (3/4) aber etwa $2 V_{ss}$ liegen.



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 39

R1 = Widerstand 100 Ohm (braun, schwarz, braun)
Tr = Transformator, gelb



Ein Transformator besteht aus zwei getrennten Wicklungen, einer **Primärwicklung** und einer **Sekundärwicklung**. Zwischen beiden Wicklungen befindet sich ein unmagnetischer Eisenkern.

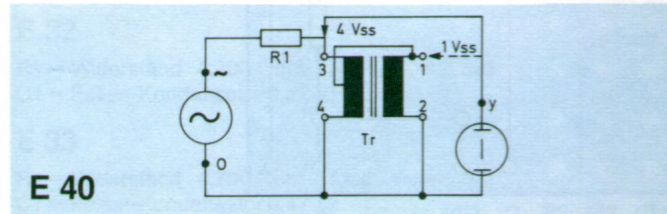
Wird an die Primärwicklung eine Wechselspannung angelegt, dann entsteht um diese Wicklung ein magnetisches Feld. Das magnetische Feld induziert in der Sekundärwicklung eine Spannung. Die Größe dieser induzierten Spannung ist abhängig von dem Verhältnis der Windungszahlen und natürlich von der Spannung in der Primärwicklung.

Die Sekundärspannung U_s läßt sich nach folgender Formel errechnen:

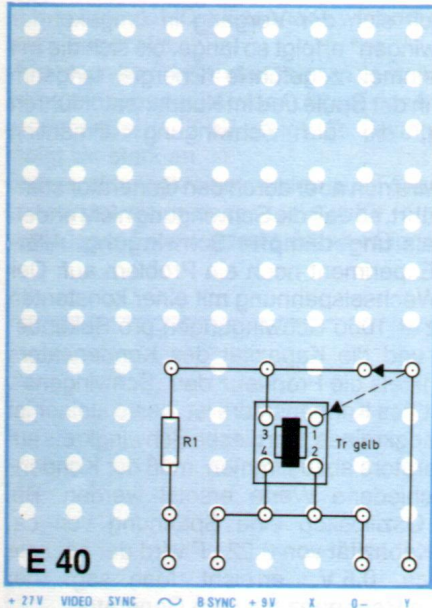
$$U_s = U_p \frac{W_s}{W_p}$$

U_p ist die Primärspannung, W_s die Windungszahl der Sekundärspannung und W_p die der Primärspule.

E 40 Wie man mit einem Transformator Spannungen herauftransformieren kann, lassen sie sich ebenfalls herabtransformieren. Im Experiment E 40 liegt die Generatorspannung an der Transformatorspule mit der größeren Windungszahl (3/4). Die Spannung von ca. $4 V_{ss}$ wird im Verhältnis der Windungszahlen (4 : 1) herabtransformiert, so daß an der kleineren Wicklung auch nur ein Viertel der Eingangsspannung liegt, nämlich ca. $1 V_{ss}$. Das Herauf- bzw. das Herabtransformieren mit einem Transformator ist allerdings nur mit Wechselspannungen möglich. Bei Wechselspannungen ändert sich in der Primärspule ständig das magnetische Feld, und nur dann wird in der Sekundärspule auch eine Spannung induziert.



E 40



E 40

R1 = Widerstand 100 Ohm (braun, schwarz, braun)
Tr = Transformator, gelb

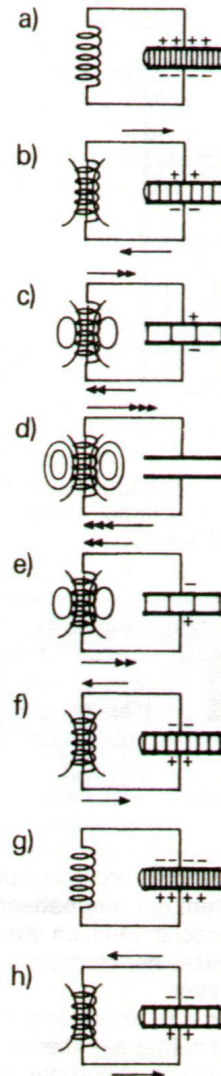
Bei Gleichspannungen wird das Magnetfeld nur im Moment des Einschaltens aufgebaut. Dann bleibt es konstant, und eine Induktion erfolgt nicht mehr. Erst wieder beim Ausschalten, wenn sich das Magnetfeld abbaut, wird erneut induziert.

E 41 Der Schwingkreis — Resonanz

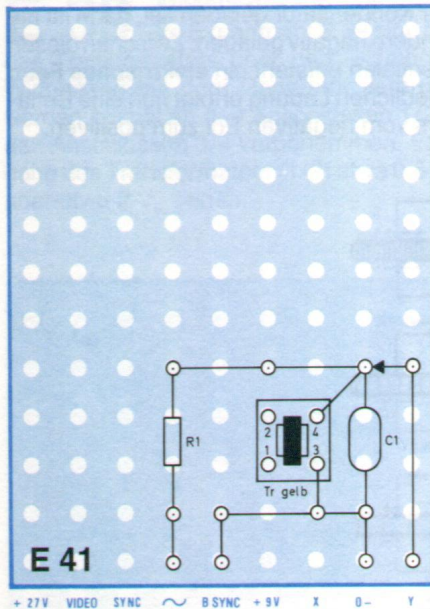
Eine Parallelschaltung aus einer Spule und einem Kondensator wie im Experiment E 41 bezeichnet man als **Parallel-Schwingkreis**. Die Spule stellt einen induktiven Widerstand dar, der kapazitive Widerstand des Kondensators wurde in den vorhergehenden Experimenten bereits mehrfach untersucht und errechnet.

Führt man von außen an einen solchen Schwingkreis eine Wechselspannung heran, so spielen sich sehr schnell nacheinander verschiedene Vorgänge ab:

Nimmt man an, daß der Kondensator geladen sei, dann ist die eine Seite positiv, die andere negativ geladen. Zwischen diesen beiden Spannungspotentialen entsteht ein **elektrisches Feld**. Aufgrund der unterschiedlichen Ladung erfolgt nun eine Entladung des Kondensators vom negativen Pol zum positiven.

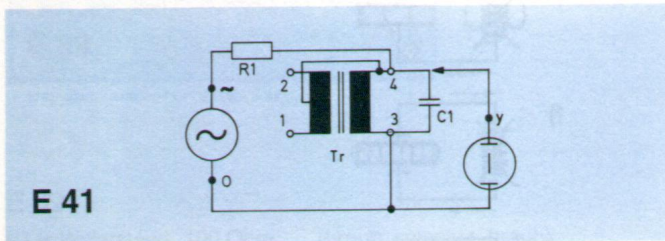


Elektronen — sichtbar gemacht



E 41

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 C1 = Folien-Kondensator von 0,01 μF bis 0,47 μF
 Tr = Transformator, gelb



Es fließt also ein zunehmender Strom durch die Spule. Beim Stromfluß durch die Spule entsteht ein **magnetisches Feld**, während gleichzeitig das elektrische Feld im Kondensator abgebaut wird. Hat das Magnetfeld seinen Höchstwert erreicht, ist das elektrische Feld am kleinsten.

Der Elektronenstrom fließt weiter zum Kondensator, und dort wird erneut ein elektrisches Feld aufgebaut, dieses Mal allerdings mit entgegengesetzter Polarität. Wenn das elektrische Feld seinen Höchstwert erreicht hat, ist das Magnetfeld am schwächsten.



Anschließend wiederholt sich der Vorgang in umgekehrter Richtung. Dieses „Schwingen“ erfolgt so lange, bis sich die mit dem Wechselstrom einmal zugeführte Energie langsam erschöpft. Die Verluste in der Spule und im Kondensator führen zu einer **Dämpfung**, die die Schwingung allmählich „abbremst“.

In diesem Experiment wird nun aber durch den Generator ständig neue Energie zugeführt, so daß die Schwingung nicht endet. Das bezeichnet man als **ungedämpfte Schwingung**. Allerdings tritt bei diesem Experiment noch ein Problem auf: Der Generator liefert eine Wechselspannung mit einer konstanten Frequenz von 1000 Hz = 1000 Schwingungen pro Sekunde. Die Größe der Spule und die Kapazität des Kondensators bestimmen im Schwingkreis die Frequenz des „Schwingens“. Je größer die Kapazität des Kondensators ist, desto kleiner ist die Frequenz des Schwingkreises. Um diesen Schwingkreis auf die Frequenz des Generators abzustimmen, muß der Kondensator C1 durch verschiedene Werte ersetzt werden. Bei 10 000 pF zeigt das Oszilloskop eine Spannung von ca. 0,25 V_{ss} und bei einer Kapazität von 0,22 μF wird der höchste Spannungswert von ca. 0,5 V_{ss} erreicht. Man sagt, der Schwingkreis ist dann in **Resonanz** mit dem Generator.

Die Qualität des in diesem Experiment verwendeten Schwingkreises ist allerdings gering. Er besitzt nämlich eine zu große **Bandbreite**, d. h., daß die Spannungskurve nur sehr flach verläuft. Der Grund liegt darin, daß sich ein Transformator schlecht für einen Schwingkreis eignet. Es gibt spezielle Schwingkreisspulen.

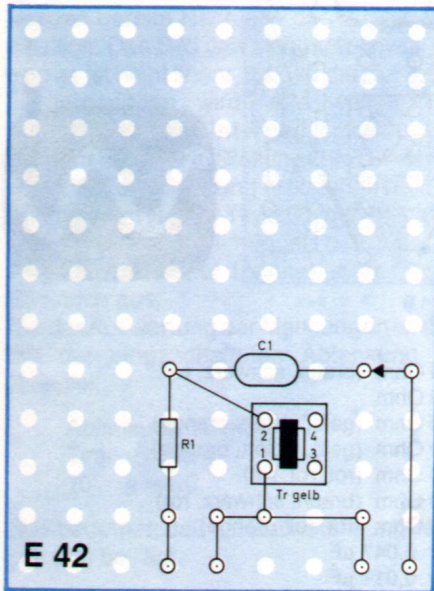
Wo werden nun solche Schwingkreise benötigt? Das Hauptanwendungsgebiet liegt in der Rundfunk- und Fernsehtechnik. Jeder Rundfunk- und Fernsehsender strahlt sein Programm mit einer festen Frequenz aus, ähnlich wie der Generator für diese Experimente, nur ist die Frequenz wesentlich höher. Ein Empfänger muß genau auf diese Frequenz abgestimmt werden, um den Sender zu empfangen. Mit dem Abstimmkopf am Empfänger wird die Kapazität eines Kondensators verändert, der Teil eines Schwingkreises ist. Befindet sich der Schwingkreis im Empfänger in Resonanz mit der Frequenz des gewählten Senders, dann kann das Programm dieses Senders empfangen werden.

E 42 Im Experiment **E 42** ist eine andere Form des Schwingkreises dargestellt, der **Reihenschwingkreis**. Die Spule und der Kondensator sind hier in Reihe geschaltet. Bei dieser Schaltung ist der Widerstand am kleinsten, wenn sie sich in Resonanz mit der Generatorfre-

quenz befindet. Die Resonanz wird durch ein Spannungsminimum angezeigt.

Setzt man für C1 Kondensatoren verschiedene Werte ein, dann ist bei einer Kapazität von $0,22 \mu\text{F}$ das Minimum von ca. $0,2 V_{ss}$ erreicht. Bei $0,47 \mu\text{F}$ steigt die Spannung leicht, bei $0,1 \mu\text{F}$ steigt sie stark an.

Reihenschwingkreise werden auch **Saugkreise** genannt. Man verwendet sie in erster Linie dafür, aus einem Gemisch verschiedener Frequenzen störende Signale herauszufiltern.



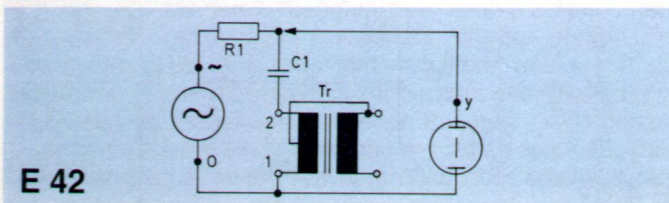
+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 42

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

C1 = Folien-Kondensator von $0,1 \mu\text{F}$ bis $0,47 \mu\text{F}$

Tr = Transformator, gelb



E 42

Wechselspannungen

Sinusschwingungen

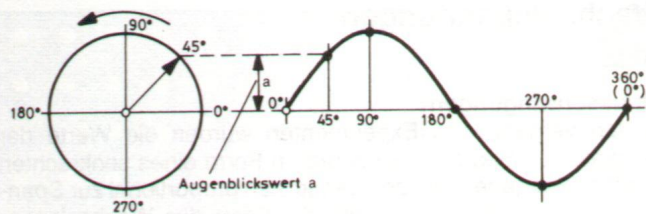
In den vergangenen Experimenten wurden die Werte der gemessenen Spannungen immer in Form eines senkrechten Strichs angegeben, dessen Länge sich proportional zur Spannung änderte. Aussagen über die Form des Wechselspannungssignals waren nicht möglich, da der Spannungsverlauf nicht in Abhängigkeit von der Zeit gesehen wurde. Das ergibt sich schon daraus, daß die Horizontalablenkplatten (X) des Oszilloskops nicht mit angeschlossen waren. Durch sie erfolgt nämlich eine zeitliche Beeinflussung des Signals, das an den Vertikalablenkplatten (Y) anlag.

E 43 Im Experiment E 43 wird eine Schaltung vorgestellt, die zur Zeitablenkung geeignet ist. Schließt man den Ausgang dieser Schaltung an den X-Eingang des Oszilloskops, dann entsteht auf dem Bildschirm ein waagerechter Strich. Seine Länge läßt sich mit dem Regler H AMPL verändern und soll auf den maximalen Wert eingestellt werden.

Wird dann zusätzlich der Y-Eingang mit der Generator-Klemme ~ verbunden, dann entsteht auf dem Bildschirm eine durchlaufende Wechselspannungskurve. Mit dem Potentiometer R2 muß sehr vorsichtig nachgeregelt werden, bis ein stehendes Bild erscheint. Trotzdem kann dieses Bild von Zeit zu Zeit wieder laufen, so daß erneut einzustellen ist.

Der Kurvenverlauf stellt den Wechselstrom des internen Generators dar. Nach der Kurvenform bezeichnet man sie als **Sinuskurve**.

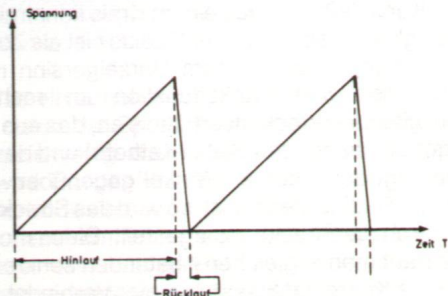
Eine solche Kurve läßt sich aus einem Kreis konstruieren, dessen Radius r gleich 1 sein soll. Der Radius r ist als Zeiger anzusehen, der entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn rotiert. Die Sinusfunktion ist eine Winkelfunktion im rechtwinkligen Dreieck. Sie gibt das Streckenverhältnis an, das aus der einem Winkel gegenüberliegenden Seite (Kathete) und der Hypothenuse — sie liegt dem rechten Winkel gegenüber — gebildet wird. Wenn der Radius gleich 1 ist, so wird das Streckenverhältnis immer durch die Strecke a dargestellt. Diese momentanen Werte für a trägt man in gleichen Abständen senkrecht auf die X-Achse eines Koordinatensystems ein. Verbindet man dann die Endpunkte miteinander, so entsteht die Sinuskurve des Wechselstroms.



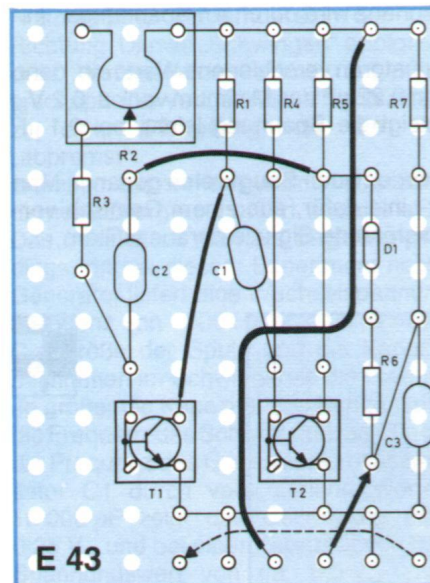
25

Anhand der Sinuskurve läßt sich auch erklären, was der Begriff V_{ss} bedeutet. Man bezeichnet damit den Spannungsunterschied zwischen dem größten positiven und dem größten negativen Spannungswert. Man rechnet also von der Spitze der positiven Halbwelle bis zur Spitze der negativen Halbwelle und nennt den Wert V_{ss} (Volt-Spitze/Spitze).

Die Zeitablenkschaltung in diesem Experiment ist ebenfalls ein Generator mit einer Frequenz, die im Bereich der dargestellten Wechselspannung liegen muß (ca. 1000 Hz). An die Ablenkspannung des Generators werden ganz bestimmte Anforderungen gestellt: Die Spannung muß möglichst gleichmäßig (linear) ansteigen und von einem Höchstwert sehr schnell auf Null zurückfallen. Dieser Vorgang muß sich periodisch wiederholen. Der Rücklauf der Spannung muß im Verhältnis zum Hinlauf sehr schnell vor sich gehen.



26

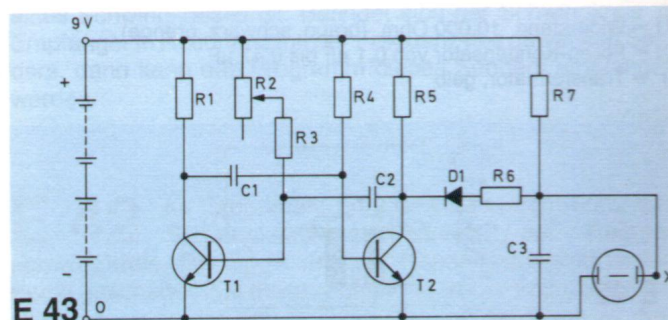


E 43

+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 5V X 0- Y

E 43

- R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R2 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- R3 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R4 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R5 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
- R6 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R7 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)
- C1 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C3 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß
- D1 = Diode



E 43

Nach der Form des Verlaufs bezeichnet man eine solche Spannung als **Sägezahnspannung**.

Die Grundlage des Sägezahngenerators ist ein **astabiler Multivibrator**, in dem die Transistoren T1 und T2 unterschiedlich lange durchgeschaltet sind. Wenn T2 leitet, lädt sich der Kondensator C3 langsam über den Widerstand R7 positiv auf (Hinflauf). Sowie T2 gesperrt ist, entlädt C3 sich sehr schnell über R6/D1 und R5 (Rücklauf). An C3 kann also die zur Ablenkung benötigte Sägezahnspannung abgenommen werden.

Bei der Darstellung der Sinuskurve in diesem Experiment wurden bereits Nachteile des aufgebauten Ablenkgenerators deutlich: Das Bild läßt sich nur schwer zum Stillstand bringen, und es ist nicht linear, so daß die Kurvenform nicht einwandfrei wiedergegeben wird. Alle weiteren Experimente werden deshalb mit einer **internen Zeitablenkung** durchgeführt, die mit dem Schalter in Stellung HINT. einzuschalten ist. Zusätzlich muß die Zeitablenkung grob eingestellt werden, z. B. auf 1 ms, und mit dem Regler Time ist fein abzustimmen, bis ein stehendes Bild auftritt. Wichtig ist, daß bei den Zeitmessungen der Regler H AMPL auf 1 stehen muß. Der Strich füllt gerade den Bildstrich aus.

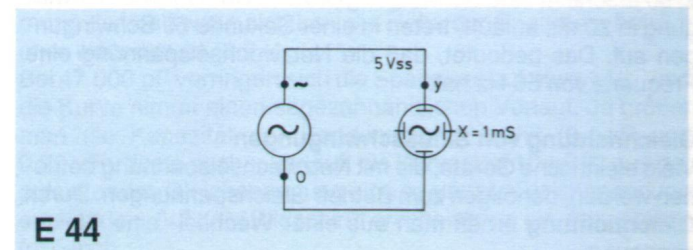
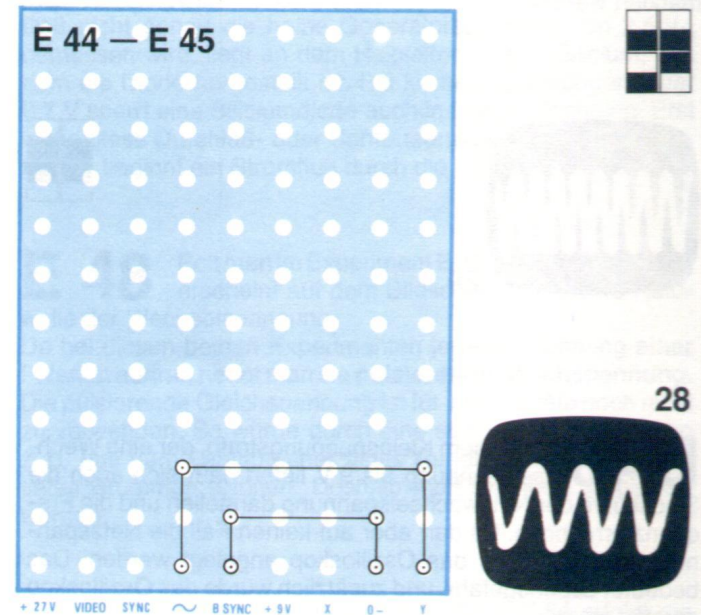
Bei der Auswertung der Messungen ist der Wert der Time-Skala mit der eingeschalteten Ablenkung zu multiplizieren. Ein Beispiel:

Ablenkung 10 ms
Time. Skala 4
 $10 \cdot 4 = 40$

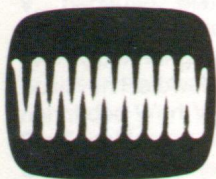
Das bedeutet, daß die Zeitablenkung 40 ms/cm (Millisekunden pro cm) beträgt.

E 44 Mit dem Experiment E 44 kann das Meßverfahren und die Auswertung erprobt werden. Die Zeitablenkung ist auf 1 ms einzuschalten, was durch die Bezeichnung $x = 1\text{ms}$ neben dem Symbol des Oszilloskops dargestellt ist. Die zu untersuchende Spannung — in diesem Beispiel die interne Sinusspannung — wird an den Y-Eingang des Oszilloskops gelegt. Auf dem Bildschirm erscheint eine Sinuskurve.

Mit dem Time-Regler ist das Bild zunächst so einzustellen, daß eine vollständige Schwingung pro Zentimeter dargestellt wird. Der Regler soll dabei etwa bei 1 auf der Time-Skala stehen. Aus diesem Bild und den Werten läßt sich die Frequenz des Wechselstroms errechnen. Wenn eine Schwingung in einer ms ($\frac{1}{1000}$ sec) abläuft, dann werden für 1000 Schwingungen genau 1 Sekunde benötigt. Da die Maßeinheit Hertz (Hz) für die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde steht, hat der abgebildete Wechselstrom eine Frequenz von 1000 Hz.



E 45 Werden mit dem Time-Regler (Stellung etwa 2) zwei Schwingungen pro cm eingestellt, dann ist dieser Wert mit der Zeitablenkung 1 ms zu multiplizieren. In zwei Millisekunden ($\frac{2}{1000}$ sec) laufen also zwei Schwingungen ab. Die Frequenz des abgebildeten Wechselstroms beträgt also wieder 1000 Hz. Sollten die Ergebnisse nicht zu erzielen sein, so kann die Ursache in der Stellung des Reglers H AMPL zu suchen sein. Da bei den Oszilloskopen gewisse Fertigungstoleranzen auftreten, muß der Regler H AMPL evtl. etwas nachgestellt werden, bis die Ergebnisse mit den errechneten Beispielen übereinstimmen. Für die weiteren Experimente sollte die Stelle auf der Skala markiert werden.



29

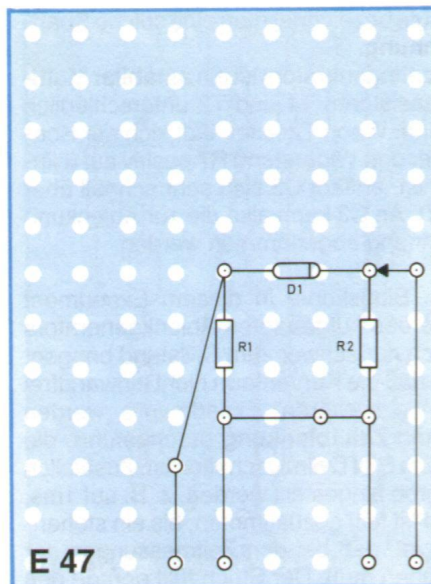


E 46 Mit einem Kleinspannungstrafo, der eine Wechselspannung bis 9 V liefert, läßt sich auch die Sinuskurve der Netzwechselspannung darstellen und die Frequenz errechnen. Es darf aber auf keinen Fall die Netzspannung von 220 V an das Oszilloskop angelegt werden! Das bedeutet Lebensgefahr, und zusätzlich würde das Oszilloskop zerstört werden.

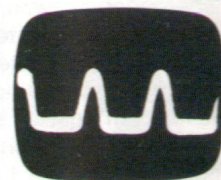
Um die Netzfrequenz zu bestimmen, ist die Wechselspannung an den Y-Eingang des Oszilloskops zu legen und die Zeitablenkung auf 10 ms einzuschalten. Stellt man den Time-Regler auf 2, so erscheint eine Schwingung pro cm. Da nun eine Schwingung in 20 ms abläuft, treten in einer Sekunde 50 Schwingungen auf. Das bedeutet, daß die Netzwechselspannung eine Frequenz von 50 Hz hat.

Gleichrichtung von Sinusschwingungen

Viele elektrische Geräte, die mit Netzwechselspannung betrieben werden, benötigen zum Betrieb Gleichspannungen. Durch **Gleichrichtung** erhält man aus einer Wechsel- eine Gleichspannung.



+ 27 V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 5V X 0- Y



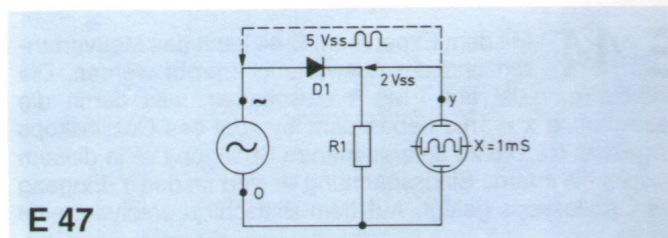
30

E 47

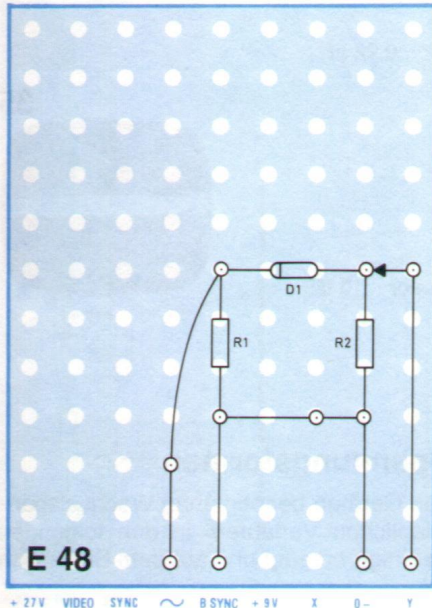
R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

D1 = Diode

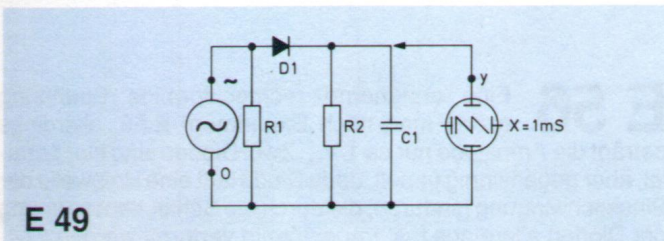
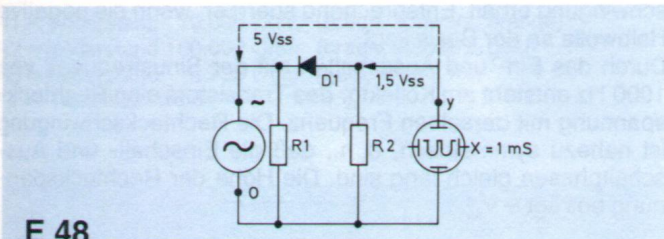


E 47

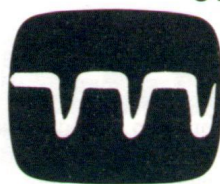


E 48

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 D1 = Diode



31



E 47 Im Experiment **E 47** erzielt man die Gleichrichtung mit einer Diode. Während direkt am Generator eine Spannung von 5 V gemessen wird, treten am Widerstand nur noch etwa 2 V_{ss} auf. Außerdem sieht die Kurve „abgehackt“ aus.

Jede Diode besitzt eine **Sperrichtung** und eine **Durchlaßrichtung** für den elektrischen Strom. Das bedeutet, daß der Strom nur in einer Richtung hindurchfließt, in der anderen aber gesperrt wird. Da sich bei einer Wechselspannung ständig die Polung ändert, liegt einmal die positive und dann die negative Halbwelle an der Katode der Diode. Nur wenn die negative Halbwelle an der Katode liegt, fließt ein Strom hindurch. Bei der positiven Halbwelle sperrt die Diode.

Daß nicht genau die halbe Generatorspannung von 2,5 V_{ss} gemessen wird, liegt an dem Halbleitermaterial Silicium, aus dem die Diode hergestellt ist. Bei kleinen Spannungen unter 0,7 V sperrt eine Siliciumdiode auch in Durchlaßrichtung. Erst wenn diese Durchlaß- oder **Schleusenspannung** überschritten ist, beginnt ein Stromfluß durch die Diode.

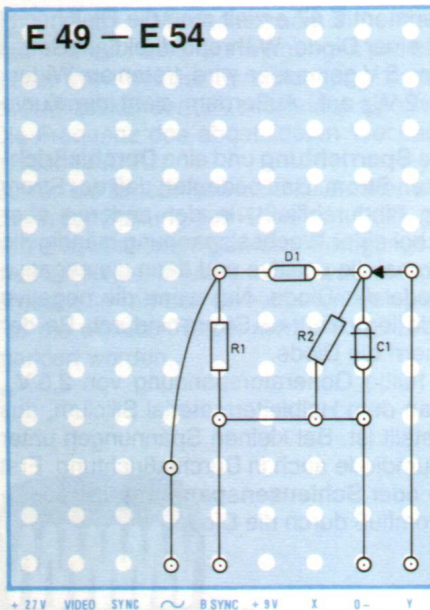
E 48 Polt man im Experiment **E 48** die Diode um, dann erscheint auf dem Bildschirm die andere Halbwelle der Wechselspannung.

Da bei diesen beiden Experimenten jeweils Spannung **einer** Polarität auftrat, nennt man sie **pulsierende Gleichspannung**. Die pulsierende Gleichspannung ist für viele Geräte noch nicht zu verwenden. So würde durch eine solche Gleichspannung z. B. aus dem Lautsprecher eines Rundfunkempfängers ein tiefes Brummen ertönen. Deshalb muß sie noch „geglättet“ werden.

E 49 In den Experimenten **E 49** bis **E 54** erfolgt die Glättung der pulsierenden Gleichspannung durch Kondensatoren unterschiedlicher Kapazität. Verwendet man einen Kondensator von 1000 pF, dann wird die Halbwelle kaum verändert. Bei 10 000 pF ist bereits eine deutliche Verformung der Halbwelle sichtbar, die Höhe der Spannung beträgt aber weiterhin ca. 1,5 V_{ss}.

Bei 47 000 pF verringert sich die Spannung auf etwa 1 V_{ss}, und die Kurve nimmt einen sägezahnähnlichen Verlauf. Je größer man die Kapazität der Kondensatoren wählt (0,1 µF und 0,22 µF), desto flacher verläuft die Kurve. Bei 10 µF ist aus der pulsierenden Gleichspannung eine geglättete Gleichspannung entstanden. Auf dem Bildschirm erscheint nun ein waagerechter Strich.

E 49 — E 54



E 49

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
 D1 = Diode

E 50

C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F

E 51

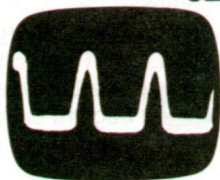
C1 = Folien-Kondensator 0,047 μ F

E 52

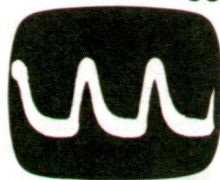
C1 = Folien-Kondensator 0,1 μ F



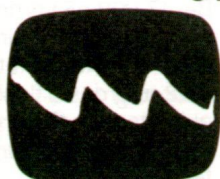
32



33



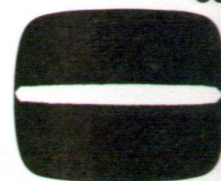
34



E 53

C1 = Folien-Kondensator 0,22 μ F

35



E 54

C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F

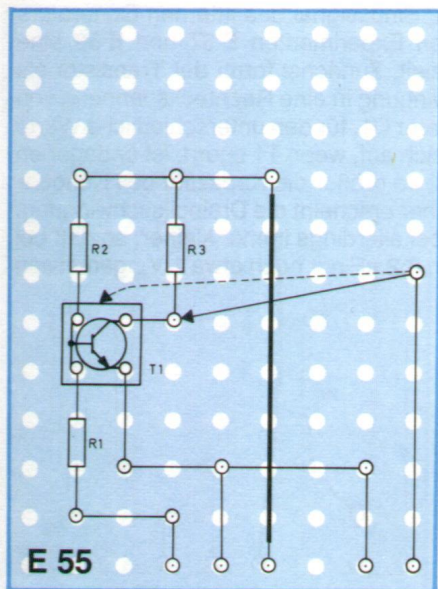
Verschiedene Spannungsformen

In vielen elektronischen Geräten benötigt man Wechselspannungen mit unterschiedlichen Verläufen. In den folgenden Experimenten werden einige erzeugt und auf dem Bildschirm sichtbar gemacht.

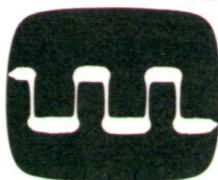
E 55 Im Experiment **E 55** wird das Sinussignal des Generators auf die Basis eines Transistors gelegt. Der Transistor arbeitet als schneller Schalter, der immer dann leitet, wenn die Basis die positive Halbwelle der Sinusschwingung erhält. Entsprechend sperrt er, wenn die negative Halbwelle an der Basis liegt.

Durch das Ein- und Ausschalten mit der Sinusfrequenz von 1000 Hz entsteht am Kollektor des Transistors eine Rechteckspannung mit derselben Frequenz. Die Rechteckschwingung ist nahezu symmetrisch, d. h., daß die Einschalt- und Ausschaltphasen gleich lang sind. Die Höhe der Rechteckspannung beträgt 9 V_{ss}.

E 56 Eine annähernd rechteckförmige Spannung erzielt man nach Experiment **E 56**, allerdings beträgt die Amplitude nur ca 1 V_{ss}. Zwei Dioden sind hier parallel, aber gegensinnig gepolt. Jede Diode läßt eine Halbwelle der Sinusschwingung hindurch, die durch die Schleusenspannung der Dioden allerdings fast trapezförmig verformt werden.



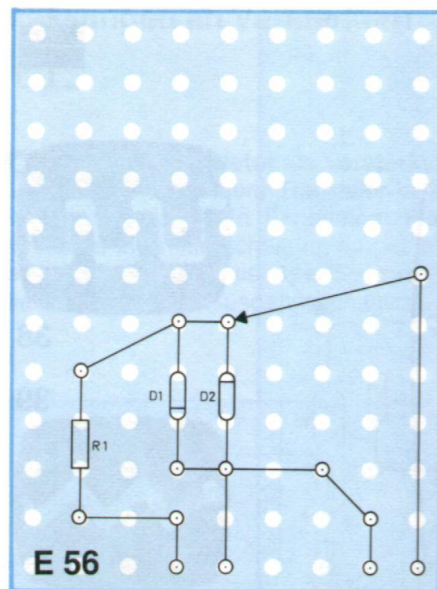
36



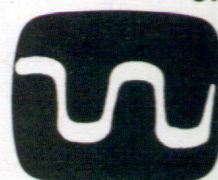
+ 27 V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9 V X 0- Y

E 55

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
 R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
 T1 = Transistor. weiß



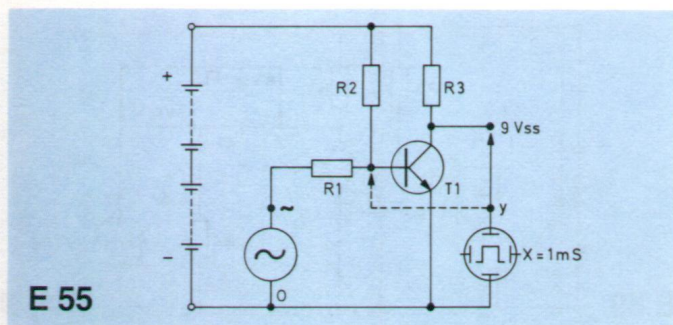
37



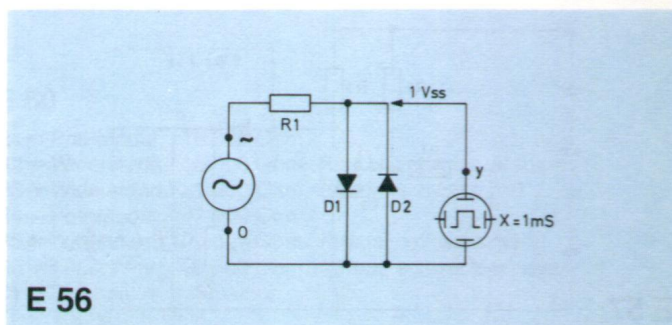
+ 27 V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9 V X 0- Y

E 56

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 D1 = Diode
 D2 = Diode

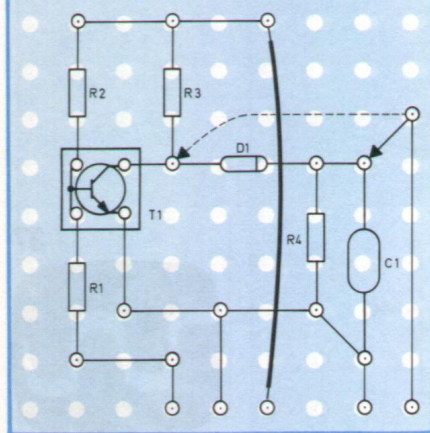


E 55



E 56

E 57 — E 58



38



39

+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 57

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)

R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)

R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

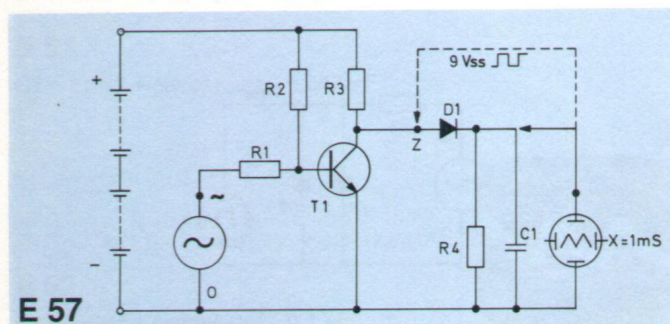
C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F

T1 = Transistor, weiß

D1 = Diode

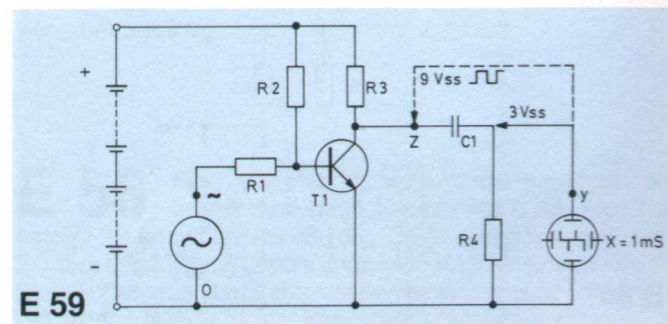
E 58

C1 = Folien-Kondensator 0,22 μ F

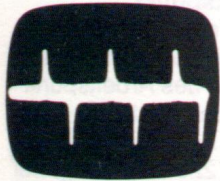
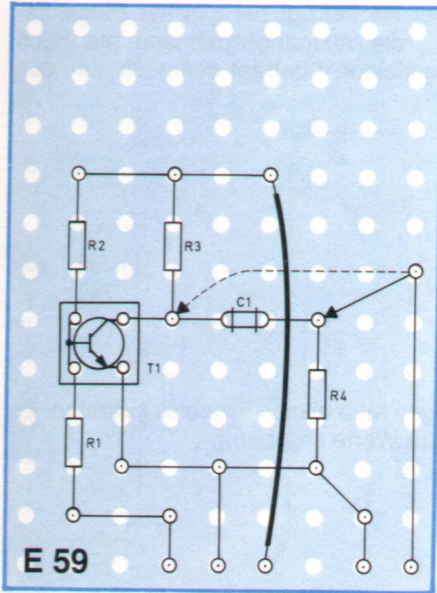


E57 Aus einem Sinussignal des internen Generators wird in den Experimenten **E 57** und **E 58** eine Dreieckschwingung erzielt. Zunächst formt der Transistor als Schalter die Sinusschwingung in eine Rechteckspannung von $9 V_{ss}$ um. Der Kondensator C1, für den unterschiedliche Werte einzusetzen sind, lädt sich auf, wenn T1 sperrt. Ist er dagegen leitend, entlädt sich C1. Je größer die Kapazität des Kondensators ist, desto deutlicher erscheint die Dreiecksschwingung. Die Spannung wird dabei allerdings immer kleiner, so daß bei einem Kondensator von $0,2 \mu F$ nur noch etwa $1 V_{ss}$ gemessen wird.

E 59 Schaltet man im Experiment **E 59** an den Ausgang eines Rechteckgenerators einen Widerstand und einen Kondensator in Reihe, dann werden die Rechtecksignale in kurze nadelförmige Impulse umgewandelt. Die Höhe der Nadelimpulse fällt auch wesentlich niedriger aus ($3 V_{ss}$) als die Rechteckspannung ($9 V_{ss}$).



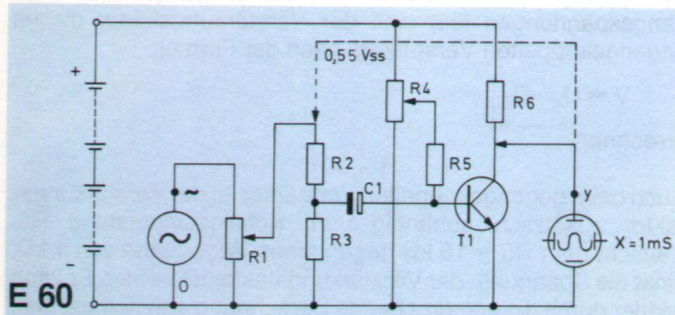
Messungen an Verstärkern



40

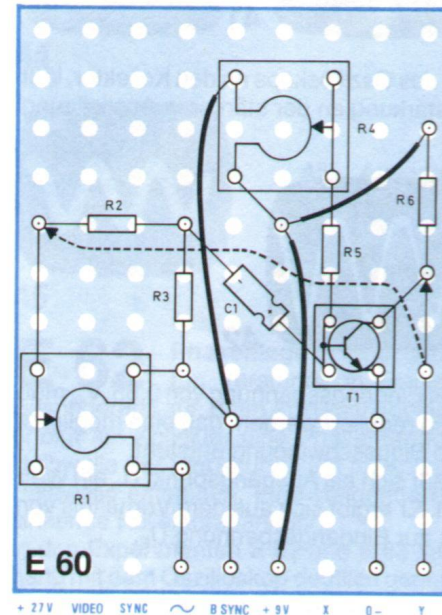
E 59

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
- T1 = Transistor, weiß



E 60 Transistor als Verstärker

Mit einem Transistor lassen sich sehr geringe Ströme verstärken. In Experiment **E 60** ist ein Transistorverstärker in Emitterschaltung dargestellt. Dabei ist der Emitteranschluß des Transistors der gemeinsame Bezugspunkt für die Eingangs- und Ausgangsschaltung.

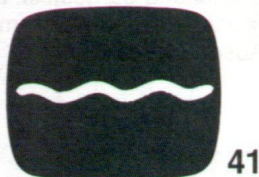


E 60

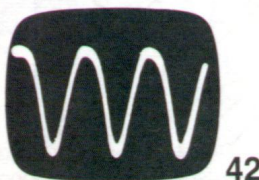
- R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R4 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- R5 = Widerstand 100.000 Ohm (braun., schwarz, gelb)
- R6 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- T1 = Transistor, weiß

Elektronen — sichtbar gemacht

Um die Verstärkerleistung des Transistors zu untersuchen, wird das Potentiometer R1 so eingestellt, daß an R2 eine Spannung von $0,55 V_{ss}$ steht. Der Spannungsteiler aus den Widerständen R2 und R3 setzt das Eingangssignal auf $\frac{1}{11}$ herab, so daß an R3 jetzt eine Eingangsspannung von $U_E = 0,05 V_{ss}$ abfällt, die über den Kondensator C1 auf die Basis des Transistors gelangt. Mit dem Trimpoti R4 kann der Basisstrom für den Transistor eingestellt werden.



Legt man die Klemme Y des Oszilloskops an den Kollektor, läßt sich die Spannungsverstärkung an der stärkeren Ausprägung der Sinuskurve ablesen.



Bei der mit R1 gewählten Eingangsspannung von $0,55 V_{ss}$ muß mit R2 der Basisstrom so reguliert werden, daß eine möglichst große, aber unverzerrte Sinusschwingung entsteht. Bei dieser Einstellung läßt sich als Ausgangspunkt U_A ein Wert von z. B. $8 V_{ss}$ ermitteln. Er ergibt sich aus dem Verhältnis von Ausgangsspannung U_A zur Eingangsspannung U_E .

$$V = \frac{U_A}{U_E}$$

$$V = \frac{8 V_{ss}}{0,0005 V_{ss}}$$

$$V = 160$$

Der Verstärkungsfaktor ist aber außerdem noch abhängig von der Größe des Kollektorwiderstandes.

Bei der durchgeführten Messung hat der Kollektorwiderstand R6 einen Wert von $10 k\Omega$. Ersetzt man ihn durch einen mit $1 k\Omega$ wird der Verstärkungsfaktor kleiner. Nach neuer Einstellung

des Arbeitspunktes über R4 beträgt bei gleicher Eingangsspannung von $0,55 V_{ss}$ die Ausgangsspannung nur noch $4,5 V_{ss}$. Der Verstärkungsfaktor V beträgt demnach nur noch das 90-fache.

$$V = \frac{U_A}{U_E}$$

$$V = \frac{4,5 V_{ss}}{0,05 V_{ss}}$$

$$V = 90$$

Nicht bei allen Messungen muß dieses Ergebnis auftreten. Es können sich auch andere Werte ergeben.

E 61 Gegenkopplung und Arbeitspunkt

Bei längerem Betrieb eines Verstärkers erwärmt sich häufig der Transistor. Es fließt dann ein hoher Strom hindurch und es kommt zu einer Verschiebung des Arbeitspunktes. Durch eine Gegenkopplung wie in Experiment E 61 kann die Verstärkerschaltung stabilisiert werden.

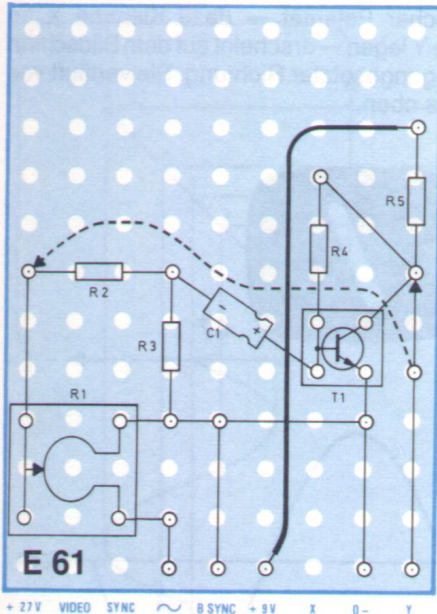
Der Widerstand R4 hat einen festen Wert ($220 k\Omega$). Steigt bei längerem Verstärkerbetrieb die Temperatur im Transistor an, steigt auch der Kollektorstrom. Im gleichen Verhältnis nimmt dann die Kollektorspannung ab. Über die Gegenkopplung R4 kann dann nur ein geringerer Basisstrom fließen. Als Folge davon fließt nun auch wieder ein kleinerer Kollektorstrom. Auf diese Weise wird der Arbeitspunkt des Transistors stabil gehalten.

Durch vergleichende Messungen der Eingangs- und Ausgangsspannungen läßt sich der Verstärkungsfaktor dieses gegengekoppelten Verstärkers nach der Formel

$$V = U_A - U_E$$

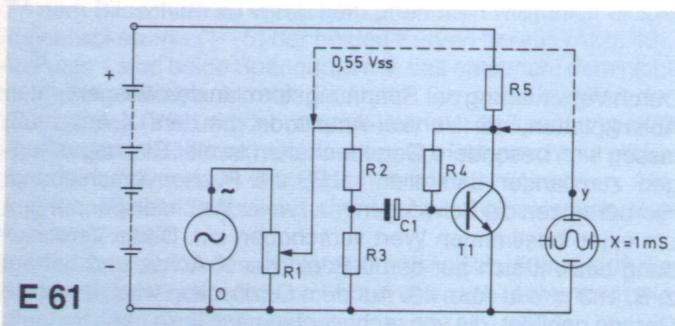
errechnen.

Auch beim gegengekoppelten Verstärker ist der Verstärkungsfaktor zusätzlich abhängig vom Kollektorwiderstand R5. Tauscht man $R5 = 10 k\Omega$ gegen einen Widerstand von $1 k\Omega$, sinkt die Spannung, der Verstärkungsfaktor ist kleiner. Er kann wieder durch die entsprechende Berechnung ermittelt werden.



E 61

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R4 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
 R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
 T1 = Transistor, weiß



43 Eingangsspannung

43



44 Ausgangsspannung
R 5 = 10k Ω

44



45 Ausgangsspannung
R 5 = 1k Ω

45

E 62 Phasenlage in einer Verstärkerschaltung

Ein Verstärker in Emitterschaltung weist eine Besonderheit auf. Beim Ansteuern der Basis mit Wechselstrom erfolgt am Kollektor eine Phasendrehung, d. h. eine positive Halbwelle der Sinuskurve läßt im Kollektorkreis eine negative Halbwelle entstehen. Eine steigende Basisspannung bewirkt sinkende Kollektorspannung.

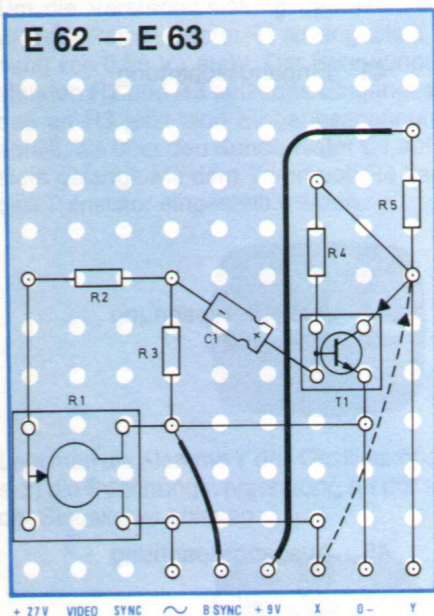
In den Experimenten **E 62** und **E 63** kann dieser Zusammenhang mit dem Oszilloskop deutlich gemacht werden. Dazu muß Klemme X mit Klemme ~ verbunden werden. Die Klemme Y wird an den Kollektor des Transistors gelegt.

Auf dem Bildschirm des Oszilloskops erscheint ein schräger Strich von links oben nach rechts unten (Abb. 46), ein Beweis dafür, daß die Ausgangsspannung U_A gegenüber der Eingangsspannung U_E um 180° gedreht wurde.



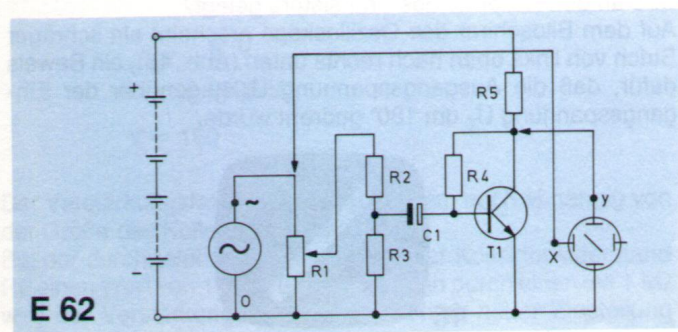
46

E 62 — E 63



E 62

- R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R4 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
- R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
- T1 = Transistor, weiß

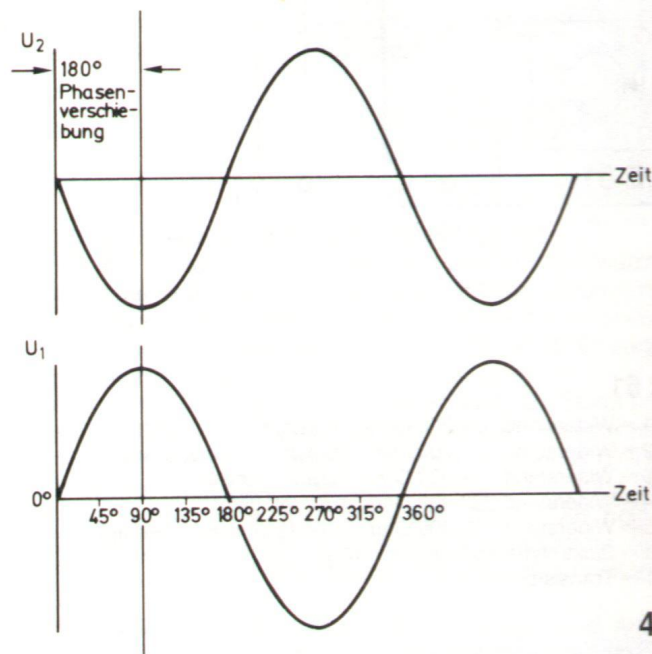


E 62

E 63 Bei gleicher Polarität — dazu Klemme X an Klemme Y legen — erscheint auf dem Bildschirm die Strichlage in entgegengesetzter Richtung. Sie verläuft von links unten nach rechts oben.

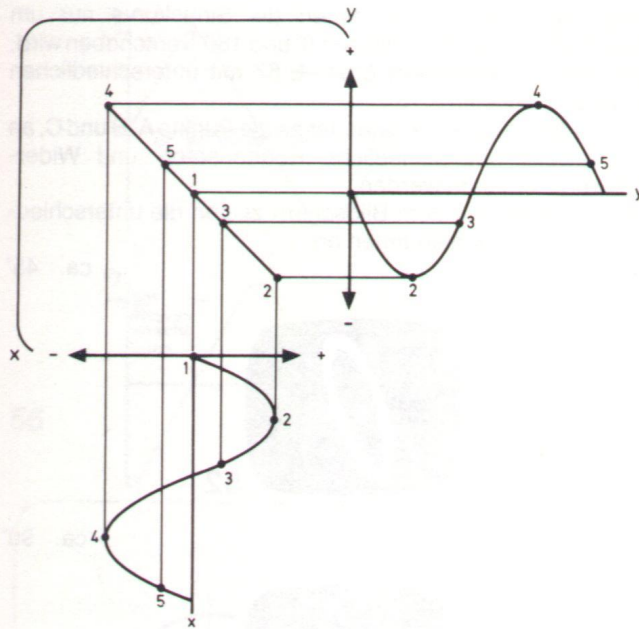


47



48

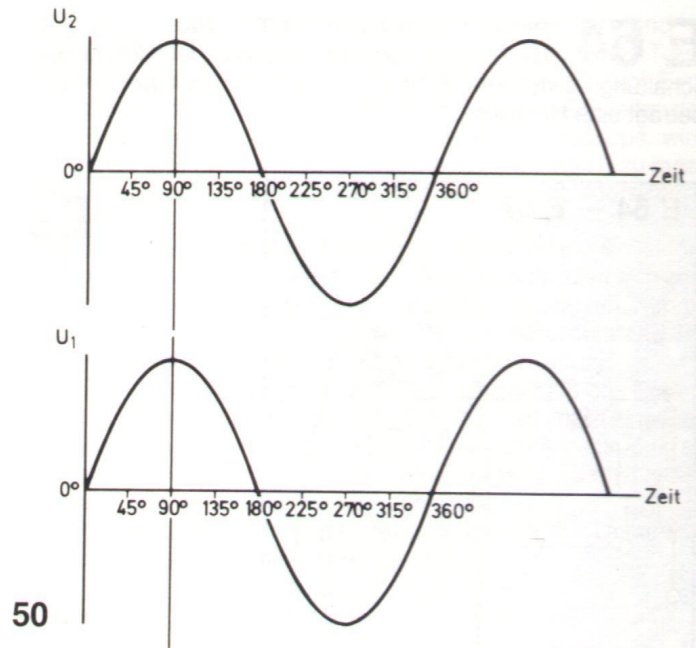
Durch Veränderung der Spannungsform an den waagerechten Ablenkplatten, der Vertikal-Amplitude mit dem X-Anschluß, lassen sich besondere Gegebenheiten zweier Sinusspannungen zueinander darstellen, z. B. die Phasenverschiebung. Hierbei setzen die Schwingungen zweier Wechselspannungen um einen bestimmten Wert verschoben ein. Diese Verschiebung bezieht sich auf den 0-Punkt der X-Achse und beträgt z. B. 180° wie in Abb. 48. Auf dem Oszilloskop wird dann eine Gerade gebildet, die von rechts unten nach links oben verläuft.



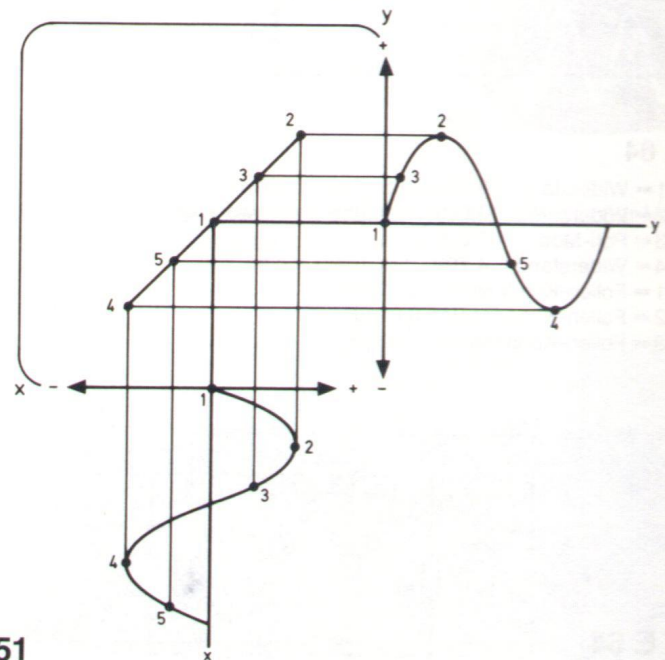
49

In Abb. 49 sind zwei Wechselspannungen dargestellt, die gegeneinander um 180° phasenverschoben sind. Diese beiden phasenverschobenen Wechselspannungen liegen an den Klemmen X und Y des Oszilloskops. Die beiden Spannungskurven lassen sich nicht gleichzeitig einzeln abbilden. Auf dem Bildschirm entsteht aber die Kombination. Um die Entstehung auf dem Bildschirm zu verstehen, greift man willkürlich einige Augenblickswerte (1—5) der beiden Kurven heraus (Abb. 49). An Punkt 1 sind beide Spannungen 0, das entspricht dem nicht abgelenkten Bildpunkt, also Bildmitte. Der negative Wert der Y-Spannung (Y2) und der positive Wert der X-Spannung (X2) ergeben einen Bildpunkt rechts unten (2). Entsprechend gilt für die Punkte Y4 und X4: Der Bildpunkt entsteht links oben. Alle anderen Punkte liegen auf der Verbindung zwischen den Punkten 2 und 4.

Bei Phasengleichheit zweier Spannungen (Abb. 50) verläuft die Kurve auf dem Bildschirm von links unten nach rechts oben wie es in der Abb. 51 konstruiert ist.



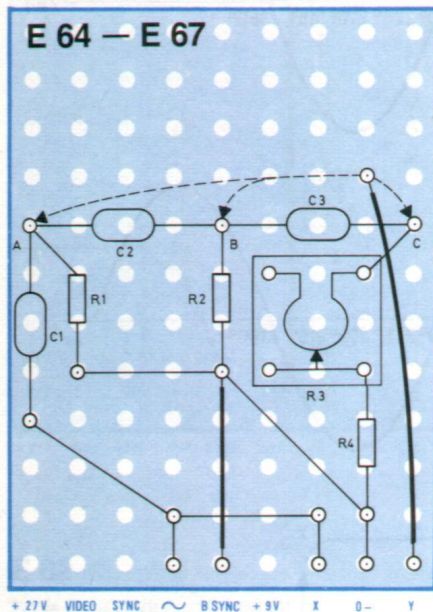
50



51

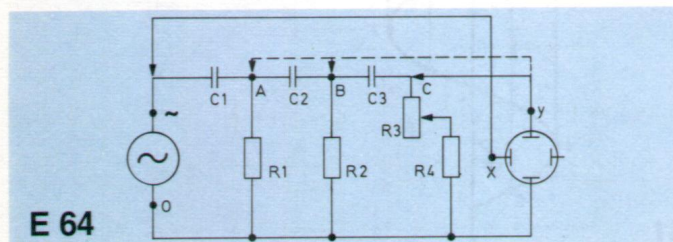
Elektronen — sichtbar gemacht

E 64 Phasenlagen zwischen 0° — 180°
Die Phasenverschiebung bei der Verstärkerschaltung zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung beträgt eine Halbwelle, also 180° .



E 64

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R3 = Poti-Modul 47.000 Ohm
R4 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,01 μF
C2 = Folien-Kondensator 0,01 μF
C3 = Folien-Kondensator 0,01 μF



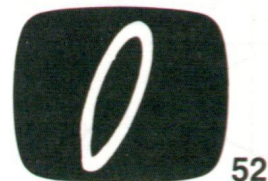
Andere Phasenlagen, bei denen die Sinuskurve nur um bestimmte Teilbereiche zwischen 0° und 180° verschoben wird, lassen sich in Experiment **E 64—E 67** mit unterschiedlichen RC-Gliedern erzielen.

Klemme Y führt man nacheinander an die Punkte A, B und C, an denen jeweils unterschiedliche Kondensator- und Widerstandswerte wirksam werden.

Die Abbildungen auf dem Bildschirm zeigen die unterschiedlichen Phasenverschiebungen an.

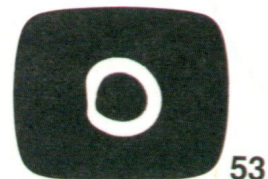
E 64 Punkt A/R1

ca. 45°



E 65 Punkt B/R2

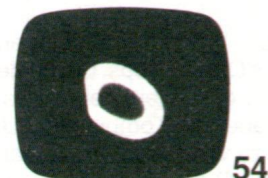
ca. 90°



E 66 Punkt C/R3 Poti

auf größten Widerstandswert stellen

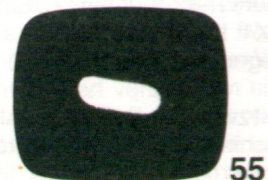
ca. 100°

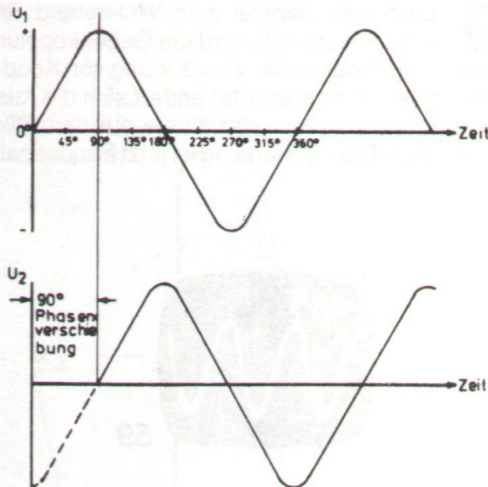


E 67 Punkt C/R3 Poti

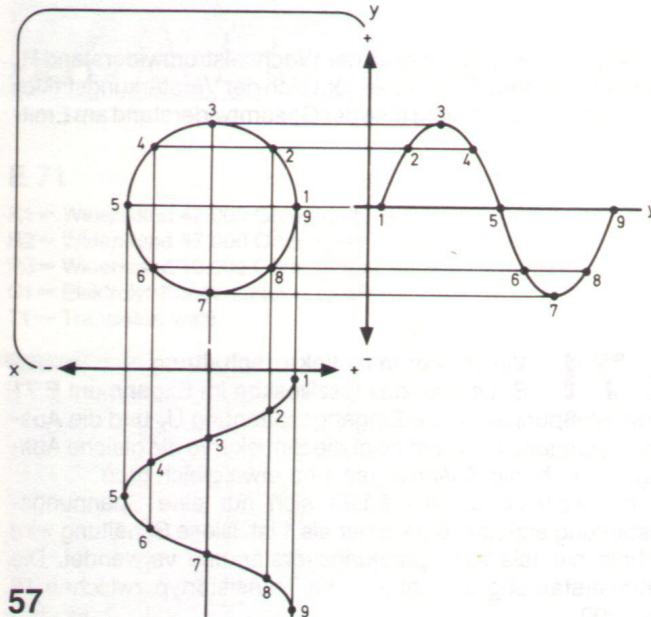
auf kleinsten Widerstandswert stellen

ca. 180°





56



57

Im Experiment **E 65** beträgt die Phasenverschiebung 90° . Auf dem Bildschirm erscheint ein Kreis. Er entsteht aus der Kombination der beiden Wechselspannungen an X und Y, die um 90° verschoben sind (Abb. 56).

Überträgt man wieder die Augenblickswerte der verschiedenen Spannungen (1–9) in ein gemeinsames Bild (Abb. 57), so erkennt man, daß mit den dazwischen liegenden Werten ein Kreis entsteht.

E 68 Gegenkopplung durch Emittorwiderstand Die Einstellung des Arbeitspunktes eines Transistors kann durch Regeln des Basisstroms erfolgen (vgl. Exp. **E 60**), oder wie in diesem Experiment **E 68** durch Einstellen der Basisvorspannung. Die Klemme Y des Oszilloskops wird zunächst an R1 gelegt, um die Eingangsspannung U_E zu messen. Die Ausgangsspannung wird in der Kollektorstrecke ermittelt.

Wenn durch Temperaturerhöhung im Transistor der Kollektorstrom steigt, fällt an R6 eine höhere Spannung ab. Dadurch verringert sich die fest eingestellte Basisvorspannung am Trimmpoti R4, der Kollektorstrom sinkt. Der Emittorwiderstand R6 beeinflusst außerdem den Verstärkungsfaktor.

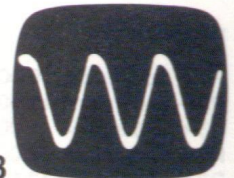
Für die Untersuchungen mit dem Oszilloskop muß das Potentiometer R1 so eingestellt werden ($3,3 V_{ss}$), daß an R4 eine Eingangsspannung von $0,3 V_{ss}$ steht. Mit R4 ist der Arbeitspunkt so einzustellen, daß am Ausgang (Kollektor) eine möglichst große und unverzerrte Sinusschwingung sichtbar ist.

Die Messung der Ausgangsspannung ergibt $2 V_{ss}$. Damit läßt sich der Verstärkungsfaktor errechnen:

$$V = \frac{U_A}{U_E}$$

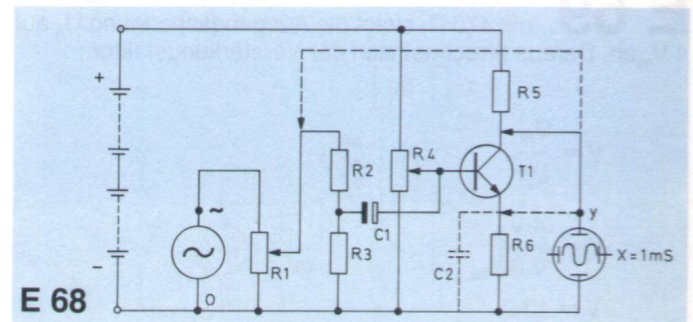
$$V = \frac{2 V_{ss}}{0,4 V_{ss}}$$

$$V = 6,6$$

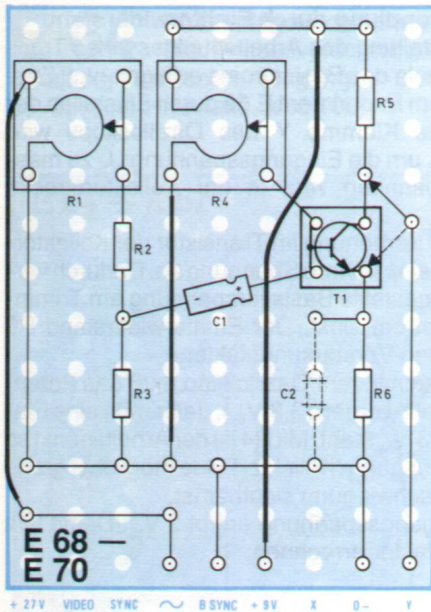


58

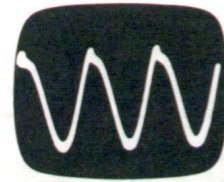
Durch Verkleinern des Emittorwiderstandes läßt sich der Verstärkungsfaktor anheben.



E 68



E 70 Legt man parallel zum Widerstand R6 einen Kondensator C2, wird die Gegenkopplung ganz oder teilweise aufgehoben. Bei Verwendung von Kondensatoren mit unterschiedlicher Kapazität ändert sich die Ausgangsspannung. Eine Veränderung der Kurve auf dem Bildschirm macht das deutlich. Die Verstärkung ist jetzt frequenzabhängig geworden.



59

Mit steigender Kapazität sinkt der Wechselstromwiderstand R_c des Kondensators. Deshalb erhöht sich der Verstärkungsfaktor V . Für Wechselstrom wird also der Gesamtwiderstand am Emitter kleiner.

E 68

R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
 R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R4 = Poti-Modul 47.000 Ohm
 R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R6 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
 C2 = Kondensator, Wert siehe Text
 T1 = Transistor, weiß

E 69 Ersetzt man $R6 = 1 \text{ k}\Omega$ durch einen Widerstand mit 470Ω , steigt die Ausgangsspannung U_A auf $4 V_{ss}$ an. Daraus errechnet sich der Verstärkungsfaktor.:

$$V = \frac{U_A}{U_E}$$

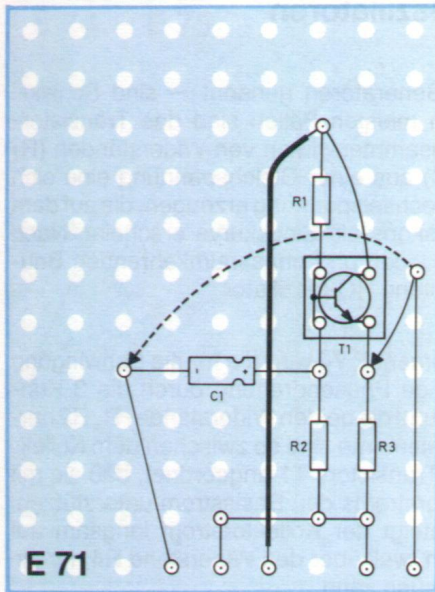
$$V = \frac{4 V_{ss}}{0,3 V_{ss}}$$

$$V = 13,2$$

E 71 Verstärker in Kollektorschaltung

Setzt man das Oszilloskop im Experiment **E 71** an die Meßpunkte für die Eingangsspannung U_E und die Ausgangsspannung U_A , dann zeigt die Sinuskurve die gleiche Ausprägung, d. h. die Spannungen sind etwa gleich groß. Mit der Kollektorschaltung läßt sich nur eine Spannungsverstärkung erzielen, die kleiner als 1 ist. Diese Schaltung wird deshalb niemals zur Spannungsverstärkung verwendet. Die Stromverstärkung beträgt je nach Transistortyp zwischen 10 und 1000.

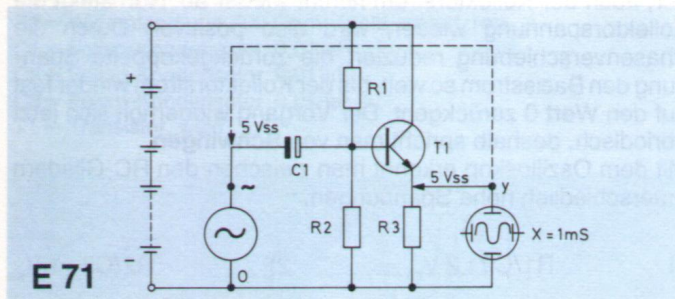
Die Kollektorschaltung weist aber gegenüber der Emitterschaltung eine Besonderheit auf. Sie hat einen relativ hohen Eingangswiderstand und einen niederohmigen Ausgang. Weil der hohe Eingangswiderstand zu einem kleinen Ausgangswiderstand umgesetzt wird, spricht man bei dieser Schaltung auch von einem **Impedanzwandler**. Es können damit Verstärkerstufen mit einem hohen Ausgangswiderstand an solche mit niedrigem Eingangswiderstand angepaßt werden.



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 5V X 0- Y

E 71

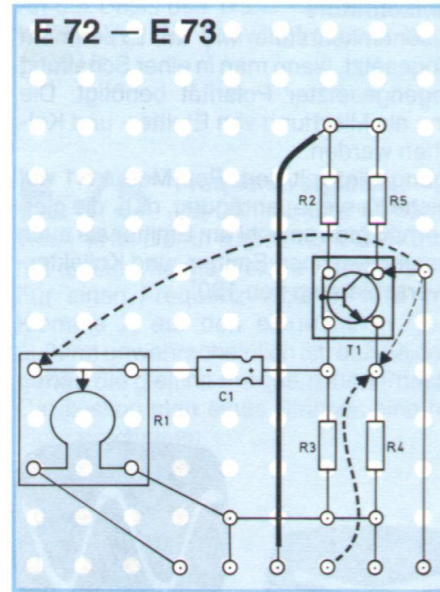
- R1 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
 R2 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
 R3 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
 T1 = Transistor, weiß



60



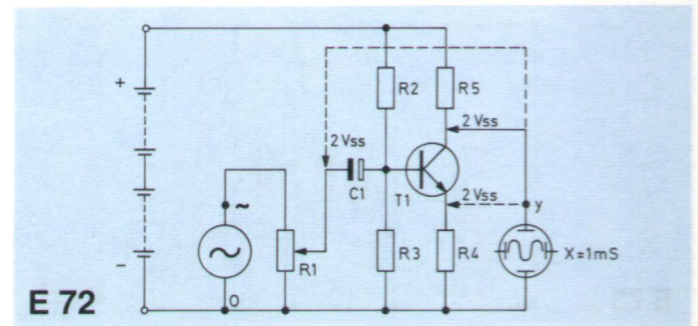
61



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 5V X 0- Y

E 72

- R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
 R2 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
 R3 = Widerstand 22.000 Ohm (rot, rot, orange)
 R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 C1 = Elektrolyt-Kondensator 10 μ F
 T1 = Transistor, weiß



E 72



E 72

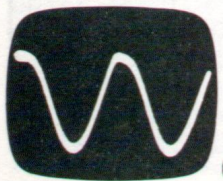


E 73

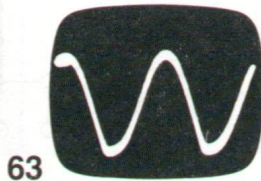
E 72 Phasenumkehrstufe

Eine Phasenumkehrstufe wie im Experiment E 72 wird immer dann eingesetzt, wenn man in einer Schaltung Spannungen mit entgegengesetzter Polarität benötigt. Die Phasenumkehrstufe kann als Mischung von Emitter- und Kollektorschaltung angesehen werden.

Die Spannung am Eingang wird mit dem Poti-Modul R1 auf $2 V_{ss}$ eingestellt. Die gleiche Kurvenausprägung, d. h. die gleichen Spannungswerte, erhält man sowohl am Emitter als auch am Kollektor, jedoch besteht zwischen Emitter- und Kollektorspannung eine Phasenverschiebung von 180° .



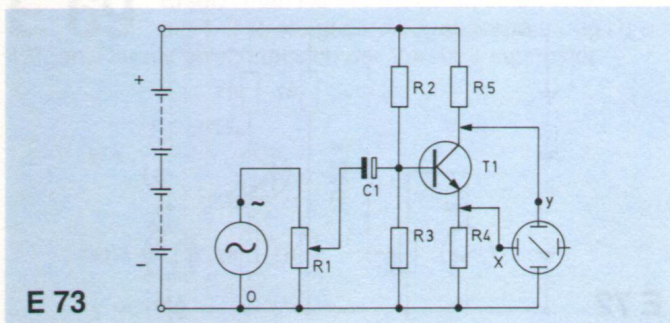
Emitter



Kollektor

E 73 Phasenverschiebung auf dem Oszilloskop

Die Verschiebung der Phase in der Umkehrstufe kann im Experiment E 73 auf dem Oszilloskop sichtbar gemacht werden, wenn die Klemme X in die Emitterstrecke und die Klemme Y in die Kollektorstrecke gelegt wird. Es erscheint dann ein schräger Strich von links oben nach rechts unten. Diese Abbildung entsteht immer dann, wenn die Spannungen um 180° verschoben sind (vergl. Experiment E 62, E 63).



E 73

Messungen an Oszillatoren

RC-Oszillator

Oszillatoren — auch Generatoren genannt — sind Schwingungserzeuger. In den meisten Fällen sind das Transistor-schaltungen, die im Zusammenwirken von Widerständen (R) und Kondensatoren (C) aus einer Gleichspannung eine sich periodisch ändernde Wechselspannung erzeugen, die auf dem Bildschirm des Oszilloskops als Sinuskurve erscheint. Nach dem frequenzbestimmenden und phasenumkehrenden Bauteilen heißt diese Schaltung RC-Oszillator.

E 74 In Experiment E 74 wird die für die Schwingung notwendige Phasendrehung durch die 3 Kondensatoren C1, C2, C3 und die beiden Widerstände R1, R2 hervorgerufen. Diese Bauelemente sind so zwischen dem Kollektor und der Basis des Transistors T1 angeordnet, daß sie mit einem Teil des Kollektorstroms den Basisstrom unterstützen. Im Einschaltmoment steigt der Kollektorstrom langsam auf einen positiven Wert an, weil über den Widerstand R4 nur ein geringer Basisstrom fließen kann.

Dadurch sinkt die Kollektorspannung. Sie wird über die Kondensatoren und die Widerstände auf die Basis zurückgeführt. Durch die Phasenverschiebung wird daraus eine positiv ansteigende Basisspannung, die über den Transistor T1 den Kollektorstrom so weit verstärkt, bis er durch den begrenzenden Widerstand R5 nicht weiter ansteigen kann. Am Kollektor tritt dann keine Spannungsänderung mehr auf. Damit gelangt auch keine Spannung mehr auf die Basis, der Basisstrom wird geringer, auch der Kollektorstrom nimmt wieder ab. Nun steigt die Kollektorspannung wieder, wird also positiver. Durch die Phasenverschiebung reduziert die zurückgekoppelte Spannung den Basisstrom so weit, bis der Kollektorstrom wieder fast auf den Wert 0 zurückgeht. Der Vorgang wiederholt sich jetzt periodisch, deshalb spricht man von **Schwingen**.

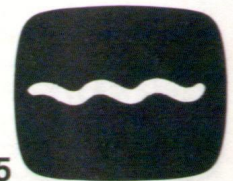
Mit dem Oszilloskop erkennt man zwischen den RC-Gliedern unterschiedlich hohe Spannungen.

1) $R1/C2 : 2 V_{ss}$

2) $R2/C3 : 1 V_{ss}$

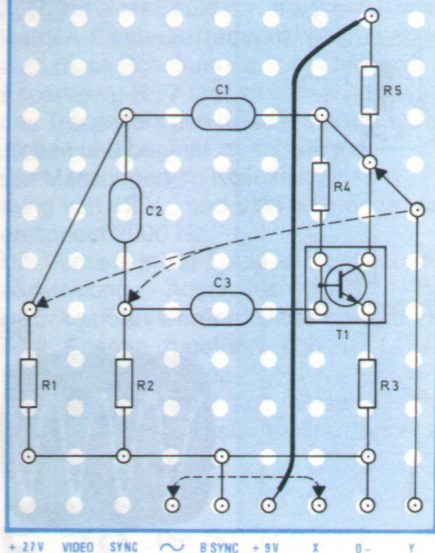


64



65

E 74 — E 75



E 74



E 75

An der Basis des Transistors liegen nur $0,2 V_{ss}$, im Kollektor-kreis $6 V_{ss}$. Die Schwingfrequenz beträgt gleichbleibend ca. 1000 Hz.

E 75 Frequenzvergleich

Der eingebaute Generator hat eine Frequenz von 1 kHz. Der in Experiment E 74 aufgebaute RC-Oszillator hat annähernd die gleiche Frequenz.

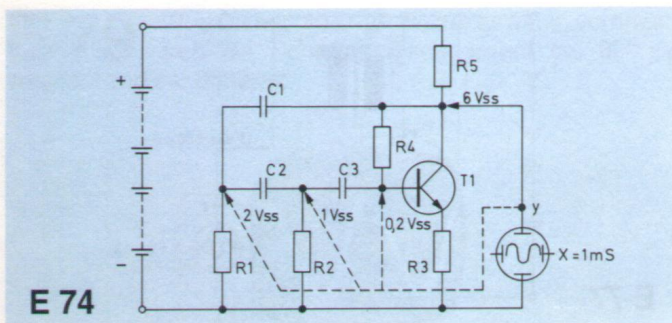
Für einen Frequenzvergleich wird im Experiment E 75 die Klemme X auf den eingebauten Generator gelegt. Da es äußerst unwahrscheinlich ist, daß beide Schwingungserzeuger **genau** die gleiche Frequenz und Phasen haben, wird auf dem Oszilloskop statt eines Striches eine rotierende kreisähnliche Figur erscheinen.



66

E 74

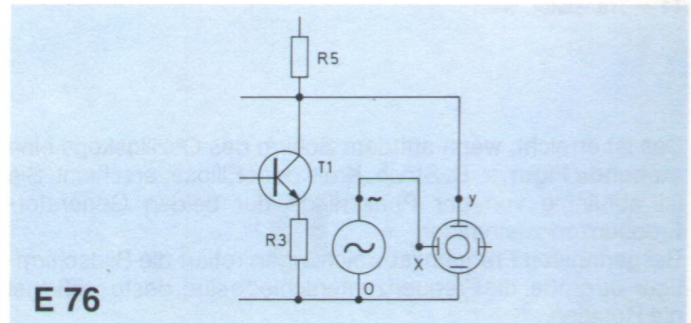
- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R3 = Widerstand 10 Ohm (braun, schwarz, schwarz)
- R4 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
- R5 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C3 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- T1 = Transistor, weiß



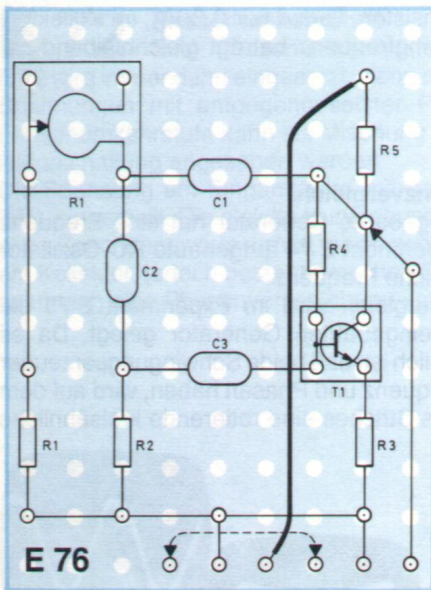
E 74

E 76 Frequenzgleichheit

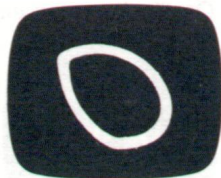
Um die Frequenzen der beiden Generatoren genau aufeinander abzustimmen, muß im Experiment E 76 der Widerstand R1 durch ein 10 k Ω Trimpotentiometer ersetzt werden. Damit läßt sich die Frequenz des RC-Oszillators so einstellen, daß sie mit der des eingebauten Generators übereinstimmt.



E 76



67

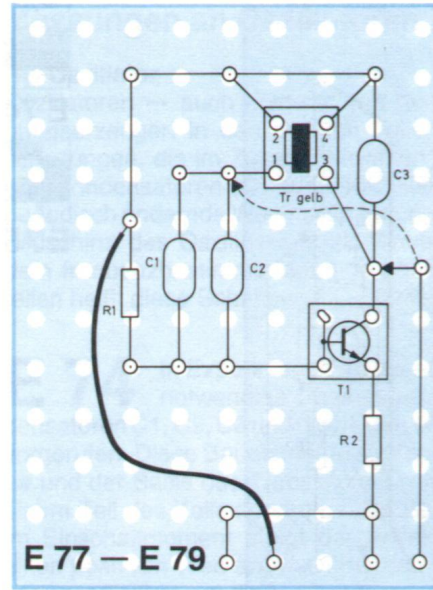


E 76

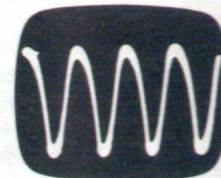
R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
 R1 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
 R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R3 = Widerstand 10 Ohm (braun, schwarz, schwarz)
 R4 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
 R5 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
 C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 C3 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 T1 = Transistor, weiß

Das ist erreicht, wenn auf dem Schirm des Oszilloskops eine **stehende Figur**, z. B. Strich, Kreis oder Ellipse, erscheint. Sie ist abhängig von der Phasenlage der beiden Generator-Frequenzen zueinander.

Bei geringsten Frequenzabweichungen rotiert die Bildschirmfigur. Je größer die Frequenzunterschiede sind, desto größer ist die Rotation.

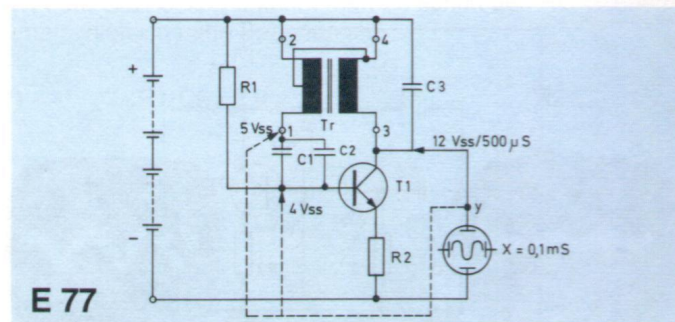


68



E 77

R1 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
 R2 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
 C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 C3 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
 T1 = Transistor, weiß
 Tr = Transformator, gelb



E 77

E 77 LC-Oszillator

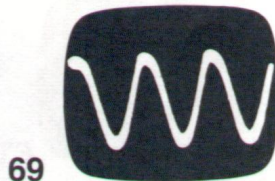
Ein Schwingungserzeuger oder Generator kann auch mit einer Spule (L) und einem Kondensator (C) aufgebaut werden. Da sie die frequenzbestimmenden Bauteile sind, nennt man diese Schaltungsart LC-Oszillator oder LC-Generator. In Experiment **E 77** lädt im Einschaltmoment der Kollektorstrom des Transistors den Kondensator C3. Der Oszillator wird angestoßen und beginnt zu schwingen.

Die Messungen im Kollektorkreis von T1 ergeben eine Spannung von $12 V_{ss}$ und eine Schwingfrequenz von $500 \mu s$, das entspricht 2000 Hz .

Um Verluste in der Spule auszugleichen, muß über die Sekundärwicklung — Anschlüsse 1 und 2 — Spannung auf die Basis zurückgeführt werden. Dadurch wird im richtigen Augenblick neue Energie zugeführt, und der LC-Oszillator schwingt mit konstanter Amplitude.

Am Spulenanschluß 1 ist mit dem Oszilloskop eine Spannung von $5 V_{ss}$, an der Basis des Transistors eine von $4 V_{ss}$ nachzuweisen.

E 78 Die Schwingfrequenz des LC-Oszillators läßt sich verändern, indem man andere Werte für C3 wählt. Mit dem für die Schaltung zunächst gewählten Wert $C3 = 0,1 \mu F$ beträgt die Schwingfrequenz ca. $500 \mu s$. Ersetzt man C3 durch einen Kondensator mit $0,22 \mu F$, beträgt die Schwingfrequenz ca. 1 ms , das entspricht 1000 Hz .



69

E 79 Wird C3 mit $0,047 \mu F$ kleiner gewählt, verringert sich die Schwingungsdauer auf ca. $300 \mu s$, entsprechend ca. 3300 Hz .



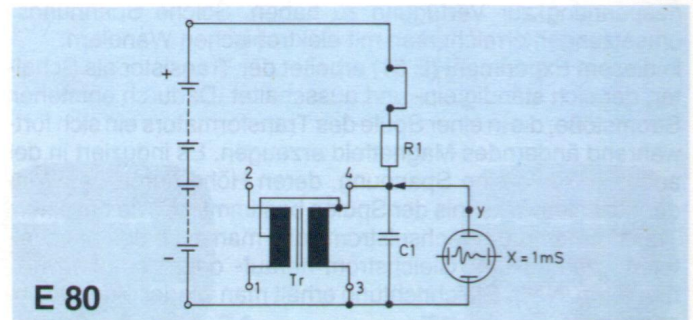
70

E 80 Schwingkreis

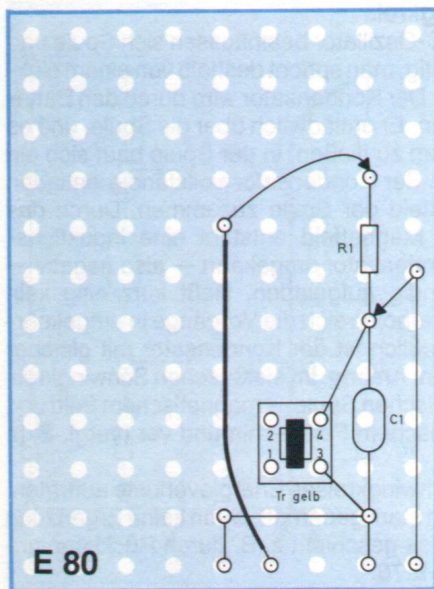
Beim LC-Oszillator beeinflussen sich Spule und Kondensator gegenseitig, man spricht deshalb von einem elektrischen Schwingkreis. Der Kondensator wird durch den Batteriestrom positiv geladen. Er entlädt sich über die Spule, und es beginnt ein Spulenstrom zu fließen. In der Spule baut sich ein Magnetfeld auf. Wenn der Kondensator vollständig entladen ist, bricht das Magnetfeld der Spule zusammen. Durch das zusammenbrechende Magnetfeld entsteht eine Induktionsspannung, die den Kondensator umgekehrt — also negativ — auflädt. Ist er vollständig aufgeladen, fließt kurzzeitig kein Strom, dann aber wiederholen sich die Vorgänge in umgekehrter Reihenfolge. Schließlich ist der Kondensator mit gleicher Polarität geladen wie am Anfang. Im elektrischen Schwingkreis pendelt die Energie zwischen Spule — magnetischem Feld und Kondensator — elektrischem Feld — hin und her (vergl. Exp. **E 41**).

Da in der Spule des Schwingkreises Energieverluste auftreten, sind die Schwingungen stark gedämpft, wenn keine Ergänzung der Verluste erfolgt. Das geschieht z. B. durch Rückkopplungen wie in Exp. **E 74—E 76**.

In Experiment **E 80** erzeugt man eine stark gedämpfte Schwingung, indem man den Pluspol kurz an den Widerstand R1 legt. Auf dem Oszilloskop erscheint kurzzeitig eine sich abflachende Sinuskurve, die über den Bildschirm wandert.



E 80



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

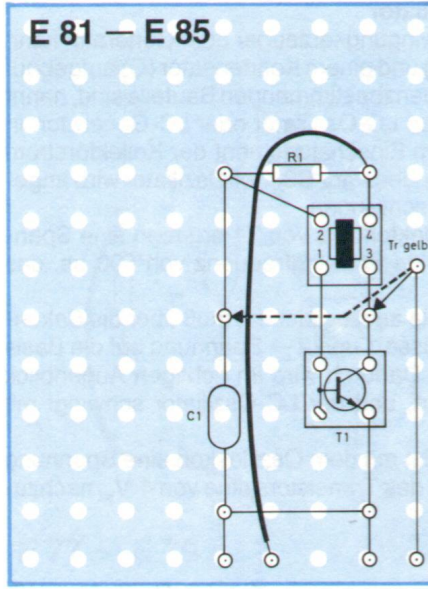
E 80

R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
C1 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
Tr = Transformator, gelb

E 81 Sperrschwinger

Zum Betrieb von elektronischen Schaltungen ist es manchmal erforderlich, höhere Spannungen als die Batteriespannung zur Verfügung zu haben. Solche Spannungsumsetzungen erreicht man mit elektronischen Wandlern. In diesem Experiment (E 81) arbeitet der Transistor als Schalter, der sich ständig ein- und ausschaltet. Dadurch entstehen Stromstöße, die in einer Spule des Transformators ein sich fortwährend änderndes Magnetfeld erzeugen. Es induziert in der anderen Spule eine Spannung, deren Höhe durch das Windungszahlenverhältnis der Spulen bestimmt ist. Wie bei einem Transformator für Wechselstrom kann man auch den geschalteten, „zerhackten“ Gleichstrom herauf- oder heruntertransformieren. Nach Gleichrichtung erhält man wieder eine Gleichspannung.

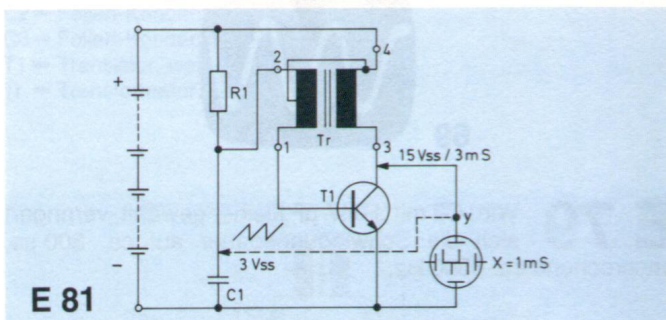
E 81 — E 85



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 81

R1 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
C1 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
T1 = Transistor, weiß
Tr = Transformator, gelb



E 81

Im Experiment E 81 erhält die Basis von T1 beim Einschalten eine positive Spannung. Sie steigt mit der zunehmenden Ladung von C2. Sie bewirkt, daß der Transistor durchschaltet. Der rasch ansteigende Kollektorstrom induziert im Basiskreis eine negative Spannung. Sie hat zur Folge, daß der Transistor sperrt. Der schlagartig abfallende Kollektorstrom induziert eine

Spannung in der Spule 3, 4, deren Höhe von der Windungszahl abhängig ist. Weil die Spannung entsteht, wenn der Transistor sperrt, nennt man diese Schaltung einen Sperrschwinger. Über R1 lädt C2 wieder auf, so daß T1 wieder beim Überschreiten der Schwellspannung durchschaltet.

Auf dem Oszilloskop erkennt man am Kollektor deutlich die Ein- und Ausschaltimpulse, die der Transistor erzeugt. Legt man die Klemme Y an den Kondensator, so sieht man den sägezahnförmigen Verlauf der Basisspannung. Die Dauer der Schwingung beträgt ca. 3 ms, das entspricht einer Frequenz von 333 Hz.

Die Berechnung der Frequenz erfolgt nach der Formel

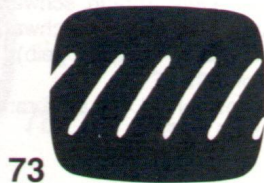
$$f_{\text{Hz}} = \frac{1}{t_s}$$

$$f = \frac{1}{0,003}$$

$$f = 333$$



E 82 Ersetzt man den Kondensator C1 durch einen mit der halben Kapazität (0,047 µF), verringert sich die Schwingungsdauer auf die Hälfte (1,5 ms) und die Frequenz verdoppelt sich auf 666 Hz.



E 83 Erhöht man die Kapazität des Kondensators C1 auf 0,22 µF, vervierfacht sich die Schwingungsdauer (6 ms), und die Frequenz verringert sich auf 166 Hz. Frequenzveränderungen erreicht man auch durch Auswechseln des Widerstandes R1. Die Kapazität des Kondensators beträgt immer 0,1 µF.

E 84 R1 = 47 kΩ t = 1,5 ms f = 666 Hz

E 85 R1 = 220 kΩ t = 6 ms f = 166 Hz

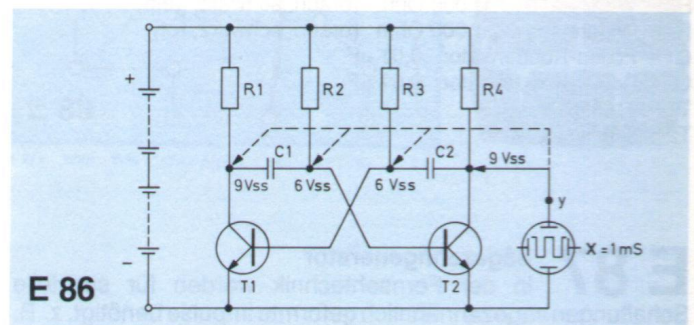
E 86 Rechteckgenerator

In den bisherigen Experimenten wurden Generatoren vorgestellt, die gleichmäßige Schwingungen in Form einer Sinuskurve erzeugten. Durch entsprechende Schaltungstechniken lassen sich aber auch Schwingungen erzeugen, die von der Grundform der Sinuskurve erheblich abweichen.

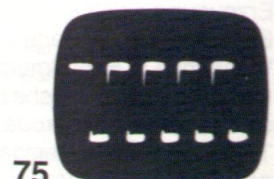
Im Experiment **E 86** ist ein einfacher Rechteckgenerator aufgebaut. Das bedeutet, daß am Ausgang ein rechteckförmiges Signal steht, das auf dem Oszilloskop sichtbar wird. Nimmt man an, daß beim Einschalten Transistor T1 leitet, wird über den Kondensator C1 die Basis von Transistor T2 negativ angesteuert, und er sperrt schlagartig. Über R2 lädt sich Kondensator C1 auf. Ist die Schwellspannung des Transistors erreicht, leitet T2. Transistor T1 dagegen sperrt schlagartig, weil die Basis über den Kondensator C2 eine negative Vorspannung bekommt. Jetzt kann sich C2 wieder aufladen, der Vorgang wiederholt sich periodisch.

Durch das jeweilig schlagartige Abschalten der Transistoren entstehen die Rechteckimpulse mit den senkrechten Ein- und Ausschaltflanken. Die Frequenz wird durch die Kondensatoren C1 und C2 in Verbindung mit den Widerständen R2 und R3 bestimmt. Verkleinert man Kapazitäts- oder Widerstandswerte, steigt die Frequenz des Ausgangssignals.

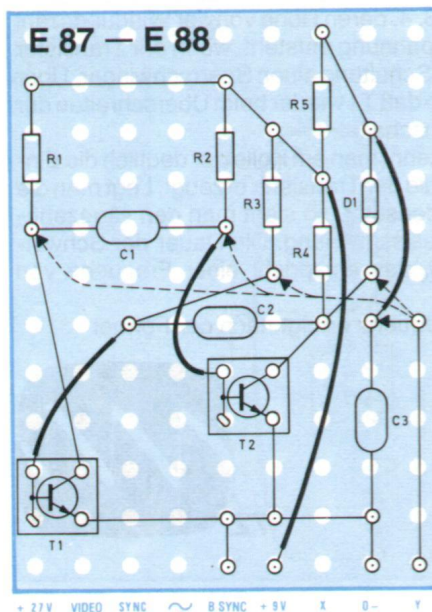
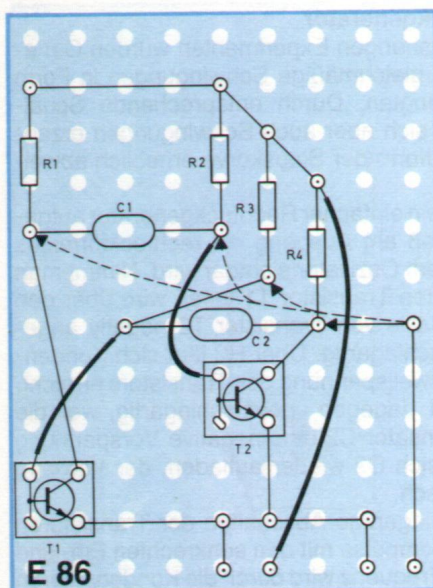
Spannungsmessungen mit dem Oszilloskop ergeben für die Kollektoren der Transistoren 9 V_{ss} und für die jeweilige Basis 6 V_{ss}.



74



75



E 86

R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
 R3 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
 R4 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 T1 = Transistor, weiß
 T2 = Transistor, weiß

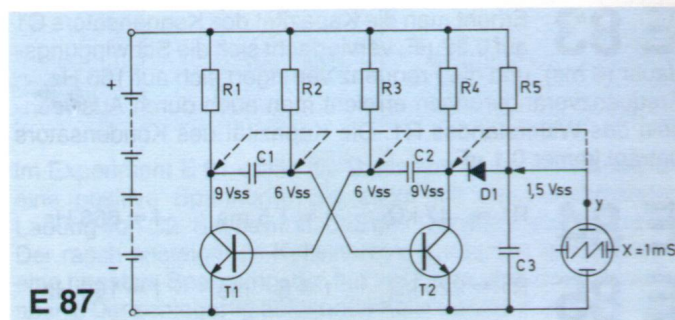
E 87

R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
 R3 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
 R4 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R5 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
 C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
 C2 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
 C3 = Folien-Kondensator 0,1 μ F
 T1 = Transistor, weiß
 T2 = Transistor, weiß
 D1 = Diode

E 87 Sägezahn-generator

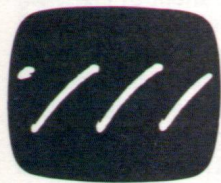
In der Fernseh-technik werden für spezielle Schaltungen sägezahnähnlich geformte Impulse benötigt, z. B. um den Elektronenstrahl der Bildröhre abzulenken. Für die Erzeugung solcher Signale kann der Rechteckgenerator aus Experiment E 86 dienen.

Wählt man in Experiment E 87 nun für die Kondensatoren C1 und C2 unterschiedliche Kapazitäten, erscheinen auf dem Bildschirm des Oszilloskops an den Kollektoren der Transistoren T1 und T2 Rechtecksignale mit unterschiedlicher Ein- und Ausschalt-dauer. Solche Signale nennt man unsymmetrisch.



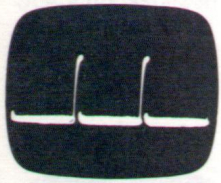
Die Sägezahnform wird mit Kondensator C3 und dem Widerstand R5 erzeugt. Kondensator C3 wird über den Widerstand R5 langsam aufgeladen und über die Diode D1 und den Transistor T1 schlagartig entladen.

Mit anderen Werten dieser beiden Bauteile kann die Amplitude und Kurvenform beeinflusst werden.



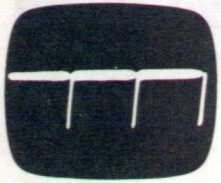
76

R2



77

Kollektor T1



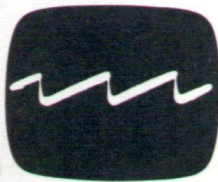
78

Kollektor T2

E 88 Wählt man für R5 = 22 kΩ, hat das Signal die Form gemäß Abb. 79.

Spannungsmessungen ergeben wie bei Experiment **E 87** 9 V_{ss} für die Kollektorstrecken der Transistoren und 6 V_{ss} für die Spannung an der Basis.

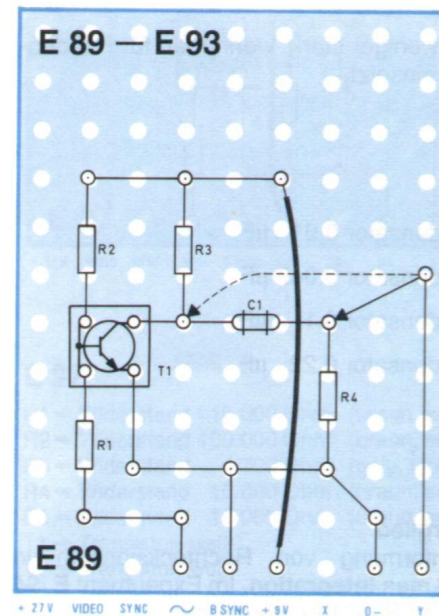
79



Impulserzeuger

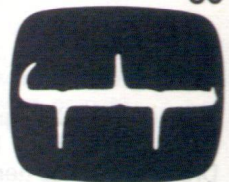
E 89 Differenzierglied

Die Umformung von Rechtecksignalen in Nadelimpulse nennt man **Differenzierung**. Man kann im Experiment **E 89** ein solches differenziertes Signal auf dem Oszilloskop darstellen, wenn man Klemme Y mit dem Differenzierglied C1/R4 verbindet.



E 89

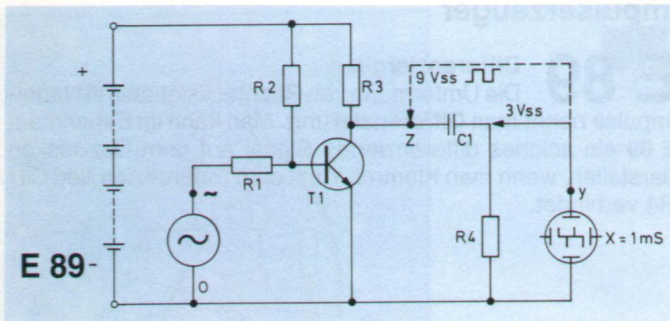
+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y



80

E 89

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
- T1 = Transistor, weiß

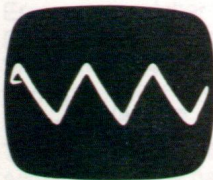


Die Differenzierung ist weniger stark, wenn man für Kondensator C1 andere Werte einsetzt.

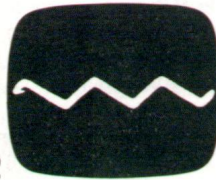
- | | |
|------|--|
| E 90 | C1 = Folienkondensator 0,01 μF |
| E 91 | C1 = Folienkondensator 0,047 μF |
| E 92 | C1 = Folienkondensator 0,1 μF |
| E 93 | C1 = Folienkondensator 0,22 μF |

E 94 Integrierglied

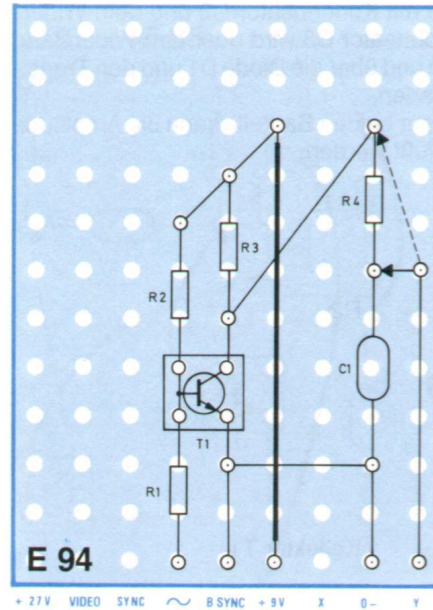
E 94 Die Umformung von Rechtecksignalen in Dreiecksimpulse nennt man **Integration**. Im Experiment **E 94** wird die Integration durch R4/C1 hervorgerufen. Auf dem Bildschirm erscheint die Abbildung einer dreieckig geformten Spannung mit einer Amplitude von $4 V_{SS}$. Verwendet man Kondensatoren mit höheren Kapazitäten verläuft der Spannungsverlauf flacher.



81



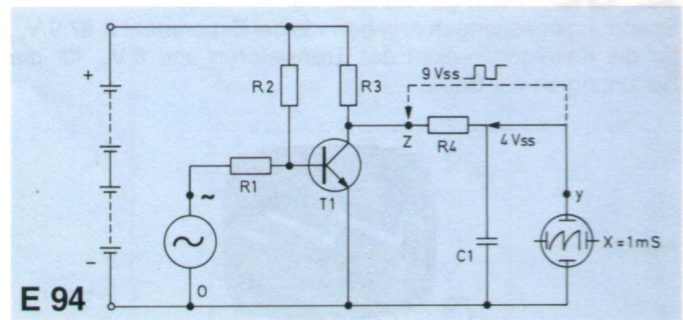
82



E 94

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
C1 = Folien-Kondensator 0,047 μ F
T1 = Transistor, weiß

- E 95** C1 = Folienkondensator 0,1 μF U = 1,5 V_{SS}
E 96 C1 = Folienkondensator 0,22 μF U = 1 V_{SS}



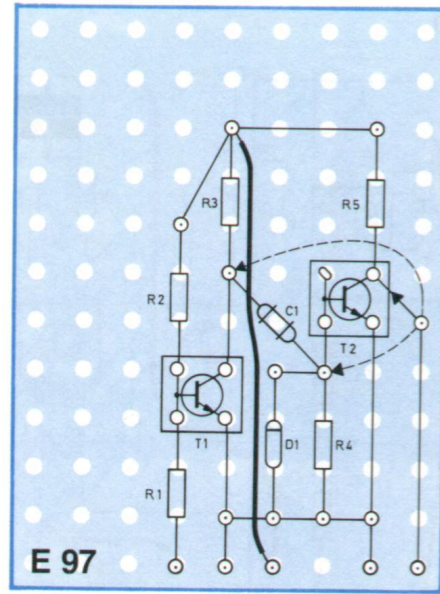
E 97 Impulsverformer

Im Experiment **E 97** werden über den Transistor T1 Rechteckimpulse — Amplitude $9 V_{ss}$ — mit gleicher Einschalt- bzw. Ausschaltphase erzeugt. Sie können mit dem Oszilloskop an R3 aufgenommen werden.

Die Kondensator-Widerstandskombination C1/R4 differenziert diese Spannung, so daß Transistor T2 nur kurzzeitig leitet. Bei gleicher Frequenz entstehen am Ausgang durch die sehr kurze Einschaltzeit Nadelimpulse.

Die Breite dieser Ausgangsimpulse läßt sich mit dem Differenzierglied verändern. Bei höheren Kapazitätswerten für C1 verbreitert sich der Ausgangsimpuls, jedoch höchstens bis zur Breite der ursprünglichen Rechteckimpulse.

An der Basis von T2 kann ein Signal abgenommen werden, bei dem die Rechteckimpulse durch C1 schon verformt wurden. Die Diode schützt den Transistor T2, weil sie die negativen Spannungsspitzen abschneidet.



E 97

+ 27V VIDEO SYNC B SYNC + 9V X 0- Y

E 97

R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)

R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)

R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

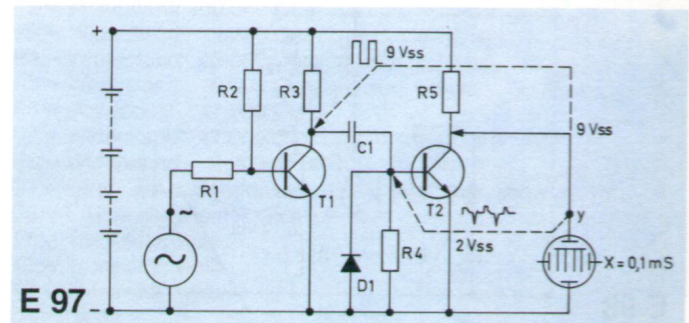
R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)

T1 = Transistor, weiß

T2 = Transistor, weiß

C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)

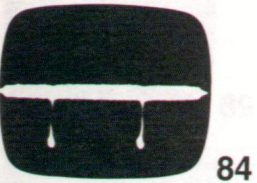
D1 = Diode



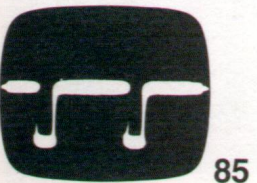
E 97



83

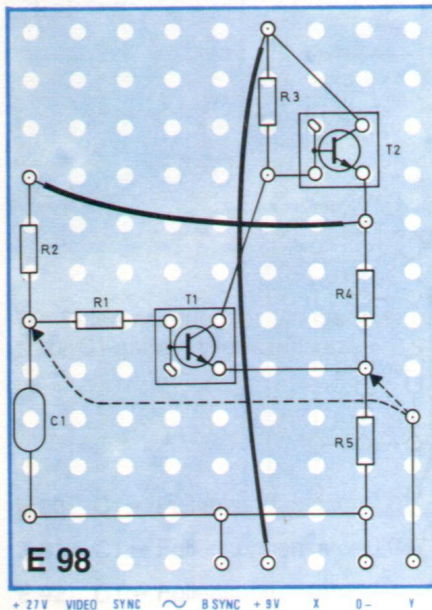


84



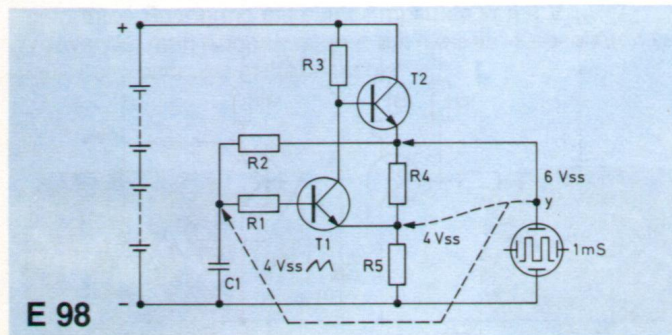
85

Kippschaltungen



E 98

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
 R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
 R4 = Widerstand 470 Ohm (gelb, violett, braun)
 R5 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 C1 = Folien-Kondensator 0,22 μ F
 T1 = Transistor, weiß
 T2 = Transistor, weiß



E 98 Astabiler Multivibrator

Neben der Verstärkerfunktion hat der Transistor wichtige Aufgaben als Schalter zu erfüllen.

Transistoren sind entweder leitend — es fließt ein Strom durch den Kollektor und Emitter — oder gesperrt — es fließt kein Strom. Je nach Leitungszustand übernimmt der Transistor die Schaltfunktion **Ein** (Stromfluß) oder **Aus** (kein Stromfluß).

Elektronische Schaltkreise, die nur mit den Zuständen 1 (entspricht Ein) und 0 (entspricht Aus) arbeiten, werden von Transistoren gesteuert. Diese Schaltkreise haben normalerweise zwei Transistoren, die sich wechselseitig ein- und ausschalten. Als periodischer Ein- und Ausschalter eignet sich ein astabiler Multivibrator nach Experiment **E 98**. Sein Ausgangssignal erscheint auf dem Bildschirm des Oszilloskops rechteckig mit einer Amplitude von $6 V_{SS}$.

Das frequenzbestimmende Bauteil ist der Kondensator C1. Er erzeugt bei 0,22 μ F eine Schwingungsdauer von ca. 5 ms, das entspricht 200 Hz.

Verändert man C1, ändert sich die Frequenz entsprechend.

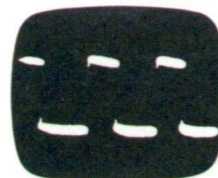
E 99 $C1 = 0,1 \mu F$ $t = 2,5 \text{ ms}$ $f = 400 \text{ Hz}$

E 100 $C1 = 0,47 \mu F$ $t = 10 \text{ ms}$ $f = 100 \text{ Hz}$

Im Emitterkreis von T1 läßt sich eine Spannung von $4 V_{SS}$ nachweisen, desgleichen vor dem Vorwiderstand an der Basis von T1. Die Spannungsform ist hier sägezahnförmig, weil sich der Kondensator C1 über R2 auf- und entlädt. Da aber der Transistor T1 von einem bestimmten Wert an schlagartig durchschaltet, stehen am Ausgang Rechteckimpulse.



86



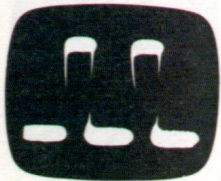
87

E 101 Monostabiler Multivibrator

Eine Kippschaltung, die im Gegensatz zum astabilen Multivibrator **einen stabilen** Zustand hat, ist der monostabile Multivibrator.

Erhält im Experiment **E 101** die Basis von Transistor T2 über Kondensator C1 eine positive Vorspannung, schaltet er durch. An seinem Kollektor liegt dann keine Spannung. Der Kondensator C2 wird entladen, und die Basis von T3 erhält dabei einen negativen Spannungsstoß. Der Transistor sperrt. Die hohe Kollektorspannung wirkt über R4 auch auf die Basis von T2 und hält den Transistor im durchgeschalteten Zustand. Der Kondensator C2 wird über R5 wieder geladen. Überschreitet die Spannung den Schwellwert des Transistors T3, schaltet er durch. T2 sperrt so lange, bis der nächste positive Impuls an seiner Basis den Schaltvorgang erneut auslöst.

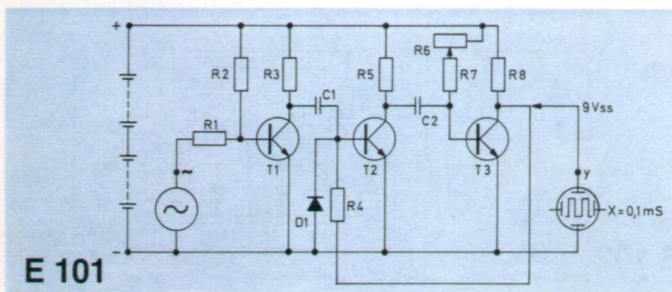
Mit dem monostabilen Multivibrator können aus einer Rechteckspannung Ausgangsimpulse von beliebiger Breite erzeugt werden. Auf dem Bildschirm des Oszilloskops erscheinen diese Ausgangsimpulse, die in ihrer Breite mit dem Trimpotentiometer R6 verändert werden können.



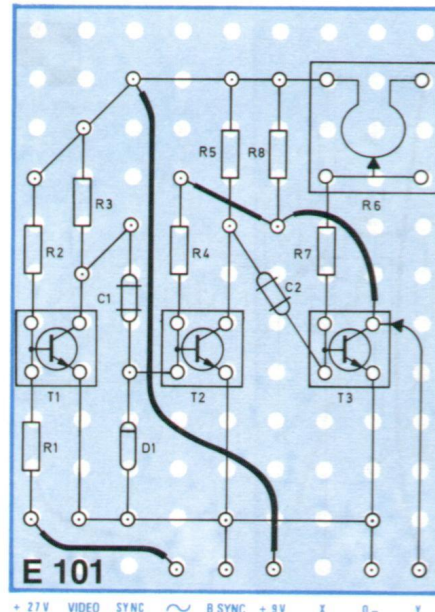
88



89



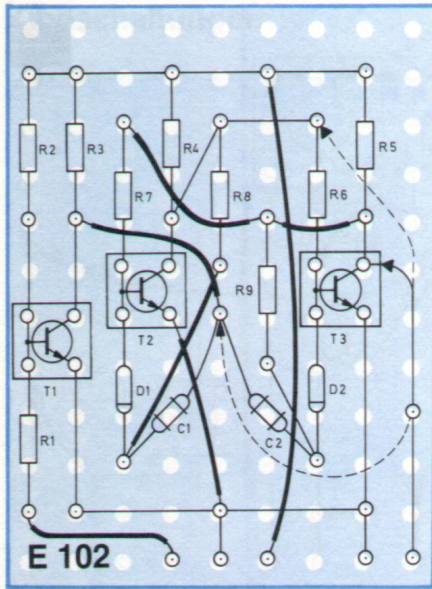
E 101



E 101 + 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 101

- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R4 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R5 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R6 = Poti-Modul 47.000 Ohm
- R7 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R8 = Widerstand 2.200 Ohm (rot, rot, rot)
- C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
- C2 = Folienkondensator 0,01 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß
- T3 = Transistor, weiß
- D1 = Diode



+ 27V VIDEO SYNC ~ B SYNC + 9V X 0- Y

E 102

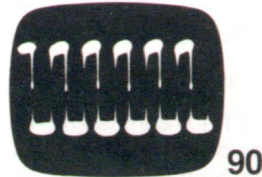
- R1 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R2 = Widerstand 100.000 Ohm (braun, schwarz, gelb)
- R3 = Widerstand 4.700 Ohm (gelb, violett, rot)
- R4 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R5 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
- R6 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R7 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R8 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R9 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- C1 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- C2 = Folien-Kondensator 0,01 μ F
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß
- T3 = Transistor, weiß
- D1 = Diode
- D2 = Diode

E 102 Bistabiler Multivibrator

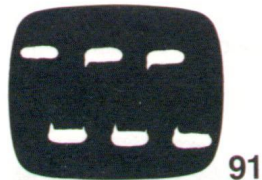
Eine der wichtigsten Kippschaltungen wird im Experiment **E 102** vorgestellt. Es ist der **bistabile Multivibrator**, auch **Flip-Flop** genannt. Diese Schaltung hat zwei stabile Zustände.

Die beiden Transistoren T2 und T3 schalten sich gegenseitig. Im Einschaltmoment ist z. B. T3 leitend, Transistor T2 wird dann über R7 gesperrt.

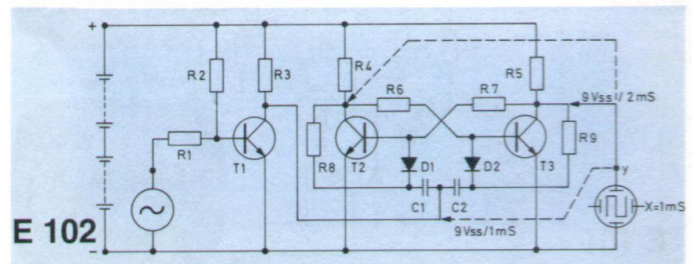
Aus den Signalen des Rechteckgenerators mit T1 werden über die Kondensatoren C1 und C2 Spannungsimpulse gewonnen. Die erste abfallende Impulsflanke aus dem Rechteckgenerator gelangt über die Diode D2 auf die Basis von T3, der damit sperrt. Da dann an seinem Kollektor eine hohe positive Spannung liegt, fließt über R7 ein Strom auf die Basis von Transistor T2, der damit leitend wird. Der nächste negative Impuls gelangt über die Diode D1 auf die Basis von T2. Transistor T2 sperrt und T3 wird wieder leitend. Am Ausgang des Flip-Flop ist aus zwei Eingangssignalen ein Ausgangssignal entstanden. Auf dem Bildschirm des Oszillographen wird die Teilerfunktion sichtbar.



90



91



E 102

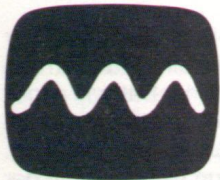
E 103 Schmitt-Trigger

Der Schmitt-Trigger ist eine elektronische Grundschialtung, die auf einen festgelegten Schwellwert reagiert. Sie wird deshalb auch **Schwellwertschalter** genannt. Bei seinem Betrieb im Experiment **E 103** werden dabei sinusförmige (analoge) Spannungsformen in rechteckige (digitale) umgewandelt.

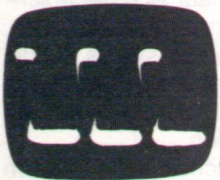
Über das Potentiometer R1 und den Widerstand R3 gelangt die sinusförmige Eingangsspannung auf die Basis von Transistor T1. Beim Anschluß des Oszilloskops vor dem Potentiometer R1 wird eine Sinusschwingung mit $5 V_{ss}$ auf dem Bildschirm sichtbar.

Wenn die Eingangsspannung den Spannungsabfall am Emittorwiderstand R5 überschreitet, schaltet Transistor T1 durch, T2 ist gesperrt. Erst wenn das Eingangssignal wieder unter die Emitterspannung absinkt, sperrt T1 und T2 wird leitend.

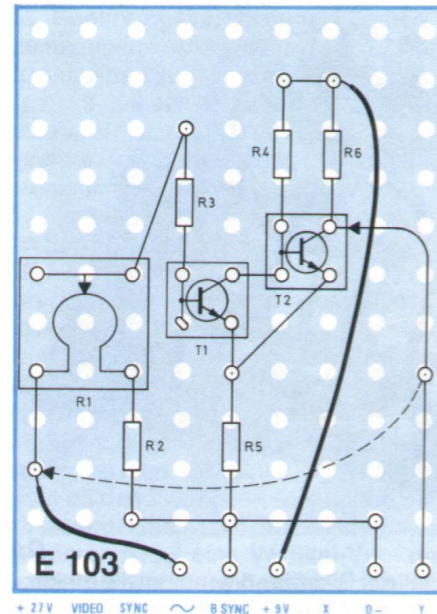
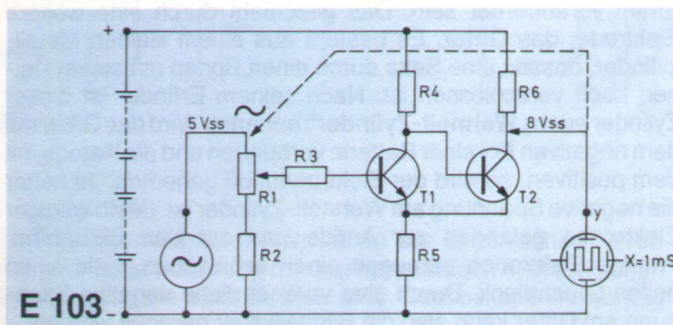
Der Schwellwert, die Schaltspannung also, wird durch die Stellung des Potentiometers R1 und den Emittorwiderstand R5 bestimmt.



92

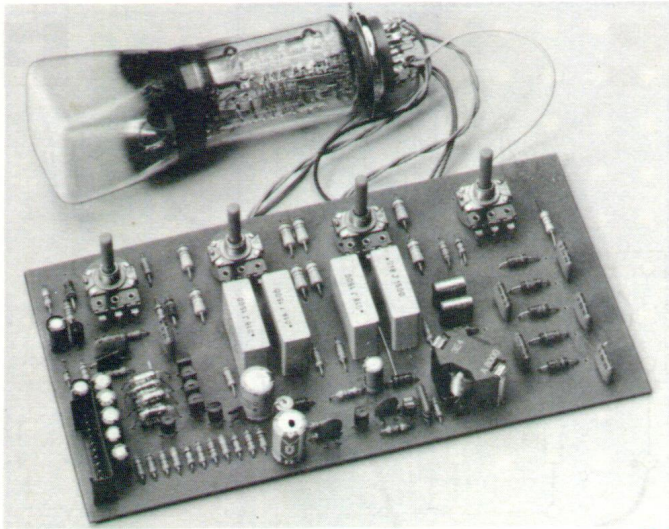


93



E 103

- R1 = Poti-Modul 10.000 Ohm
- R2 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- R3 = Widerstand 220.000 Ohm (rot, rot, gelb)
- R4 = Widerstand 47.000 Ohm (gelb, violett, orange)
- R5 = Widerstand 470 Ohm (gelb, violett, braun)
- R6 = Widerstand 10.000 Ohm (braun, schwarz, orange)
- T1 = Transistor, weiß
- T2 = Transistor, weiß



94

Der auffälligste Bestandteil der Bildröhreneinheit ist die Elektronenstrahlröhre, die nach ihrem Erfinder Ferdinand Braun auch **Braun'sche Röhre** genannt wird. Sie ermöglicht die optische Darstellung elektrischer Vorgänge auf einem Bildschirm. (Abb. 94).

Die Braun'sche Röhre besteht aus einem luftleeren Glaskolben von trichterförmigen Aussehen. Der Hals enthält die elektrisch wirksamen Teile, das **Elektrodensystem**, und die Innenwand

des eigentlichen Bildschirms ist mit einer Leuchtschrift versehen. Sie leuchtet auf, wenn sie von Elektronen getroffen wird. (Abb. 95).

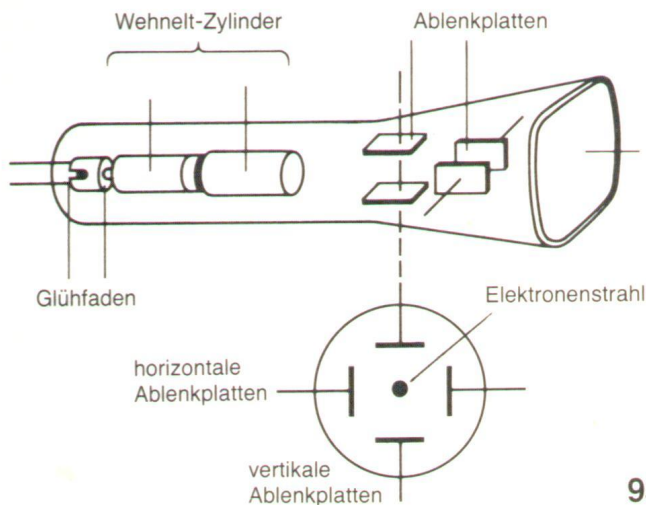
Das Elektrodensystem enthält einen **Glühfaden**, dessen Anschlüsse mit einer Batterie verbunden werden. Er glüht dann und heizt die Katode auf. Sie sendet Elektronen aus, die die Katode wie eine Wolke umgeben. Die Elektronen erreichen aber nicht den Bildschirm. Sie müssen durch eine weitere Elektrode, die Anode abgesaugt werden.

Zwischen der Katode und der Anode liegt eine hohe Spannung, die von außen angelegt wird. Sie ist gleichbedeutend mit einer positiven Ladung an der Anode und zieht darum die negativen Elektronen an. In der Röhre fließt also ein Elektronenstrom von der Katode zur Anode. Dabei werden die Elektronen beschleunigt und prallen auf die Anode. Das Anodenblech enthält jedoch in der Mitte ein Loch, durch das ein Teil der Elektronen fliegt und auf den Leuchtschirm trifft. Dort zeichnen sie einen Punkt.

Damit der Elektronenstrahl auf dem Schirm „schreiben“ kann, muß er entsprechend abgelenkt werden. Das geschieht durch paarweise angeordnete Blechplatten, durch die er hindurchtritt. Ein Plattenpaar ist waagrecht (horizontal), ein anderes senkrecht (vertikal) angeordnet.

Solange keine Spannung an den Ablenkplatten liegt, trifft der Strahl die Mitte des Leuchtschirms. Wird aber eine Platte an den positiven, die andere an den negativen Pol einer Batterie angeschlossen, wird der Elektronenstrom von der positiv geladenen Platte angezogen und von der negativ geladenen abgestoßen. Der Strahl wird abgelenkt und erscheint nun nicht mehr in der Mitte des Bildschirms. Mit der Spannung läßt sich die Ablenkung bestimmen: Je höher die Spannung an den Ablenkplatten, desto größer ist die Abweichung des Elektronenstrahls. Da die Platten vertikal und horizontal angeordnet sind, kann durch Anlegen entsprechender Spannungen der Elektronenstrahl auf jeden Punkt des Bildschirms gelenkt werden.

Der Leuchtfleck auf dem Bildschirm ist gleichbleibend hell. Um die Helligkeit regeln zu können, muß die Elektronenmenge im Strahl veränderbar sein. Das geschieht durch eine weitere Elektrode, das **Gitter**. Es besteht aus einem kleinen Metallzylinder, dessen eine Seite durch einen Boden mit einem kleinen Loch verschlossen ist. Nach seinem Erfinder ist dieser Zylinder auch „**Wehnelt-Zylinder**“ benannt. Wird das Gitter mit dem negativen Pol einer Batterie verbunden und die Katode mit dem positiven, so wird der Elektronenfluß gehemmt. Je höher die negative Spannung am Wehnelt-Zylinder ist, desto weniger Elektronen gelangen zur Anode und auf den Bildschirm. Wenige Elektronen erzeugen einen schwachen, viele einen hellen Leuchtfleck. Durch eine veränderliche negative Spannung am Gitter kann also die Bildhelligkeit geregelt werden.

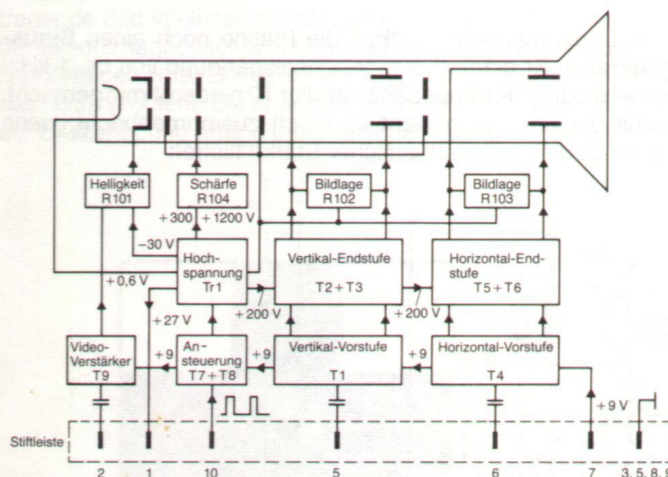


95

Der auf diese Weise erzeugte Elektronenstrahl zeichnet für viele Zwecke nicht scharf genug. Er streut noch zu sehr. Um einen möglichst kleinen Leuchtfleck zu erhalten, wird eine weitere Elektrode benötigt, die **Focussierelektrode**. Sie befindet sich meist zwischen Wehnelt-Zylinder und Anode und wirkt auf den Elektronenstrahl wie eine optische Linse auf einen Lichtstrahl. Sie bündelt die Elektronen, und durch eine veränderliche positive Spannung kann die Brennweite der Elektronenlinse verändert werden. Bei einer bestimmten Spannung erscheint der Leuchtfleck ganz scharf auf dem Bildschirm.

Die Vorgänge in der Braun'schen Röhre sind vereinfacht dargestellt. Technische Oszilloskopröhren enthalten noch weitere Bauteile, die auf der gesamten Leuchtfläche ein scharfes Bild garantieren. Aber alle Bildröhren müssen die beschriebenen Grundfunktionen erfüllen:

1. Helligkeitsregelung
2. Horizontalablenkung (X)
3. Vertikalablenkung (Y)
4. Fokussierung (Bildschärfe-Einstellung) F



Bedienungspult

Um die Bildröhren-Einheit als Oszilloskop oder Fernsehgerät betreiben zu können, wird noch weitere Elektronik benötigt. Sie ist auf der Platine im Bedienungspult untergebracht. Abb. zeigt das Blockschaltbild. Ein wichtiger Teil der Platine ist der Integrierte Schaltkreis IC 1. Er erzeugt positiv gerichtete Impulse im Bereich von 15 kHz. Diese Impulse steuern in der Bildröhreneinheit die Hochspannung.

In **Stellung TV** ist Fernsehempfang möglich. Dann ist über den elektronischen Schalter der Regler Time, R101 mit dem IC1 verbunden. Jetzt läßt sich die Frequenz von 15 kHz verändern. Das ist erforderlich, um ein stehendes Fernsehbild zu erhalten, wenn dem Eingang SYNC zusätzlich entsprechende Impulse des Fernsehsenders zugeführt wurden. Am Ausgang B SYNC steht ein Bildsynchronimpuls, der in der Schaltung des Fernsehempfängers benötigt wird.

Für die Fernseh-Bilderzeugung wird ein Sägezahnsignal gebraucht. Es entsteht, in dem der positive Impuls von IC 1 über den elektronischen Schalter D3 auf den Transistor T9 gelangt. Über die Konstant-Stromquelle T5 wird ein Kondensator langsam auf- und über T9 im Rhythmus der Impulse schnell entladen.

Die Transistoren T6 und T8 haben jetzt keine Funktion. Die Sägezahnspannung wird über den Impedanzwandler T7 und den Schalter H INT dem Regler R102 zugeführt. Die Höhe der Spannung läßt sich zur Einstellung der Bildbreite entsprechend verändern. Die veränderbare Spannung wird über das Flachbandkabel der Bildröhren-Einheit zugeführt.

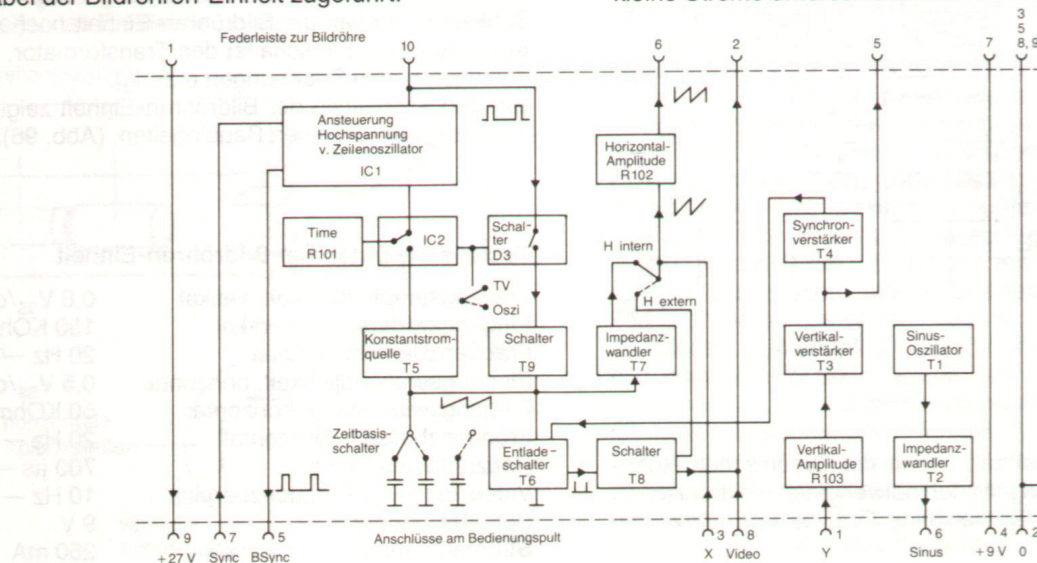
In **Stellung OSZ** ist der Regler Time R101 mit der Konstantstromquelle T5 verbunden und der Transistor T9 außer Betrieb. Die Stromquelle T5 läßt sich jetzt auf unterschiedliche konstante Stromstärken umstellen. Der mit den Zeitschaltern (10 ms, 1 ms, 0,1 ms) gewählte Kondensator wird je nach Reglerstellung (TIME) unterschiedlich schnell aufgeladen.

Überschreitet die Kondensatorspannung einen Schwellwert, wird durch die Entladeschaltung T6 der Kondensator schlagartig entladen. Es entsteht eine Sägezahnspannung, die über T7 der Bildröhreneinheit zugeführt wird.

Die Entladeschaltung T6 liefert außerdem positive Impulse, die über T8 während der Entladung den Elektronenstrahl der Bildröhre abschaltet (Rücklaufunterdrückung).

Signale am Vertikaleingang Y werden dem Vertikalverstärker T3 zugeführt, wobei sich die Amplitude mit VAMPLR103 regeln läßt. Das verstärkte Signal wird einmal der Bildröhreneinheit zugeführt, zum anderen leitet man es über den sog. Synchronverstärker T4 an die Entladeschaltung T6. Dadurch erhält man ein stehendes Bild.

Zum Experimentieren enthält die Platine noch einen **Sinus-generator**. Er erzeugt eine Wechselspannung von ca. 1 kHz. Sie wird durch den Impedanzwandler T2 niederohmig gemacht, damit die Spannung nicht so rasch zusammenbricht, wenn kleine Ströme unterschiedlicher Stärke fließen.



Bilderzeugung

Das Fernsehen ist ein Teilbereich der drahtlosen Nachrichtentechnik, die ganz allgemein die Übertragung von Signalen auf der Grundlage elektrischer Vorgänge umfaßt.

Fünf Grundvoraussetzungen sind dafür nötig:

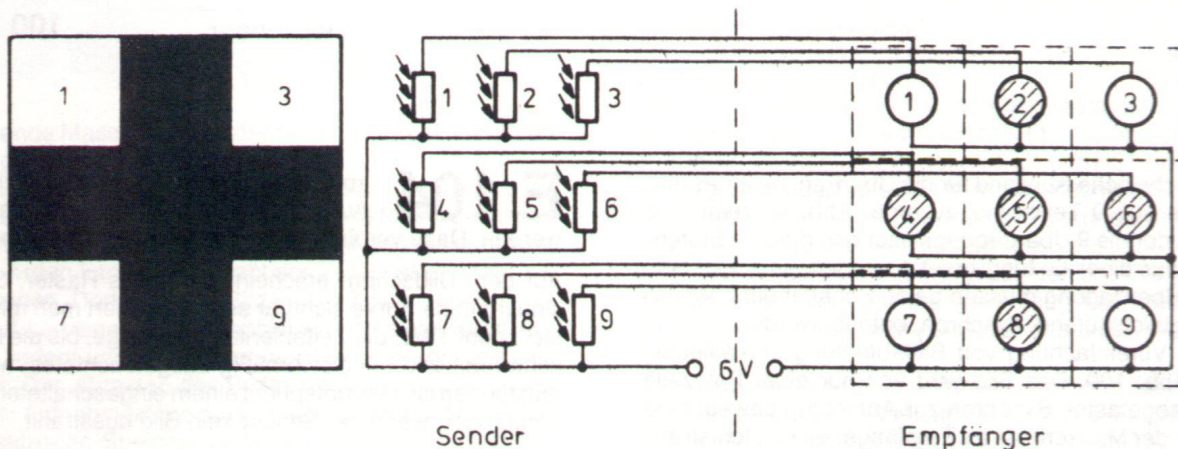
1. Erzeugung von elektromagnetischen Wellen
2. Aufprägen von Signalen, z. B. Sprache oder Musik, auf die elektromagnetischen Wellen (Modulation)
3. Aussenden elektromagnetischer Wellen
4. Empfang der Wellen an einem fernen Ort
5. Wiedergewinnen der Signale aus der elektromagnetischen Trägerwelle (Demodulation)

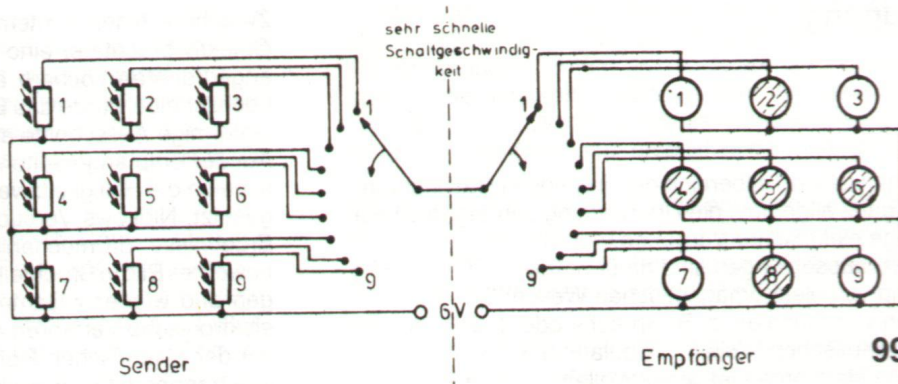
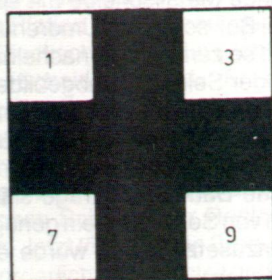
Während für Rundfunkübertragungen die elektromagnetischen Wellen nur mit Tonsignalen moduliert werden müssen, ergibt sich beim Fernsehen zusätzlich das Problem, Bilder mit Mitteln der Funktechnik zu übertragen. Dazu muß das zu übertragende Bild in einzelne Bildpunkte zerlegt werden, die dann der elektromagnetischen Trägerwelle aufmoduliert werden. Das Zerlegen eines Bildes in Punkte verschiedener Helligkeit ist das Hauptproblem. Die erste praktisch brauchbare Möglichkeit der Bildzerlegung erfand der deutsche Ingenieur Paul Nipkow.

Zwischen einer lichtempfindlichen Selenzelle und einem Objektiv brachte er eine runde Metallscheibe mit spiralförmig angeordneten Löchern an. Bei schneller Umdrehung dieser Lochscheibe wurde das Bild so zerlegt, daß nacheinander zeilenförmige Ausschnitte auf der Selenzelle abgebildet wurden. Auf der Empfängerseite wurden durch eine gleichartige Lochscheibe die Helligkeitswerte wieder zu einem Bild zusammengesetzt. Nipkows Versuche hatten aber wenig befriedigende Ergebnisse, da mechanische Bauteile zu träge sind, um ein bewegtes Bild in Bruchteilen von Sekunden fein genug zu zerlegen und wieder zusammenzusetzen. Das wurde erst durch elektronische Verfahren möglich.

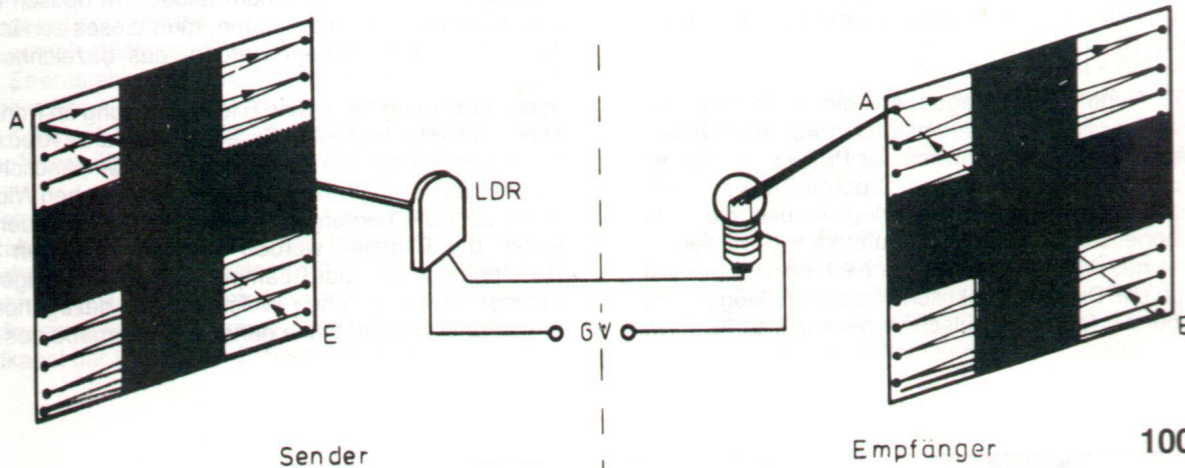
Mit der Braun'schen Röhre kann man durch Ablenkung des Elektronenstrahls in senkrechter und waagerechter Richtung elektrische Impulse auf einem Bildschirm optisch darstellen. Um damit ein Bild zu erzeugen, muß dieses zunächst in einzelne Bildpunkte zerlegt werden, das bezeichnet man als Raster.

In der Abbildung 98 ist eine Bildübertragung im Prinzip dargestellt. Das Bild, in diesem Falle das schwarze Kreuz, wird in 9 Einzelteile zerlegt. Sie werden von 9 lichtempfindlichen Widerständen (LDR) abgetastet. Die unterschiedlichen Widerstandswerte der LDR, hervorgerufen durch die verschiedenen Helligkeiten der Bildteile, werden über 10 Leitungen auf einen Bildempfänger, der aus 9 Lampen besteht, übertragen. Sind die Lampen in der gleichen Weise wie die dazugehörigen LDR angeordnet, entsteht eine genaue Wiedergabe des Kreuzes.





99



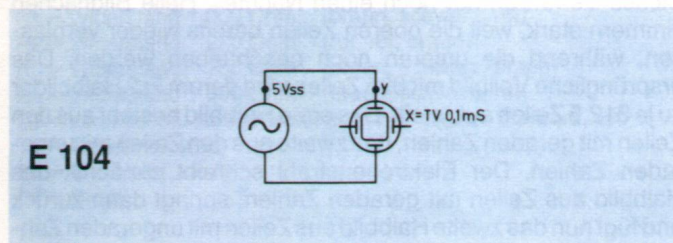
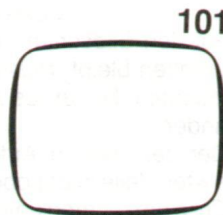
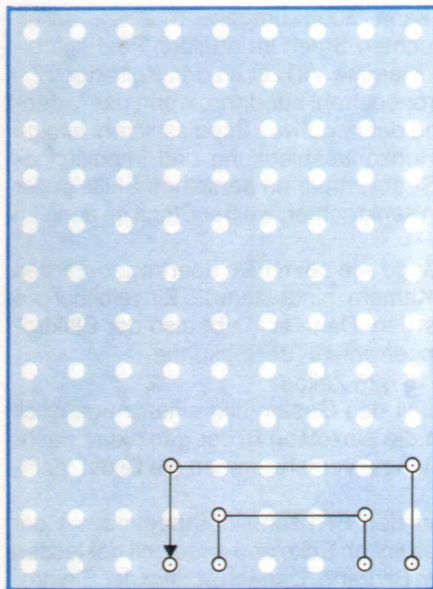
100

Nun ist der technische Aufwand für die Übertragung eines einfachen Bildes aus 9 Teilen viel zu groß. Abb. 99 zeigt eine Schaltung, in der die 9 Übertragungsleitungen durch 2 Stufenschalter mit nur einer Leitung ersetzt worden sind. Für eine flimmerfreie Übertragung müssen beide Schalter sehr schnell und absolut gleichlaufend, synchron, betätigt werden. Eine weitere Vereinfachung von Bildabtastung und Wiedergabe zeigt Abb. 100. Das Bild wird von nur einer Fotозelle zeilenweise abgetastet. Synchron zur Abtastung bewegt eine Lampe hinter der Mattscheibe im Empfänger einen Lichtstrahl. An jedem Bildende werden Fотозelle und Lampe ruckartig in die Ausgangsposition gebracht.

E 104 Im Experiment **E 104** soll der zeilenförmige Aufbau des Fernsehbildes demonstriert werden. Dazu verbindet man die Klemme Y mit Klemme ~.

Auf dem Bildschirm erscheint ein helles Raster. Sollte eine sinusförmige Kurve sichtbar sein, verändert man mit dem Einstellknopf TIME die Zeitablenkung so lange, bis die Kurve verschwindet und ein gleichmäßig ausgeleuchtetes, weißes Bild entstanden ist. Das entspricht einem eingeschalteten Fernsehempfänger, wenn der Sender kein Bild ausstrahlt.

Das Bild wird vom Elektronenstrahl mit hoher Geschwindigkeit geschrieben. Er eilt Zeile für Zeile über den Bildschirm, und die



nachleuchtende Masse, aus der der Schirm besteht, vermittelt den Eindruck der weißen Fläche.

Das helle Raster, d. h. die helle Bildfläche, kann man modulieren. Darunter versteht man z. B., daß nur helle Linien geschrieben werden, wobei deren Abstand von sehr eng bis sehr weit verändert werden kann. Die Anzahl der Zeilen ist geringer als beim Fernsehen. Dort wird das Bild in 625 Zeilen zerlegt.

Auch das zu übertragende Fernsehbild wird mit einer Kamera in 625 Zeilen zerlegt und im Fernsehempfänger wieder zusammengesetzt. Das Abtasten des Bildes geschieht auf folgende Weise: In der Aufnahmeöhre der Fernsehkamera befindet sich eine fotoelektrische Speicherplatte, auf die das vom Aufnahmegegenstand ausgesandte Licht fällt und dort der Helligkeit entsprechende elektrische Ladungsänderungen hervorruft.

Dabei erzeugen helle Flächen große Änderungen, dunkle niedrigere. Ein Elektronenstrahl tastet die Speicherplatte zeilenweise ab, und die dabei entstehenden winzigen Stromstöße ergeben das elektrische Bildsignal, das noch sehr hoch verstärkt werden muß.

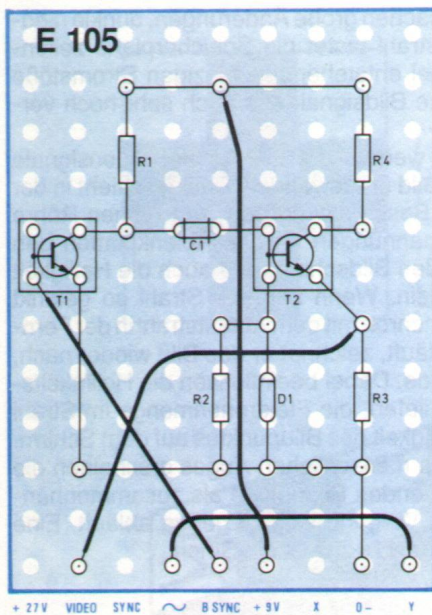
Im Fernsehempfänger werden die Bildsignale, Videosignale genannt, wieder in ein Bild umgewandelt. Das geschieht in der Bildöhre. Wie bei der Beschreibung der Braun'schen Öhre ausgeführt, steuern Spannungen an den Ablenkplatten den Elektronenstrahl über den Bildschirm, und auch die Helligkeit läßt sich stufenlos regeln. Wenn nun der Strahl so gelenkt werden kann, daß er synchron mit dem Abtaststrahl in der Fernsehaufnahmeöhre verläuft, zeichnet er das Bild wieder nach, das aufgenommen wurde. Dabei beeinflussen die Helligkeitswerte, die die Kamera liefert, die Elektronenmenge im Strahl und damit auch die Helligkeit des Bildpunktes auf dem Schirm. Infolge der Trägheit des menschlichen Auges erscheinen die nacheinander aufleuchtenden Bildpunkte als zusammenhängendes Bild, wenn der Vorgang schnell genug abläuft. Eine einfache Form des Fernsehbildes ist ein Strich.

E 105 Das Prinzip, einen senkrechten, schwarzen Strich im weißen Feld zu zeichnen, zeigt Experiment **E 105**. Man verbindet Klemme ~ mit Klemme Y und Klemme VIDEO mit dem Emitter T2 und Klemme B SYNL mit der Basis von T1.

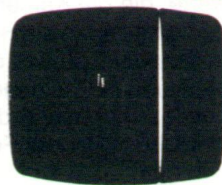
Auf dem Bildschirm wird ein senkrechter schwarzer Balken im weißen Feld geschrieben.

Über Klemme B SYNL hat man der Basis des T1 ein Rechtecksignal zugeführt. Es wird durch T1 verstärkt und invertiert, d. h. in der Phasenlage umgekehrt. C1 und R2 sind als Differenzierungsglied geschaltet. Es formt das Rechtecksignal in spitze Impulse um, weil nur die Spannungsänderungen an der Vorder- und Hinterflanke des Rechtecksignals übertragen werden. D1 unterdrückt den negativen Impuls. Der positive wird von T2 gepuffert. Der Differenzierungsvorgang kann dann unbeeinträchtigt verlaufen. Der Impuls gelangt auf den Video-Eingang Anschluß 8.

Das verwendete Rechtecksignal ist mit der Zeilenablenkung frequenzgleich. Der Nadelimpuls am Video-Eingang erscheint in jeder Zeilenablenkung an derselben Stelle. Der Elektronenstrahl wird also in jeder Zeile an derselben Stelle unterbrochen, so daß ein dunkler, senkrechter Strich entsteht.

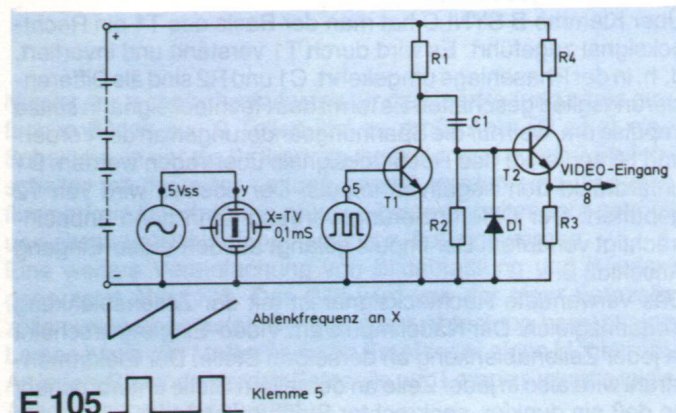


102



E 105

- R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R2 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
 R3 = Widerstand 100 Ohm (braun, schwarz, braun)
 R4 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
 T1 = Transistor, weiß
 T2 = Transistor, weiß
 D1 = Diode



E 106 Man kann auch umgekehrt einen hellen senkrechten Strich im dunklen Feld schreiben. Dazu legt man die Klemme VIDEO an den Kollektor T2. Jetzt schreibt der Elektronenstrahl nur dann, wenn das Videosignal 0 ist, also während der negativen Impulsspitzen. Infolge der Verkopplung von Horizontalablenkung und Impulsfolge-Frequenz leuchtet der Strahl immer an derselben Stelle in der Zeile auf: Es entsteht ein senkrechter, weißer Strich im dunklen Feld.

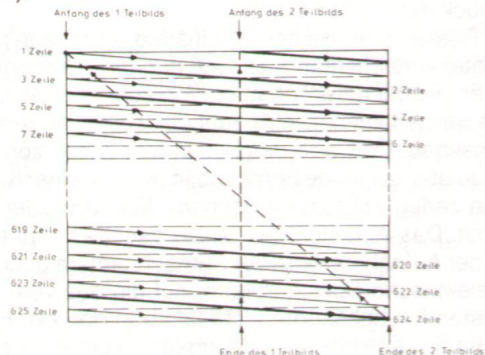
Wenn Bewegungsvorgänge wie beim Film übertragen werden sollen, müssen von der Kamera mindestens 25 Einzelbilder pro Sekunde abgetastet werden. Dann schreibt also der Elektronenstrahl in der Empfängeröhre in der Sekunde

$$25 \times 625 = 15\,625 \text{ Zeilen}$$

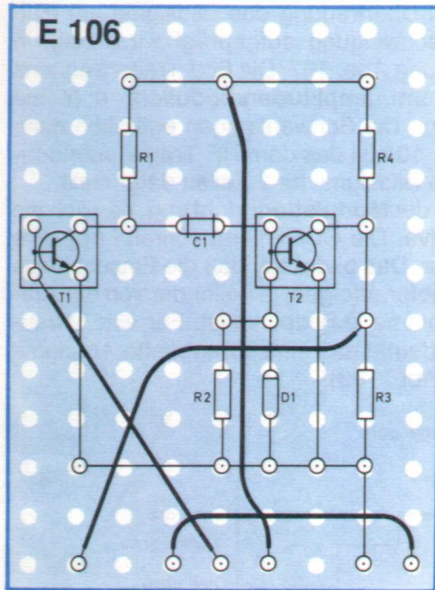
auf den Bildschirm! Damit das Gesamtbild einen Augenblick erhalten bleibt, müssen die einzelnen Bilder ganz kurz nachleuchten. Dauert es zu lange, verschwimmen die Bilder ineinander.

Der zeilenweise Aufbau des Fernsehbildes beginnt mit der ersten Zeile in der oberen linken Ecke und endet mit der letzten Zeile am rechten unteren Bildrand. Danach springt der Elektronenstrahl zurück in die linke obere Ecke des Bildschirms und beginnt von neuem.

Dieses Verfahren hat noch einen Nachteil. Helle Bildflächen flimmern stark, weil die oberen Zeilen bereits wieder verblasen, während die unteren noch geschrieben werden. Das ursprüngliche Vollbild mit 625 Zeilen wird darum in 2 Halbbilder zu je 312,5 Zeilen aufgeteilt. Das erste Halbbild besteht aus den Zeilen mit geraden Zahlen, das zweite aus den Zeilen mit ungeraden Zahlen. Der Elektronenstrahl schreibt zunächst das Halbbild aus Zeilen mit geraden Zahlen, springt dann zurück und fügt nun das zweite Halbbild aus Zeilen mit ungeraden Zahlen ein. Diese Art des Bildaufbaus bezeichnet man als **Zeilensprungverfahren**. Man erhält so ein flimmerfreies Fernsehbild (Abb. 103).

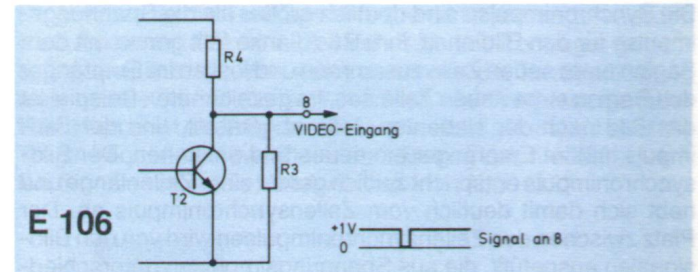


103

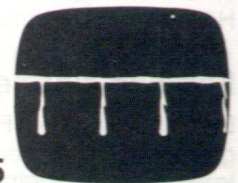


E 106

- R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R2 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
 R3 = Widerstand 100 Ohm (braun, schwarz, braun)
 R4 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
 T1 = Transistor, weiß
 T2 = Transistor, weiß
 D1 = Diode

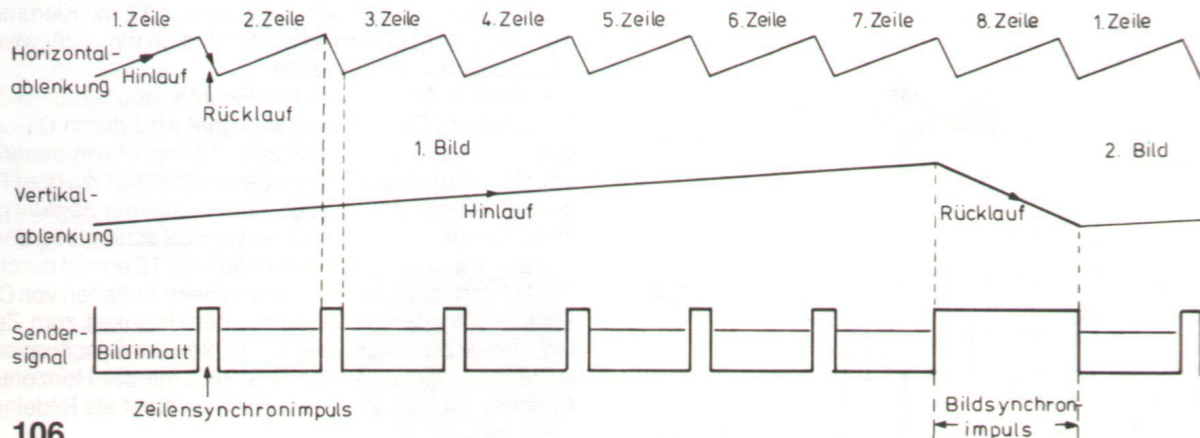


104



105

Um einen exakten Aufbau des Fernsehbildes zu erreichen, sind im Sendersignal neben der eigentlichen Bildinformation noch Synchronisierzeichen enthalten. Sie steuern Zeilensprung und Bildfolge. Da sie außerhalb des sichtbaren Bildes liegen, können sie vom Zuschauer nicht wahrgenommen werden. Durch die Synchronisierzeichen wird der absolute Gleichlauf zwischen Aufnahme und Wiedergabe eines Bildes erreicht. Abb. 106 zeigt schematisch die Signale für ein Bild mit 7 Zeilen. Oben ist die Horizontalablenkung gezeigt. Sie wird im Fernsehgerät erzeugt, aber von den Zeilensynchronimpulsen vom Sender im Gleichtakt gehalten. Ein Bildsynchronimpuls bewirkt den Rücklauf des Elektronenstrahls zum Bildanfang.



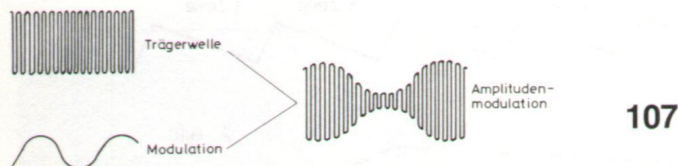
106

Die Synchronimpulse sind deutlich größer als die Spannungsimpulse für den Bildinhalt. Ihre Rückflanke fällt genau mit dem Beginn einer neuen Zeile zusammen und löst so im Empfänger den Beginn einer neuen Zeile aus. Im gezeichneten Beispiel ist das Bild nach der siebenten Zeile abgetastet, und der Bildimpuls läßt im Empfänger ein neues Bild entstehen. Der Bildsynchronimpuls entspricht zeitlich genau einer Zeilenlänge und hebt sich damit deutlich vom Zeilensynchronimpuls ab. Der Platz zwischen den Zeilensynchronimpulsen wird von den Bildsignalen ausgefüllt, die aus Spannungsimpulsen unterschiedlicher Höhe bestehen. Ein solcher Impuls entspricht in seiner Höhe dem Helligkeitwert eines Bildpunktes.

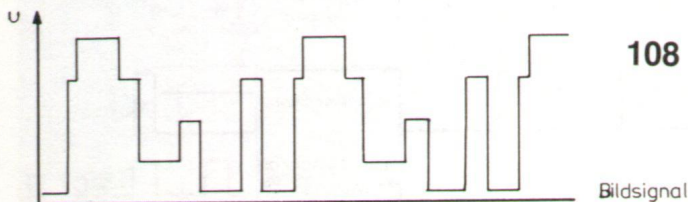
Fernseh-Normen und Kanäle

Die Entwicklung des Fernsehens erfolgte nicht in allen Ländern gleichmäßig. So unterscheiden sich die technischen Merkmale in vielen Einzelheiten. In der Bundesrepublik Deutschland und in vielen anderen Ländern der Erde ist man einer Empfehlung des Internationalen beratenden Komitees für Rundfunkfragen (Comité Consultatif International des Radiocommunications = CCIR) aus dem Jahre 1950 gefolgt. Nach diesem Standard ist das europäische Fernsehbild aus 625 Zeilen aufgebaut. Außer der Zeilenzahl legt die CCIR-Norm fest, wie die elektromagnetischen Trägerwellen für Bild und Ton moduliert werden, wie die Frequenzen einander zugeordnet sind, welche Frequenzbreite eine Fernsehübertragung einnehmen darf und wie das Signal im Fernsehempfänger aufbereitet wird.

Die handelsüblichen Fernsehempfänger sind jeweils für den Empfang der Sender einer bestimmten Norm hergestellt. Sender, die nach einer anderen Norm arbeiten, lassen sich ohne Zusatzgeräte nicht empfangen.

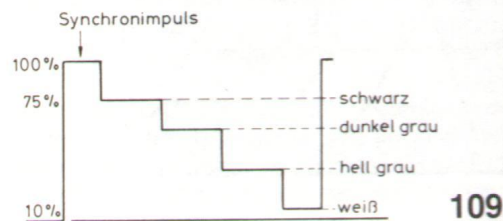


107



108

Wie bei der drahtlosen Übertragung des Bildsignals auf eine hochfrequente Trägerschwingung aufgeprägt wird, zeigt in schematischer Darstellung Abb. 107. Die Bild-Trägerfrequenz ist nach der CCIR-Norm **amplitudenmoduliert**, d. h. sie schwankt in ihrer Stärke. Die Schwankungen enthalten dann die Information. In Abb. 108 ist das dem HF-Träger aufmodulierte und ausgestrahlte Bildsignal für 2 Zeilen dargestellt. Es gibt 2 Möglichkeiten der **Modulationsrichtung**, nämlich die positive und die negative. Die CCIR-Norm schreibt negative Modulationsrichtung vor. Das bedeutet, daß die Einschnitte in die Trägerwelle umso tiefer erfolgen, je heller der von der Aufnahmekamera aufgenommene Bildpunkt ist. Für eine „Grautreppe“ in der Zeile bedeutet das eine sprunghafte Abnahme der Trägeramplitude. (Abb. 109).



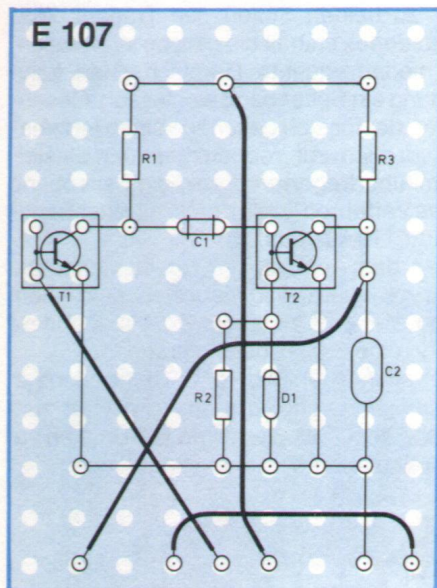
109

Bei einer stufenlosen Abnahme der Trägeramplitude entsteht ein **Graukeil** auf dem Bildschirm.

E 107 Wie ein solcher **Graukeil** geschrieben wird, untersucht man in Experiment **E 107**.

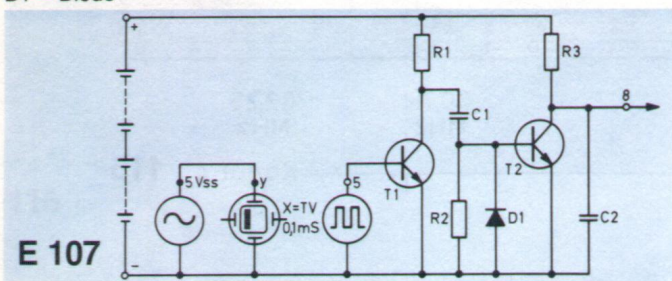
Man verbindet die Basis von T1 mit Klemme B SYNC, Klemme ~ mit Klemme Y und den Kollektor von T2 mit Klemme VIDEO. Das Bild zeigt ein schwarzes Feld, dem ein weißes folgt. Dann wird der Graukeil abgebildet.

Von Klemme B SYNC wird ein Rechtecksignal auf die Basis von T1 gegeben. Das verstärkte Signal wird durch C1 und R1 zu einem Nadelimpuls differenziert. T2 kehrt ihn in seiner Richtung um. C2 befindet sich im geladenen Zustand, da über R3 an ihm die Betriebsspannung liegt. Kommt nun der negativ gerichtete Impuls an den Kollektor T2, so wird C2 schlagartig entladen. Er lädt sich dann langsam wieder auf, bis T2 erneut durchschaltet. Die aufwärtsgleitende Spannung beim Aufladen von C2 bewirkt als Videosignal eine Zunahme der Helligkeit zum Zeilenende hin. Da der Spannungsverlauf infolge der Synchronisation vom Rechtecksignal (Klemme B SYNC) mit der Horizontalablenkfrequenz für jede Zeile gleich ist, entsteht als Bildeindruck der Graukeil.

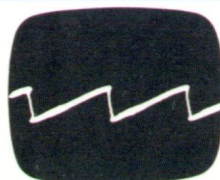


E 107

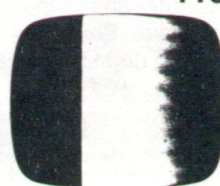
- R1 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 R2 = Widerstand 220 Ohm (rot, rot, braun)
 R3 = Widerstand 1.000 Ohm (braun, schwarz, rot)
 C1 = keramischer Kondensator 1.000 pF (braun, schwarz, rot)
 C2 = Folien-Kondensator 0,22 µF
 T1 = Transistor, weiß
 T2 = Transistor, weiß
 D1 = Diode



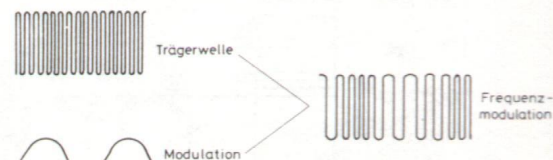
111



110



Da gleichzeitig die Tonträger-Frequenz mitübertragen werden muß, besteht die Gefahr, daß sich Bild- und Tonträger gegenseitig beeinflussen. Man wählt darum für die Tonübertragung eine andere Modulationsart, nämlich die **Frequenzmodulation**. Hierbei ist die Trägerwelle in ihrer Stärke konstant aber die Trägerfrequenz schwankt mit dem Betrag des niederfrequenten Signals um einen Mittelwert herum. (Abb. 112).

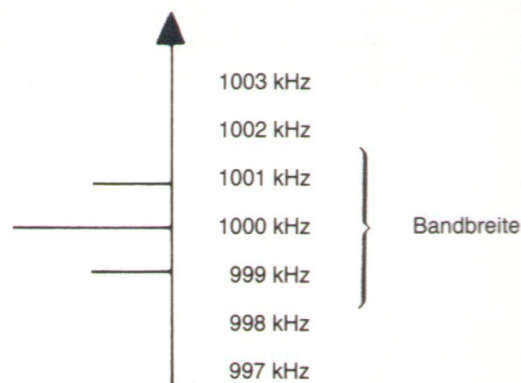


112

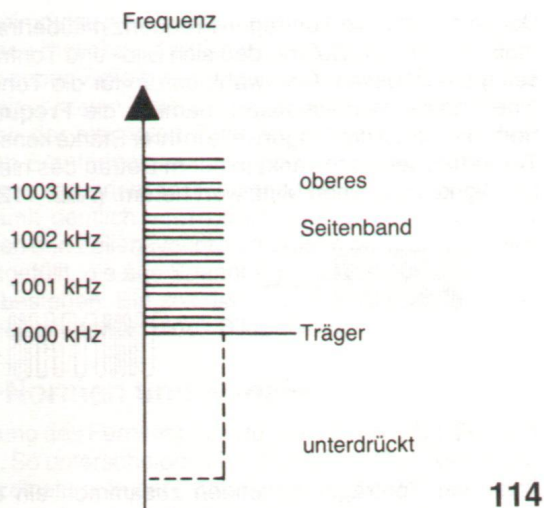
Bild- und Tonträger benötigen zusammen ein breites Frequenzspektrum. Um in den zur Verfügung stehenden Wellenbereichen eine möglichst große Zahl von Fernsehsendern unterbringen zu können, verringert man die Bandbreite der Bildträgerfrequenz. Dazu verwendet man das **Restseitenbandverfahren**. Darunter versteht man folgendes:

Bei der Modulation einer hochfrequenten Schwingung mit einer niederfrequenten entstehen nach einer physikalischen Gesetzmäßigkeit 2 neue Frequenzen unterhalb und oberhalb des Trägers. Wird z. B. eine 1000 kHz-Trägerwelle mit einem 1000 Hz-Ton moduliert, entstehen die Frequenzen 999 kHz und 1001 kHz (Abb. 113). Bei einem Gemisch von niederfrequenten Wellen, wie das bei Sprache oder Musik der Fall ist, entstehen

Frequenz



113

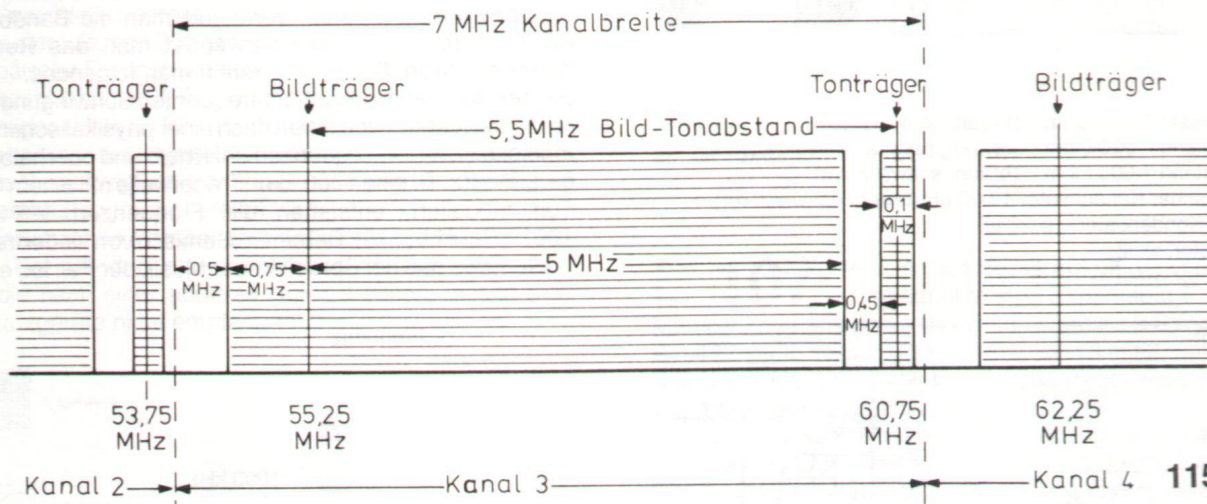


114

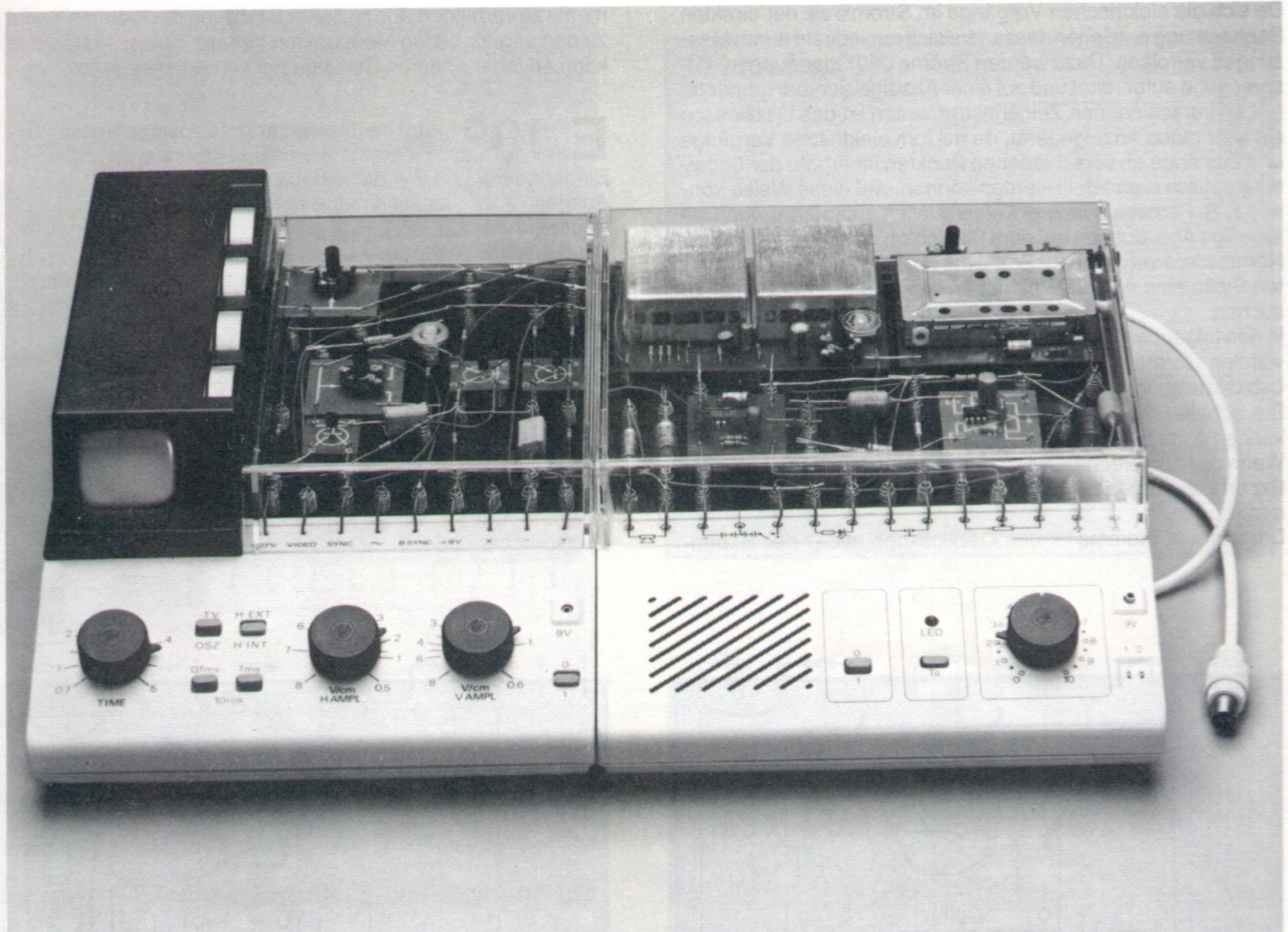
dann Frequenzbänder zu beiden Seiten des Trägers. Man nennt sie **Seitenbänder**. Jedes enthält die gleiche Information, nämlich das gleiche niederfrequente Gemisch. Man kann darum bei der Aussendung ein Seitenband weglassen. Gesendet wird dann der Träger, der für sich gesehen keinen Informationsgehalt besitzt und vor allem zur frequenzgenauen Einstellung des Empfängers mitübertragen wird, und ein Seitenband (Abb. 114). Durch dieses Verfahren kommt man mit einer Bandbreite von 6,75 MHz statt 11 MHz aus.

Das bedeutet, daß man den Abstand der Sender innerhalb eines Bandes erheblich verringern, also mehr Sender in einem Bereich einrichten kann. Außerhalb des „Bild-Seitenbandes“ liegt mit einem Abstand von 5,5 MHz der Tonträger.

Abb. 115 zeigt die Verteilung der Bild- und Tonfrequenz in einem Sendekanal. Die Kanalbreite, d. h. der Abstand zum nächsten Sender, ist nach der CCIR-Norm im VHF-Bereich auf 7 MHz und im UHF-Bereich auf 8 MHz festgelegt.



115



116

Da sich die elektrischen Vorgänge im Stromkreis der direkten Beobachtung entziehen, lassen sie sich nur indirekt durch Messungen verfolgen. Dazu werden Ströme und Spannungen entsprechend aufbereitet und auf einer Anzeige sichtbar gemacht. Neben verschiedenen Zeigerinstrumenten ist das Oszilloskop ein sehr gutes Anzeigegerät, da mit ihm elektrische Vorgänge und Zustände an verschiedenen Punkten innerhalb der Schaltung optisch dargestellt werden können. Auf diese Weise können z. B. Fernsehtechniker Fehlerquellen aufspüren, wenn sie jeweilige Abbildungen auf dem Bildschirm des Oszilloskops mit Normbildern vergleichen. Ergibt die Prüfung an einer bestimmten Stelle eine Abweichung, ist an dieser Stelle der Fehler zu suchen.

In den folgenden Experimenten sollen beispielhaft an 4 ausgewählten Geräten aus dem Elektronik-Basis Lab B und Expert Lab C Messungen mit dem Oszilloskop vorgenommen werden. Die Schalter müssen auf H INT und OSZ stehen. Die anderen können nach Belieben gewählt werden.

Wenn das entsprechende Experiment aus dem Basis Lab oder Expert Lab aufgebaut ist, muß es mit dem Oszilloskop verbunden werden.

Dazu ist die Klemme — des Oszilloskops mit — des Experi-

ments zu verbinden. Ein isolierter Draht von der Klemme Y wird zu den angegebenen Meßpunkten geführt. Selbstverständlich kann an jeder anderen Stelle gemessen werden.

E 108 Morseübungsgerät [Experiment 1 aus B]

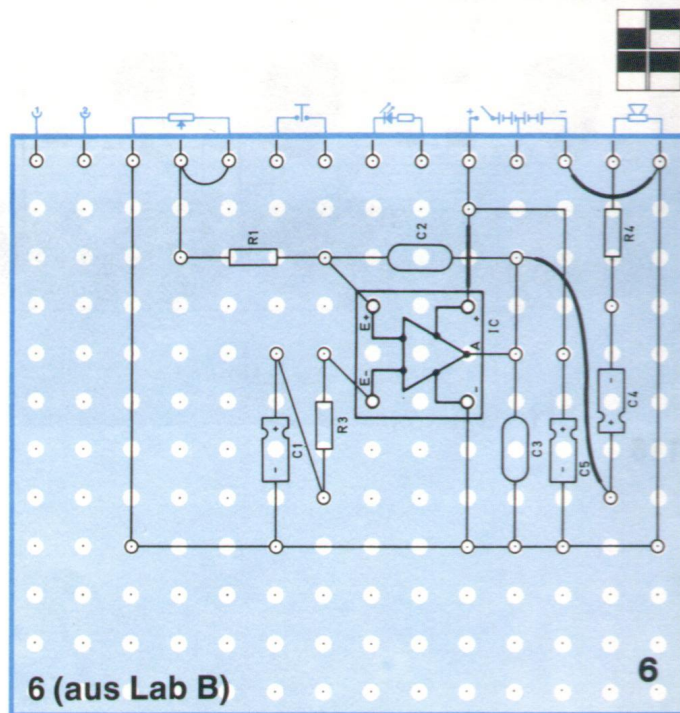
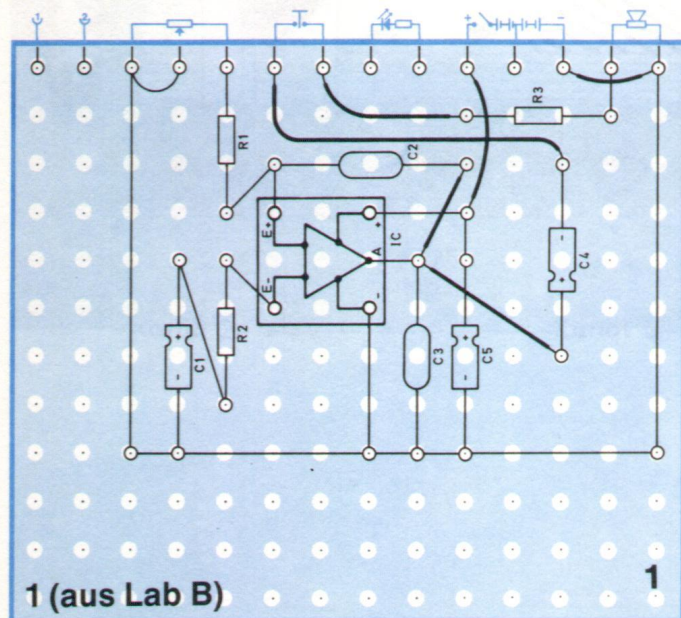
Y-Anschluß an die Meßpunkte:
Eingänge E+ und E— des astabilen Multivibrators
Ausgang A des astabilen Multivibrators
Widerstand R3
Lautsprecher

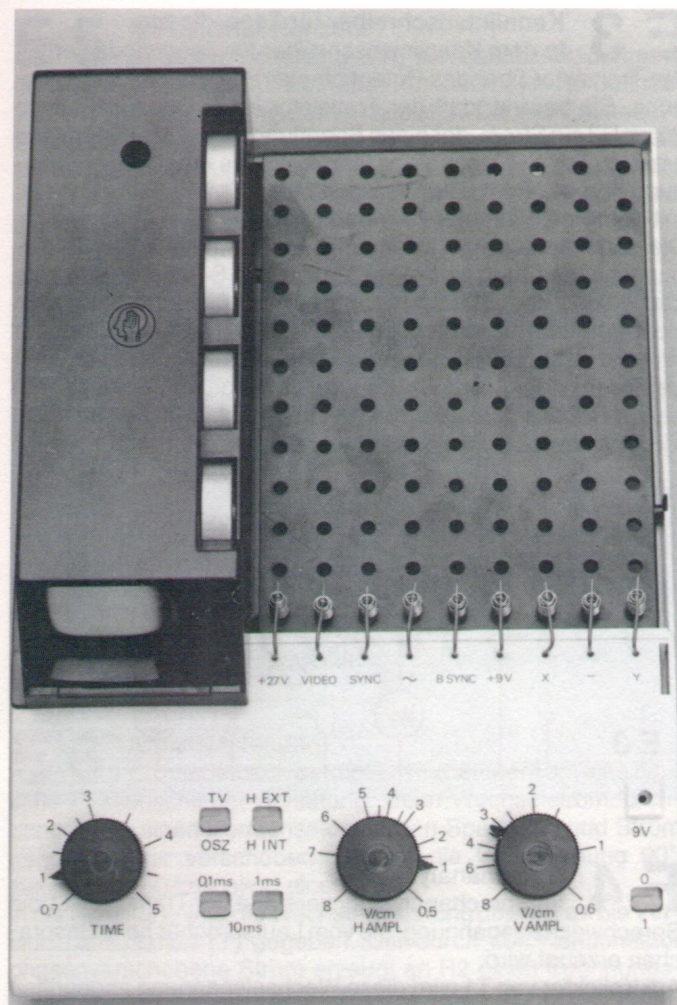
Lockert man z. B. Drahtverbindungen zu einzelnen Bauteilen, so verändert sich die Darstellung auf dem Oszilloskop oder sie verschwindet ganz.

In gleicher Weise soll bei den nächsten Geräten verfahren werden:

109 Variabler Tongenerator [Experiment 6 aus B]

Y-Anschluß an die Meßpunkte:
Eingänge E+ und E— des astabilen Multivibrators
Ausgang A des astabilen Multivibrators
Lautsprecher





117

E 110 Infrarot-Sender [Experiment 46 aus C]

Y-Anschluß an die Meßpunkte:

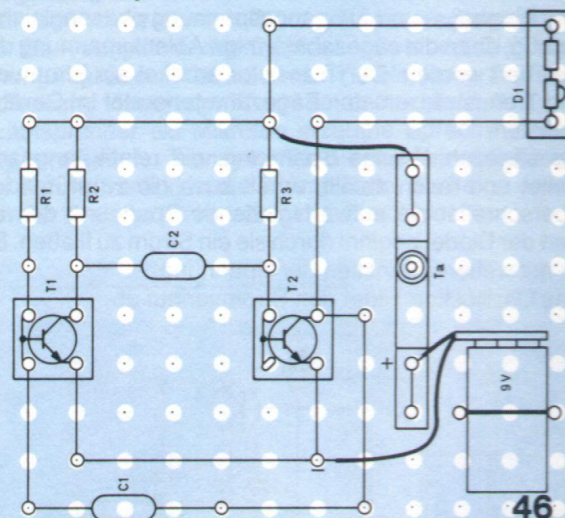
Basis T1 Kollektor T1
Basis T2 Kollektor T2

E 111 Infrarot-Empfänger [Experiment 47 aus C]

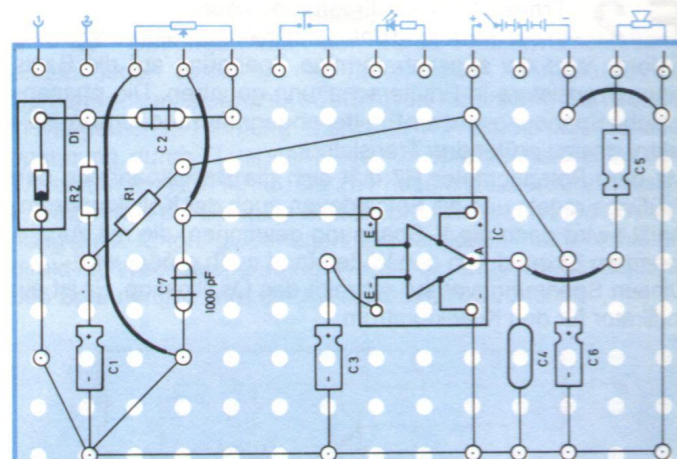
Y-Anschluß an die Meßpunkte:

Diode D1 Eingang E+ des Operationsverstärkers
Ausgang A des Operationsverstärkers.

46 (aus Lab C)



46



47 (aus Lab C)

47

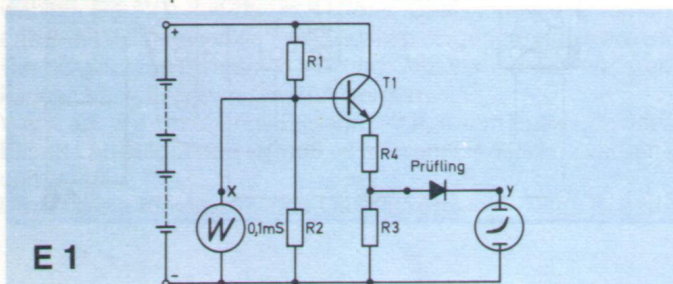
Von Experten für Experten

E 1 Dioden-Kennlinienschreiber

Die Schaltung des Kennlinienschreibers besteht aus dem Transistor, der als Emitterfolger eingesetzt ist. Damit sind Eingangs- und Ausgangsspannung phasengleich. Das ist wichtig, denn die sägezahnförmige Ablenkspannung darf nicht invertiert werden. Der Transistor arbeitet als Stromverstärker und Trennstufe, um den Sägezahngenerator im Gerät nicht zu belasten.

Die sägezahnförmige Spannung, die relativ langsam hochgleitet und rasch abfällt, erhält auch die zu prüfende Diode. Überschreitet die aufwärtsgleitende Spannung den Schwellwert der Diode, beginnt durch sie ein Strom zu fließen. Er nimmt zu mit weiterem Anstieg der Spannung.

Das Oszilloskop bildet den Stromverlauf ab.

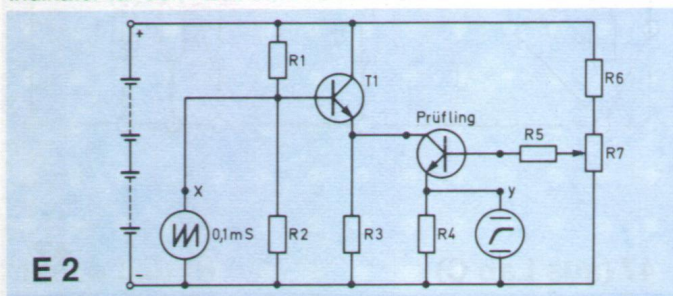


E 2 Transistor-Kennlinienschreiber

In der Schaltung des Kennlinienschreibers für Transistoren wird die sägezahnförmige Spannung auf die Basis eines Transistors in Emitterschaltung gegeben. Die phasengleiche Spannung wird am Emitter abgegriffen und liegt am Kollektor des zu prüfenden Transistors.

Mit dem Potentiometer R7 läßt sich die Basisspannung des Prüflings regeln und als Folge davon auch der Kollektorstrom. An R4 wird dann die Y-Spannung gewonnen, die mit zunehmendem Strom durch den Widerstand auch größer wird.

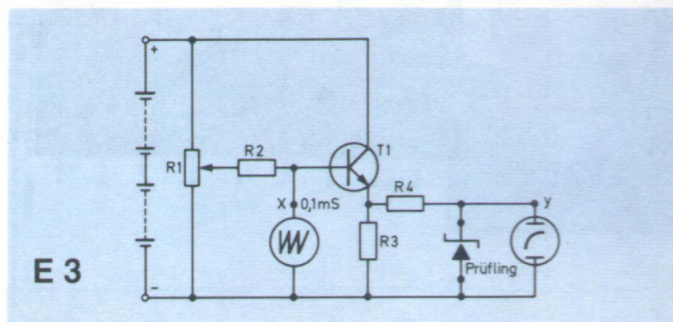
Diesen Spannungsverlauf schreibt das Oszilloskop. Er ist ein Indikator für den Kollektorstrom.



E 3 Kennlinienschreiber für Zenerdioden

In dem Kennlinienschreiber für Zenerdioden erhält der Transistor über das Potentiometer R1 eine Basisvorspannung. Sie bewirkt, daß der Transistor leitet. Dann fließt auch durch R3 ein Strom, der einen Spannungsabfall am Widerstand erzeugt. Der Y-Eingang des Oszilloskopes erhält diese Spannung und zeichnet einen waagerechten Strich. Seine Lage ist mit dem Potentiometer R1 verschiebbar.

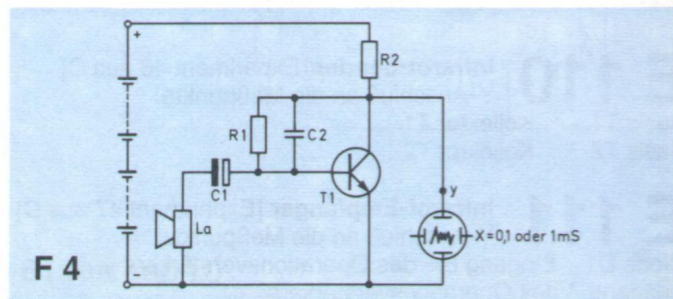
Die sägezahnförmige Spannung von Klemme X des Bedienungspultes überlagert diese Spannung. Setzt man nun eine Zenerdiode zur Prüfung ein, so zeigt die Kennlinie auf dem Schirm einen steilen Anstieg mit einem scharfen Knick zur Waagerechten. Die Zenerdiode leitet nur unterhalb einer gewissen negativen Spannung, Durchbruchspannung genannt. Dabei ist die Zenerdiode in Sperrichtung geschaltet. In Flußrichtung verhält sie sich wie eine normale Diode.



F 4 Sprachanalysator

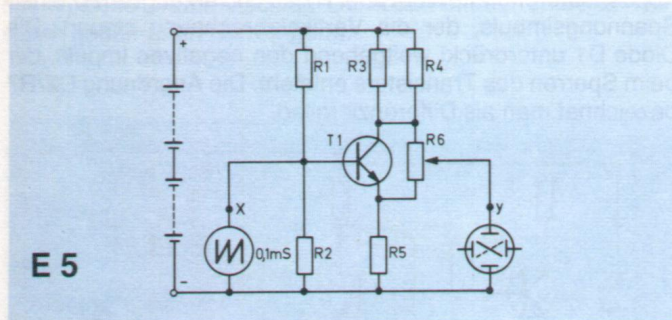
Im Sprachanalysator verstärkt der Transistor T1 die Sprechwechselspannung, die vom Lautsprecher beim Besprechen erzeugt wird.

Am Kollektor von T1 wird diese Wechselspannung abgegriffen und dem Vertikalverstärker des Oszilloskops zugeführt.



E 5 Künstlicher Horizont

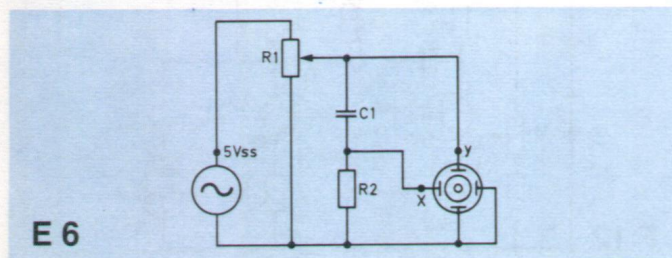
In dieser Schaltung wird die Zeitablenkspannung durch den Transistor T1 verstärkt. Potentiometer R6 befindet sich in Parallelschaltung zum Transistor. Da am Emittor die Spannung phasengleich mit der Eingangsspannung verläuft, am Kollektor aber umgekehrt, also um 180° verschoben, wird die jeweils vom Potentiometer abgegriffene Phasenlage auf dem Bildschirm dargestellt.



E 6 Kreisdarstellung

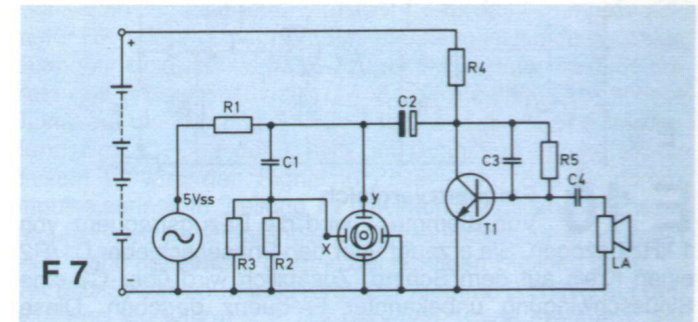
Es handelt sich bei diesem Experiment um eine typische Phasenschieber-Schaltung. Beim Wechselstromdurchgang durch einen Kondensator werden Spannung und Strom gegeneinander verschoben. Beträgt die Verschiebung 90° , zeichnet das Oszilloskop einen Kreis.

In der Schaltung wird die Wechselspannung über R1 an die Vertikalablenkplatten (Y) gegeben. Der durch den Kondensator phasenverschobene Strom erzeugt an R2 einen Spannungsabfall, der die Ablenkung an den X-Platten der Braun'schen Röhre bewirkt. Die Kreisform ergibt sich aus der Summe zweier sinusförmiger Spannungen, die um 90° verschoben sind.



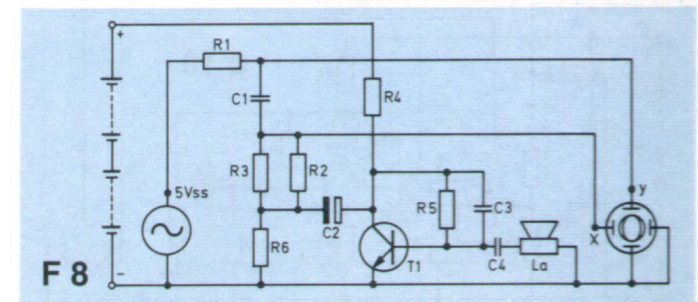
F 7 Schallsteuerung

Durch den Kondensator C1 werden Spannung und Strom gegeneinander verschoben. Der verschobene Strom erzeugt an den Widerständen R2 und R3 einen Spannungsabfall, der die X-Amplitude des Oszilloskops steuert. Die Originalspannung liegt über R1 direkt an der Y-Ablenkung. Die Phasenverschiebung steuert den Strahl so, daß er umläuft. Die im Lautsprecher als Mikrofon erzeugte Sprechwechselspannung verstärkt der Transistor T1. Sie überlagert die Originalspannung und verändert die Y-Amplitude. Als Folge davon verändert der Kreis fortwährend seinen Durchmesser.



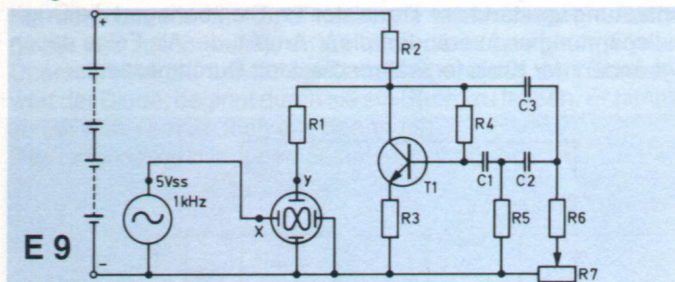
F 8 Vom Kreis zur Ellipse

Überlagert man den durch Phasenverschiebung entstandenen Kreis an der horizontalen X-Amplitude mit Sprechwechselspannung, so erfolgt die Ablenkung des Kreises in waagerechter Richtung. Dazu gibt man die Sprechwechselspannung, durch T1 verstärkt, in einen Spannungsteiler mit den Widerständen R3/R4/R6, der im Phasenschieberbereich liegt. Im Rhythmus der Sprache wird die phasenverschobene Spannung am X-Eingang überlagert. Die vertikalen Platten erhalten direkt die Wechselspannung. Wegen der Ungleichheit der beiden Spannungen wird der Kreis zu Ellipsen verformt.



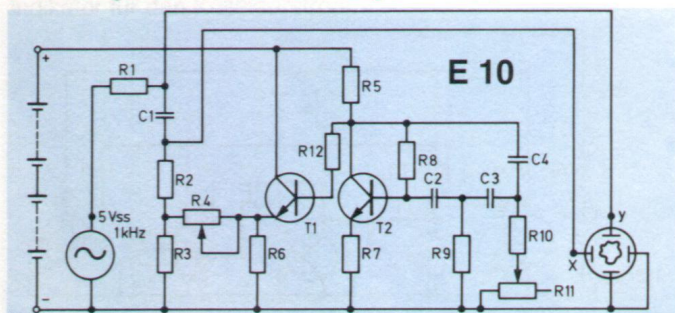
E 9 Lissajou-Figuren

Ein Sinusgenerator aus den Bauteilen T1, R2 bis R6 und C1 bis C3 erzeugt eine Wechselspannung, deren Frequenz sich mit R7 von 750 Hz bis 1,5 kHz verändern läßt. Die Wechselspannung gelangt über R1 an die Vertikalablenkung. Die Original- oder Bezugsfrequenz wird direkt auf die Horizontalablenkung gegeben. Aus der Kombination der beiden Spannungsverläufe entstehen die Lissajou'schen Figuren (Abb.).



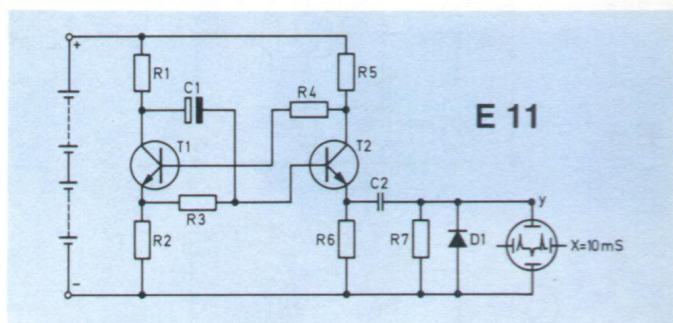
E 10 Frequenzvergleich

Von Klemme ~ wird die Bezugsfrequenz von 1 kHz bezogen. Sie erzeugt über den Phasenschieber C1/R2 einen Kreis auf dem Schirm. Zusätzlich wird über C2 eine Sinusschwingung unbekannter Frequenz gegeben. Diese Schwingung wird durch einen Generator erzeugt, der aus T1 und T2 mit den frequenzbestimmenden Bauteilen R8, R9, R10, R11 und C2, C3, C4 besteht. Die Frequenz kann man mit R11 verändern. Der Ausgang des Generators ist über das Potentiometer R4 mit C2 verbunden. Je nach seiner Stellung wird durch die Höhe der Sinusschwingung der Kreis mehr oder weniger verformt. Die Anzahl der nach außen zeigenden Wellen gibt an, um wievielfach höher die unbekannte Frequenz zur Vergleichsfrequenz 1 kHz ist. Für die Bestimmung ist ein stehendes Bild wichtig. Um es zu erhalten, verdreht man R11 so lange, bis der Kreis nicht mehr rotiert. Sind zwei ineinander übergehende Kreise auf dem Schirm zu erkennen, muß die Anzahl der außen zeigenden Wellen durch 2 geteilt werden.



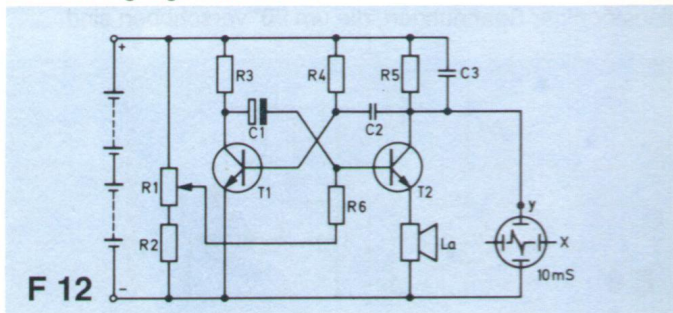
E 11 Herzschlagimpulse

Die beiden Transistoren in der Schaltung arbeiten als Multivibrator. Dabei ist das Takt-Pausenverhältnis ungleich, die Ausschaltzeiten dauern länger. Wird T2 durchgeschaltet, springt die Spannung an seinem Emittter schlagartig hoch. Der Spannungstoß wird über C2 und R7 an die Vertikalablenkung geführt. Dabei wird nur die Spannungsänderung übertragen, eine gleichbleibende Spannung an R6 bewirkt keine Ladungsänderung an C1. Der Entladestrom der rechten Kondensatorplatte fließt über R7 ab und erzeugt an R7 einen Spannungsimpuls, der die Vertikalabrechnung steuert. Die Diode D1 unterdrückt weitgehend den negativen Impuls, der beim Sperren des Transistors entsteht. Die Anordnung C2/R7 bezeichnet man als Differenzierglied.



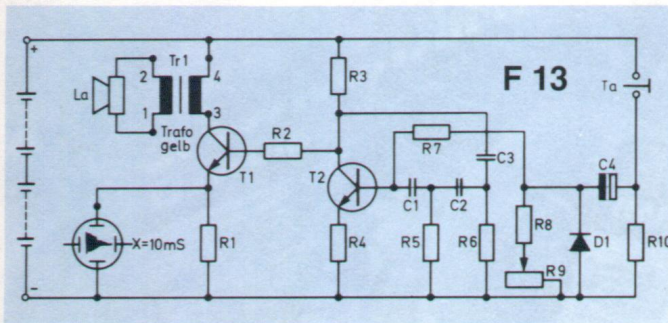
F 12 Metronom

T1 und T2 sind als astabiler Multivibrator geschaltet. Die Taktfrequenz ist mit R1 regelbar. Jeder Schaltvorgang erzeugt ein Knacken im Lautsprecher, der in der Emittterzuleitung von T2 angeordnet ist. Die Spannungszustände am Kollektor von T2 werden unmittelbar auf die Vertikalablenkung der Oszilloskoprhre geführt. An den Impulsdarstellungen auf dem Schirm kann man u. a. erkennen, ob der Schaltvorgang einwandfrei erfolgt, die Schaltung nachschwingt, oder ob Prellvorgänge entstehen.



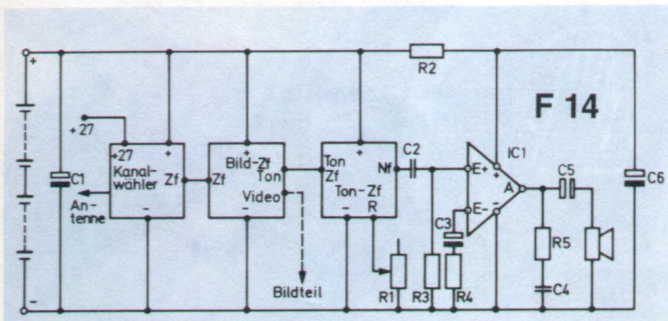
F 13 Elektronische Trommel

In der Schaltung wird ein Tongenerator verwendet, der mit T2 und den Einzelteilen C1, C2, C3 und R5 bis R9 aufgebaut ist. Da die Basis keine Vorspannung erhält, schwingt der Tongenerator nicht. Betätigt man nun den Tastschalter gelangt ein positiver Spannungsimpuls über C4 und R7 an die Basis. Die Schaltung schwingt solange, bis C4 wieder entladen ist. Da während des Entladungsvorgangs die Spannung absinkt, nimmt auch die Schwingungsamplitude ab. Es entsteht das typische Trommelschlag-Geräusch mit der charakteristischen gedämpften Schwingung.



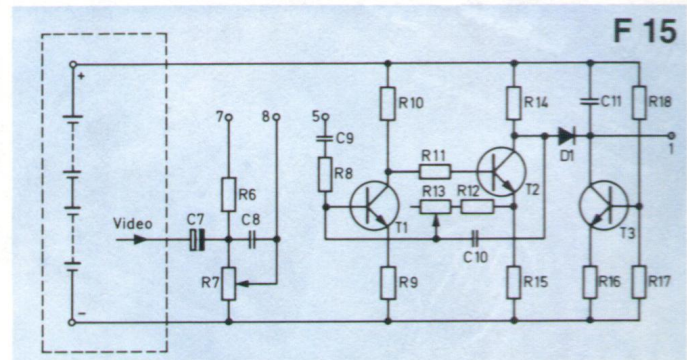
F14/F15 Fernsehempfänger

Um die Funktion des Fernsehempfängers zu verstehen, verfolgt man das Signal am besten vom Tonteil des Fernsehempfängers gem. Schaltbild F 14. Der **Kanalwähler** gestattet die Wahl verschiedener Fernsehsender im UHF-Bereich. Er benötigt zusätzlich eine Betriebsspannung von 27 V. Er setzt das Sendersignal auf eine niedrige feste Fre-



quenz um, die dann im **Bild-ZF-Teil** weiter aufbereitet wird. In diesem Teil wird ein breites Frequenzband verstärkt, das sowohl die Bildinformationen als auch die Ton-Trägerfrequenzen enthält. Der Bild-ZF werden dann das Video-Signal und die Ton-ZF entnommen. Die **Ton-ZF** wird weiter verstärkt, demoduliert und die NF einem Verstärker mit dem IC1 zugeführt. Er speist einen Lautsprecher, der den Fernseh-Ton abstrahlt.

F 15 zeigt den Bildteil des Fernsehempfängers. Das Video-Signal vom Bild-ZF-Modul wird über C7 auf das Trimpotentiometer R7 geführt. Über den Schleifer kann jetzt jede beliebige Spannung der Klemme VIDEO zugeführt werden, um den Kontrast des Bildes einzustellen. Außerdem gelangt das Video-Signal auf die Klemme SYNC. Damit wird direkt eine Verbindung zum IC1 auf der Platine im Schaltpult hergestellt. In diesem IC wird das Signal in Zeilen- und Bild-Synchronimpulse zerlegt. In Stellung TV bewirken die Zeilen-Synchronimpulse, daß im Empfänger ein Zeilengleichlauf erzwungen wird, wenn der Regler TIME in der richtigen Stellung steht. Der Bild-Synchron-Impuls wird über Klemme B SYNC auf den astabilen Multivibrator T1/T2 gegeben. Seine Frequenz läßt sich mit R13 einstellen. Die Rechteckspannung am Kollektor von T2 ist unsymmetrisch. T3 bildet eine Konstantstromquelle, die C11 negativ auflädt. Über R14/D1 entlädt sie sich im Rhythmus der Bildfrequenz. Es entsteht eine sägezahnförmige für die vertikale Bildablenkung (Y = Bildhöhe). Die Bildbreite läßt sich mit H AMPL einstellen. Die dazu erforderliche Spannung wird automatisch erzeugt, wenn die Schalter auf TV, H INT und 0,1 ms stehen.





Das große Programm
für junge Leute
und begeisterte
Hobby-Forscher



Aktuell und praxisbezogen
Original-Industrieteile

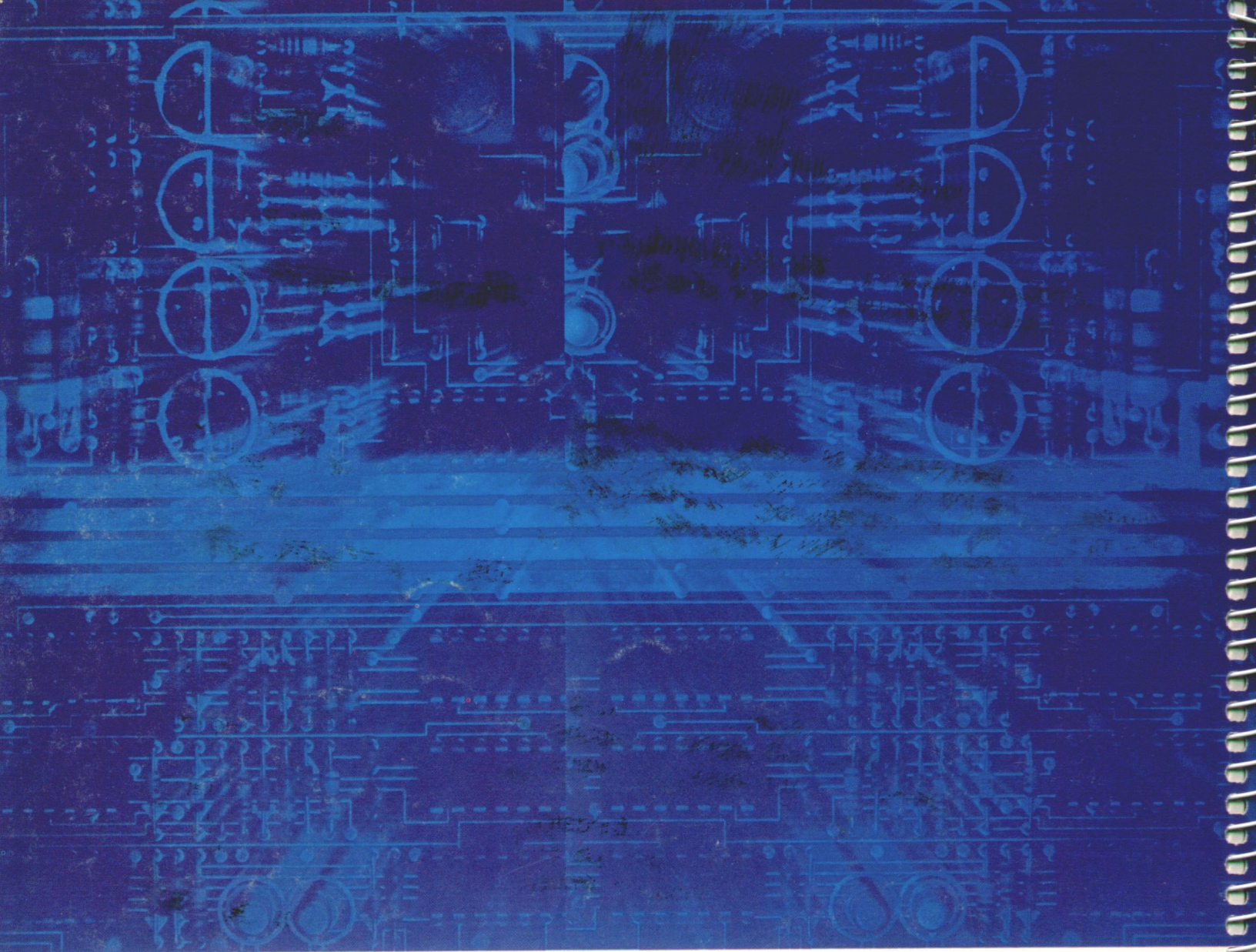
Experimentieren ohne Vorkenntnisse
Ausführliche Anleitungsbücher

Unsere Anschrift lautet:

in Deutschland Georg Adam Mangold GmbH & Co. KG
Lange Straße 69-75
8510 Fürth/Bayern

in Österreich Spiel-Sport-Stadlbauer Ges.m.b.H.
Postfach 83
5027 Salzburg

in der Schweiz Witeco-Spielwaren AG
Birsstraße 58
4052 Basel



Experimentieren ohne Vorkenntnisse.
Mit Original-Verdrahtungsplänen
und Original-Industrie-Teilen.

D