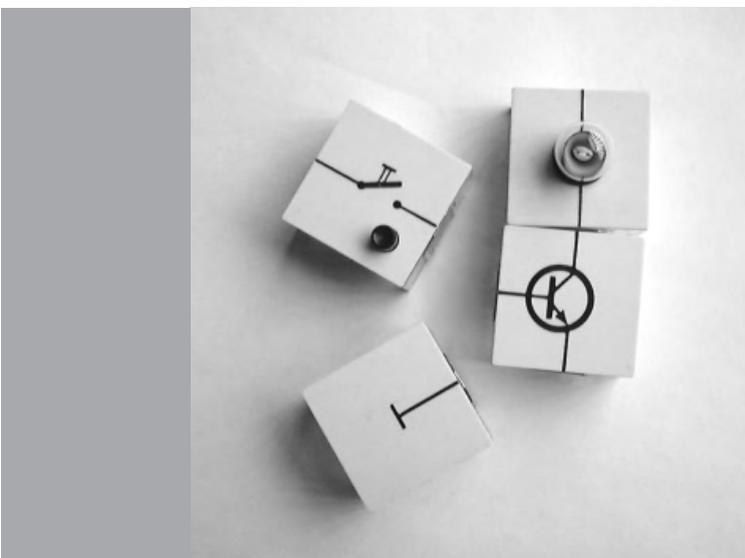


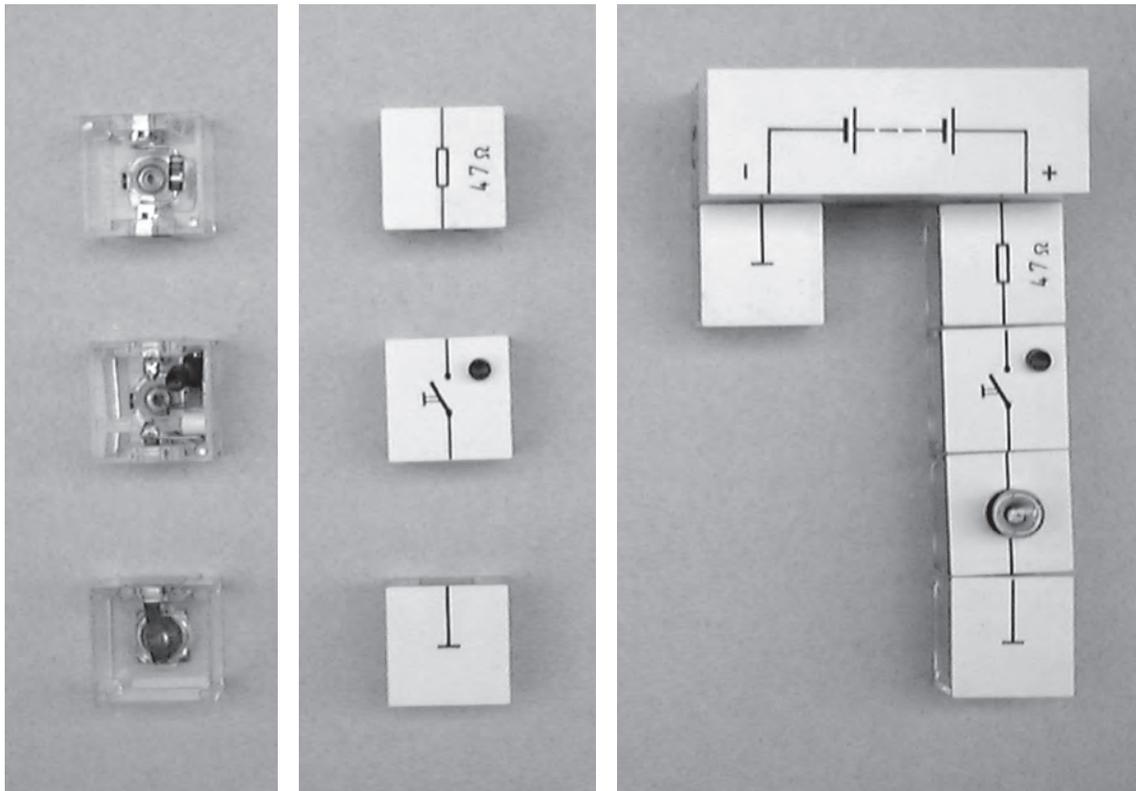
Systeme & Versuche



Buchlabor
Elementar-Systeme
Ausbau-Systeme
Experten-Systeme
Versuchsbeispiele

Inhaltsverzeichnis

Was ist Lectron?		3
Systemübersicht		4
Übersicht Expertensysteme		5
Buchlabor	1001	6
Einsteiger-System	1002	7
Einsteiger Ausbau-System	1020	7
Start-System	1003	8
Ausbau-System	1004	9
Kraftfahrzeug-Elektronik	1009	10
Ausbau-System Kraftfahrzeug-Elektronik	1005	11
Optoelektronik und Solartechnik	1010	12
Ausbau-System Optoelektronik und Solartechnik	1006	13
Digitaltechnik	1011	14
Ausbau-System Digitaltechnik	1007	16
Ausbau-System Zähler und Schrittmotor	1008	18
Ausbau-System Operationsverstärker	1012	20
Ausbau-System Schwellwert- und Majoritätslogik	1013	22
Ausbau-System PLL-Technik	1015	24
Ausbau-Syst. Neurophysiologie, 2. erw. Auflage	1016	26
Genregulation	1019	28
Genregulation Versuchsbeispiele		29
Übungssystem	1102	32
Elektronik AG / Übungs-Ausbau-System	1103/4	33
Elektronik AG-Ausbau Solartechnik	1105	34
Elektronik AG-Ausbau Magnetismus	1106	35
Elektronik AG-Ausbau Digitaltechnik	1107	36
Radiotechnik	1110	38
Ausbau-System Radio-Röhrentechnik	1120	39
Ausbau-System Schwingungen und Resonanz	1014	40
Radios für Lautsprecherbetrieb	1111-13	41
Versuchsbeispiele		42



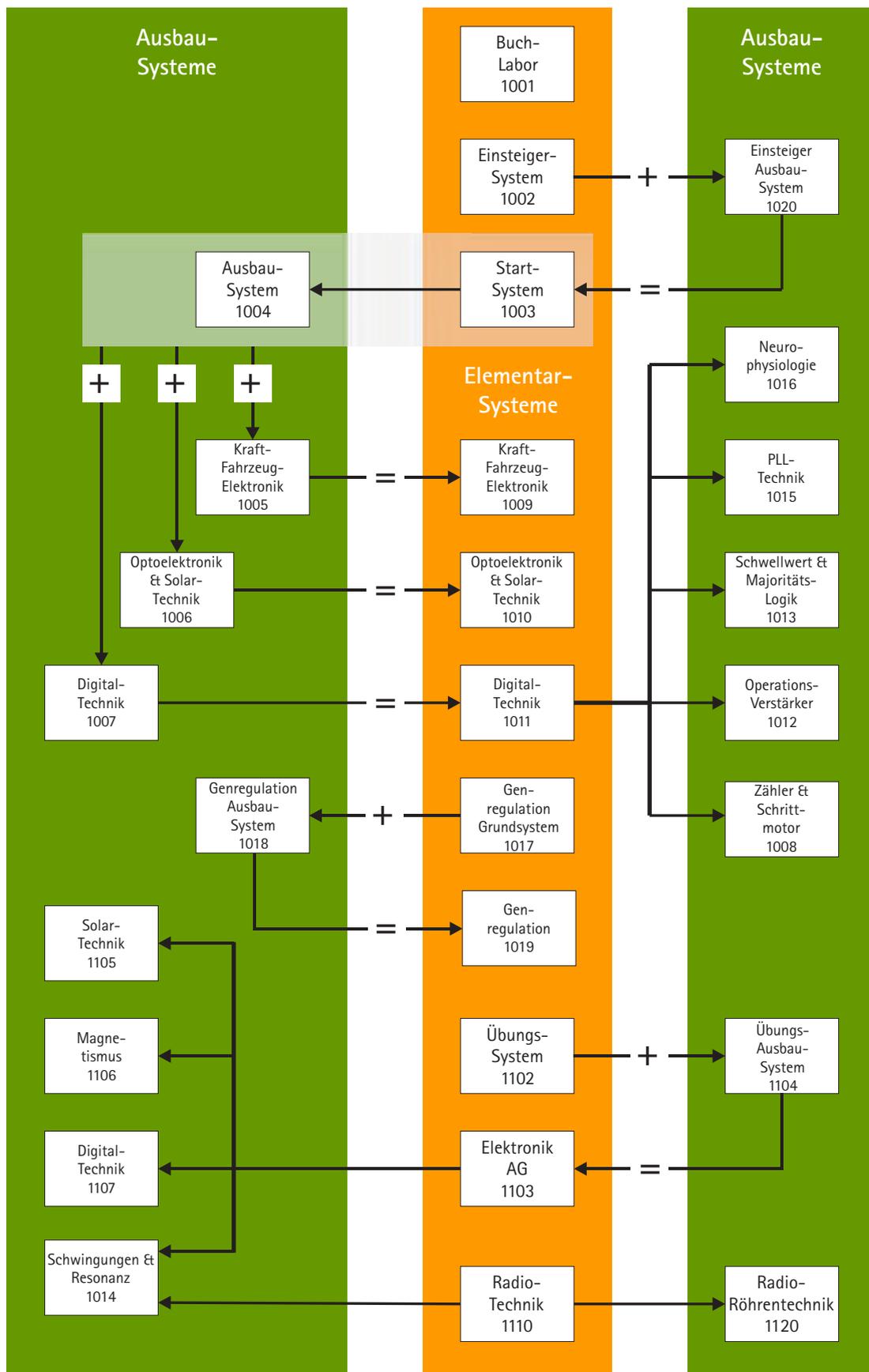
Was ist Lectron?

Lectron ist ein elektronisches Experimentier- und Lernsystem, das auf dem Bausteinprinzip mit Magnetkontakten aufbaut. Jeder Lectron-Baustein enthält ein elektronisches Bauelement oder eine Verbindungsleitung. Durch sinnvolles Aneinanderreihen der Bausteine entstehen funktionsfähige Schaltungen mit normgerechten Schaltbildern.

Mit Lectron kann man elektrische und elektronische Vorgänge verstehen lernen. Zu jedem Lectron-System gehört deshalb ein Lern- und Anleitungsbuch. Die technisch einfache Handhabung macht es besonders geeignet auch für handwerkliche Laien.

Da der zeitraubende Versuchsaufbau bei herkömmlichen Experimentiersystemen mit Löten, Klemmen, Stecken und sonstigen handwerklichen Fertigkeiten beim Lectron-System entfällt, kann man sich mit Lectron ganz auf die schöpferische Arbeit konzentrieren.

Das seit Jahrzehnten bewährte Lectron-System wurde ständig überarbeitet und weiter entwickelt; die Bauteile und Experimente entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Die Baukastenreihe deckt nahezu alle Bereiche der modernen Elektronik ab und wird noch laufend erweitert.





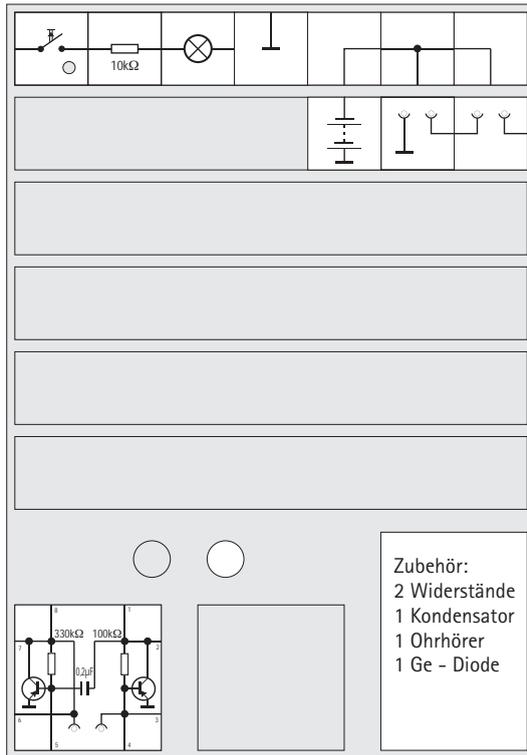
Alle Expertensysteme beinhalten das Übungs-, Start- und Ausbausystem 1004 und bieten durch entsprechende Erweiterungen unterschiedliche Schwerpunkte:

Es gibt das Kfz-Labor, das Labor Opto-Solar und das Labor Digital.

Das Labor Spezial enthält alle Erweiterungen. Die Ausbausysteme Zähler und Schrittmotor, Operationsverstärker, Schwellwert & Majoritätslogik, Neurophysiologie sowie PLL-Technik können zusätzlich mit dem Labor Digital und dem Labor Spezial kombiniert werden. Alle Lectron-Labore werden in einem stabilen Koffer geliefert.

Das Lectron-System ist nach dem Baukastenprinzip konstruiert und daher - ausgehend vom Einsteiger- oder vom Start-System - stufenweise ausbaufähig.

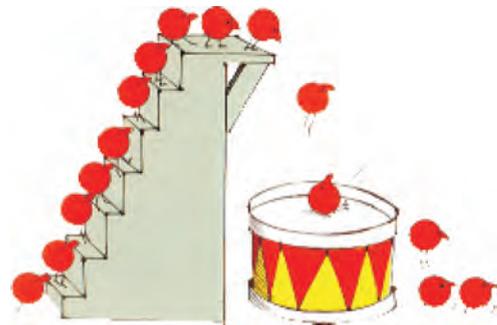
Speziell für Ausbildungszwecke gibt es das Übungssystem, das durch preiswerte Ausbausysteme den Erfordernissen eines modernen Unterrichts stufenweise angepasst werden kann.



Buchlabor

Eine Besonderheit unter den LECTRON Lehr-Baukästen ist das Buchlabor »Was ist Elektronik?« mit 52 experimentellen Spielen vom einfachsten Stromkreis bis hin zu den Anfängen der Computertechnik. Das Anleitungsbuch ist mit Illustrationen des Zeichners Jules Strauber gestaltet. Die Darstellungen veranschaulichen optisch nachvollziehbar die Experimente.

Das Buchlabor erhielt zahlreiche Auszeichnungen unter anderem anlässlich der Buchmesse in Frankfurt von der Stiftung Buchkunst als das »Schönste deutsche Jugendbuch 1969«. Die Stiftung Warentest bewertete das Buchlabor 1971 mit der Testnote »sehr gut«.



- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| 01 | Was ist ein Stromkreis? |
| 02 | Der Massebaustein - mit Fußkontakt |
| 03 | Ein Papierstück soll den Stromkreis unterbrechen |
| 04 | Vom Münzschalter zum Schalterbaustein |
| 05 | Stromkreis mit Knick der Winkelbaustein |
| 06 | Das vielseitige T-Stück |
| 07 | Da geht die Lampe aus: Trenn- u. Anschlussbaustein |
| 08 | Der Widerstand als Hindernis im Stromkreis |
| 09 | Was die farbigen Ringe bedeuten |
| 10 | Widerstände mit viel und mit wenig Ohm |
| 11 | Die Bausteinreihe - 2 Widerstände in Reihenschaltung |
| 12 | Jetzt machen wir Kurzschluss |
| 13 | Zwei Stromwege nebeneinander: Parallelschaltung von 2 Widerständen |
| 14 | Eine Knacknuss: Der Gesamtwiderstand bei Parallel- und Reihenschaltung von 2 Widerständen |
| 15 | Der Ohrhörer als Knackanzeiger oder Knackmeter |
| 16 | Diesmal nicht gefährlich: Ein Mensch unter Strom |
| 17 | Vorsicht - geladen Was ein Kondensator kann |
| 18 | Eigenbau - Kondensator aus Schokoladenpapier |
| 19 | Einmal kurz geblitzt |
| 20 | Lampenblitz beim Aufladen |
| 21 | Elektronenforschung für Knobler: Was machen die Elektronen im Kondensator? |
| 22 | Aufladen und Entladen über einen Vorwiderstand |
| 23 | Die Diode - das elektrische Ventil |
| 24 | Wenn die Diode sperrt |
| 25 | Ein Problem: Der Innenwiderstand der Diode |
| 26 | Durchgangsprüfung mit dem Großbaustein |
| 27 | Der dreibeinige Transistor |
| 28 | Die Basis der Steuerhebel des Transistors |

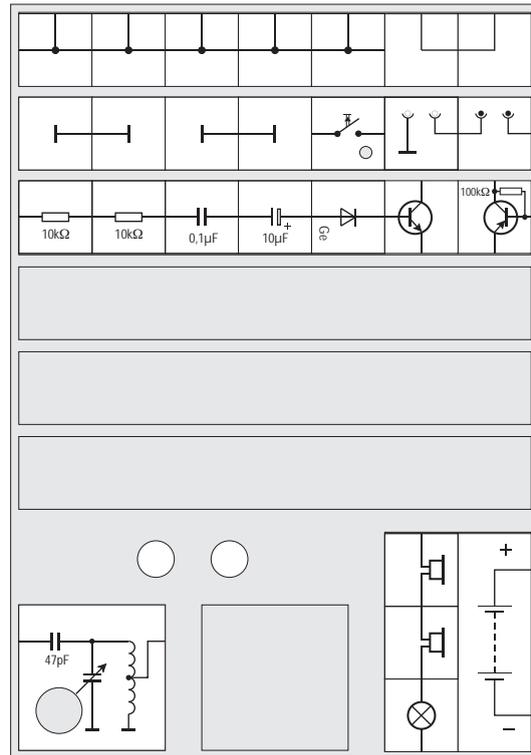
- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 29 | Der Transistor als elektronischer Schalter |
| 30 | Steuerstrom aus dem geladenen Kondensator |
| 31 | Eine Kleinstbatterie steuert die Lampenhelligkeit |
| 32 | Wir steuern 2 Transistoren |
| 33 | Ein Wassertropfen regelt die Lampenhelligkeit |
| 34 | Vom Innenleben des Transistors
Widerstand + Kondensator Zeitschalter |
| 35 | Wie arbeitet ein Zeitschalter? |
| 36 | Kurzzeitschalter mit kurzen Schaltpausen |
| 37 | Lange Einschaltzeit und lange Schaltpause |
| 38 | Verzögertes Ausschalten |
| 39 | Kondensatorladung auf »Stottern«
Versuche mit 2 Transistoren. Tongenerator für Morsezeichen und Verstärkerschaltungen |
| 40 | Jetzt wird gemorst |
| 41 | Verstärker mit Lichtsignal (Lichtsender und Tonbandwiedergabe) |
| 42 | Ein empfindlicher Verstärker |
| 43 | Kohlemikrofon, Telefon, Lauschgerät und Radio
Computergeheimnisse: Multivibratoren und logische Schaltungen |
| 44 | Elektronischer Blinkgeber |
| 45 | Der astabile Multivibrator |
| 46 | Logische Schaltungen. UND; ODER; NICHT; NAND; NOR |
| 47 | FLIP-FLOP, der elektronische Speicher |
| 48 | Der elektronische Quakfrosch |
| 49 | Pfeifender Piepmatz |
| 50 | Knattermaschine mit Pfiff und andere Töne |
| 51 | Komische Morsezeichen und sonstige Töne |
| 52 | Elektronisches Brüllen und Quietschen
Antworten auf die Fragen im Text |

Einsteiger-System

Wer zunächst noch nicht sicher ist, ob ihn die Elektronik wirklich interessiert, für den ist das Einsteiger-System genau richtig. Es ist die kleine Schwester des Startsystems und dient auf preisgünstige Weise dazu, erst einmal in das Gebiet der Elektronik »hinein zu schnuppern«. Trotzdem werden mit dem Bausteinmaterial in 54 Versuchen Aufbau und Funktion der wichtigsten Elektronikbauteile Widerstand, Kondensator, Diode und Transistor ausführlich vermittelt. Schaltungen wie Feuchtigkeitsmesser, Verstärker, Morsegenerator, Füllstandsmesser, Wechselsprechanlage und zum Schluss ein kleiner Mittelwellenempfänger werden aufgebaut und man gelangt mühelos zu den elementaren Erkenntnissen der Elektronik.

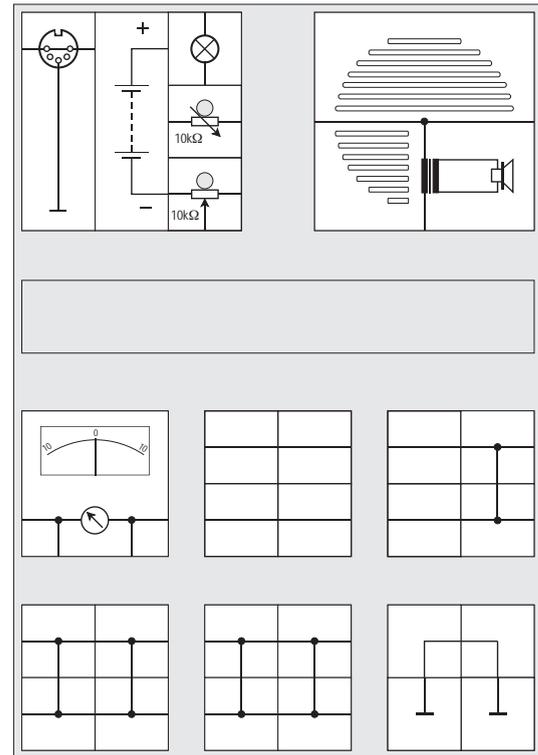
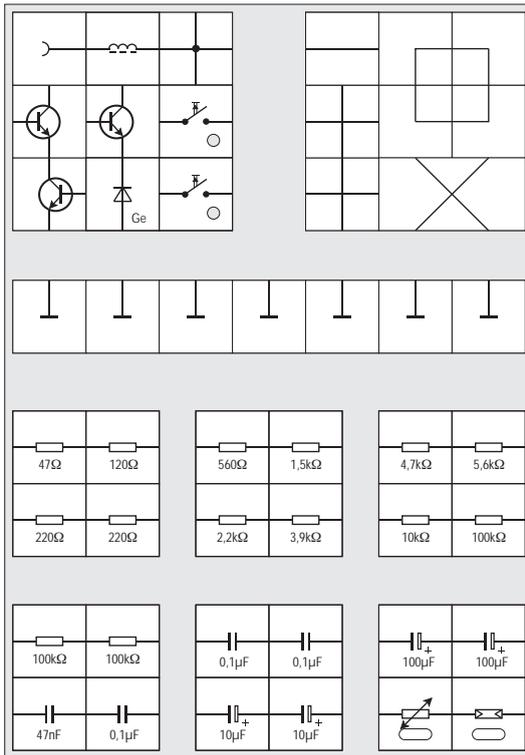
Das System wird in einem stabilen Kunststoffkoffer ausgeliefert.

Mit dem Einsteiger Ausbau-System 1020 ist eine Zusammenstellung aller benötigten Bausteine für die Versuche des Start-Systems sowie das zugehörige Anleitungsbuch lieferbar.



Nr.	Thema
01	Stromkreis
02	Unterbrochener Stromkreis
03	Schalter
04	Widerstand im Stromkreis
05	Der Ohrhörer
06	Hochohmwiderrstand im Stromkreis
07	Selbstgebaute Widerstände
08	Leitfähigkeit des Wassers
09	Leitfähigkeit von Salzwasser
10	Kondensator im Gleichstromkreis
11	Kondensator als Speicher
12	Kondensator an Wechselspannung
13	Eigenschaften des Kondensators
14	Ein selbstgebauter Kondensator
15	Halbleiter in Durchlassrichtung
16	Halbleiter in Sperrrichtung
17	Sperrstrom der Germaniumdiode
18	Steuerung
19	Aufbau des Transistors
20	Der Transistor im Stromkreis
21	nnp und pnp Transistoren
22	Steuerung des pnp Transistors
23	Eine einfache Stromquelle
24	Steuerbarkeit des Transistors
25	Eine verbesserte Kleinstbatterie
26	Transistorsteuerung durch Basisstrom
27	Ansteuerung des nnp Transistors
28	Der menschliche Körper im Stromkreis
29	Kondensator im Basisstromkreis
30	Ladestrom des Kondensators
31	Diode im Basisstromkreis

Nr.	Thema
32	Ein sehr empfindlicher Stromnachweis
33	Leitfähigkeit des Körpers
34	Verstärkung des Kondensatorladestroms
35	Ein Feuchtigkeitsmesser
36	Ohrhörer als Mikrophon
37	Transistor als Mikrophonverstärker
38	Der Koppelkondensator
39	Verstärker mit nnp Transistor
40	Mikrophonübertragung
41	Akustische Rückkopplung
42	Induktive Rückkopplung
43	Kapazitive Rückkopplung
44	Ein Rückkopplungsgenerator
45	Ein Morsegenerator
46	Ein Morse - Blinker
47	Morsen mit Gegenstation
48	Füllstandsanzeige
49	Prinzip der Tonbandwiedergabe
50	Ein Lichtsender
51	Wechselsprechanlage
52	Spule im Gleichstromkreis Schwingungen und Modulation
53	Detektor
54	Rundfunkempfänger



- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| 01 | Blinklicht-Schaltung mit Anzeige des Hellimpulses |
| 02 | Elektrische Lichtmessung |
| 03 | Elektrische Dunkelsteuerung |
| 04 | Blinklicht-Schaltung mit Anzeige des Dunkelimpulses |
| 05 | Elektrische Temperaturmessung |
| 06 | Umkehrung der Temperaturmessung |
| 07 | Blinklicht-Schaltung mit veränderter Blinkzeit |
| 08 | Beeinflussung der Blinkzeit durch Licht |
| 09 | Beeinflussung der Blinkzeit durch Temperatur |
| 10 | Ein elektronischer Wärmewächter |
| 11 | Elektronische Steuerung durch Licht |
| 12 | Messung des Steuervorgangs bei Lichtänderung |
| 13 | Messung des Steuervorgangs bei Temperaturänderung |
| 14 | Ein empfindlicher Temperaturmesser |
| 15 | Lichtschranke |
| 16 | Dämmerungsschalter |
| 17 | Nachweis der Leitfähigkeit des menschlichen Körpers |
| 18 | Speicherung der elektrischen Energie |
| 19 | Automatische Helligkeitssteuerung |
| 20 | Automatische Dunkelsteuerung |
| 21 | Wirkung d. elektrischen Stromes in einer Glühlampe |
| 22 | Einfluss e. zusätzlichen Widerstandes im Stromkreis |
| 23 | Einfluss eines größeren Widerstandes im Stromkreis |
| 24 | Anzeige des elektrischen Stromes durch ein Messinstrument |
| 25 | Die Belastung der Batterie durch einen Widerstand |
| 26 | Der Einfluss des Vorwiderstandes auf den Ausschlag des Instrumentes |
| 27 | Nachweis der Gleichmäßigkeit des Stromes im gesamten Stromkreis |
| 28 | Wirkung eines Parallelwiderstandes zum Instrument |

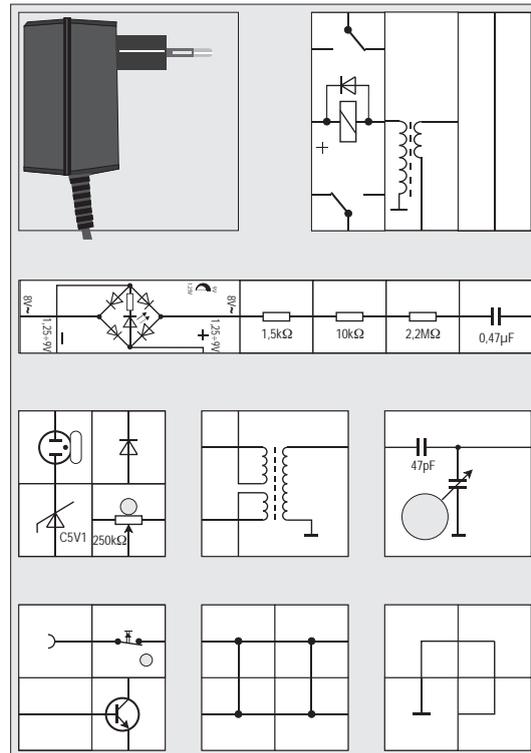
- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 29 | Ein Spannungsteiler aus Festwiderständen |
| 30 | Ein stetig einstellbarer Spannungsteiler |
| 31 | Das Verhalten eines Kondensators im Gleichstromkreis |
| 32 | Nachweis der Energiespeicherung mit einem Kondensator |
| 33 | Der Aufladestrom bei einem Kondensator |
| 34 | Der Entladestrom bei einem Kondensator |
| 35 | Das Verhalten einer Spule im Gleichstromkreis |
| 36 | Der Durchlassstrom einer Halbleiterdiode |
| 37 | Die Sperrwirkung einer Halbleiterdiode |
| 38 | Nachweis der Steuerbarkeit eines Transistors |
| 39 | Der Lautsprecher als elektroakustischer Wandler |
| 40 | Ein einstufiger Plattenspieler-Verstärker |
| 41 | Ein zweistufiger Plattenspieler-Verstärker mit einstellbarer Lautstärke |
| 42 | Ein einfacher Tongenerator |
| 43 | Die Wirkung einer Wechselspannung beim Anzeigeinstrument |
| 44 | Gleichrichtung einer Wechselspannung mit der Diode |
| 45 | Einfluss der Kapazität eines Kondensators im Wechselstromkreis |
| 46 | Frequenzabhängigkeit des Wechselstromwiderstandes beim Kondensator |
| 47 | Das Anzeigeinstrument als Aussteuerungsanzeiger beim Plattenspieler-Verstärker |
| 48 | Ein nicht abgestimmter Rundfunkempfänger |

Start- und Ausbausystem

Das Startsystem enthält alle Bausteine und Anleitungen für 48 Versuche vom einfachen Stromkreis bis zum Rundfunkempfänger. Es gibt nicht nur einen Einblick in das interessante Gebiet der Elektronik; die Wirkungsweise der einzelnen Bausteine, wie Widerstand, Halbleiter, Kondensator, Diode, Transistor und Fotowiderstand wird genau erklärt und die mit ihnen aufgebauten Schaltungen sind ausführlich beschrieben.

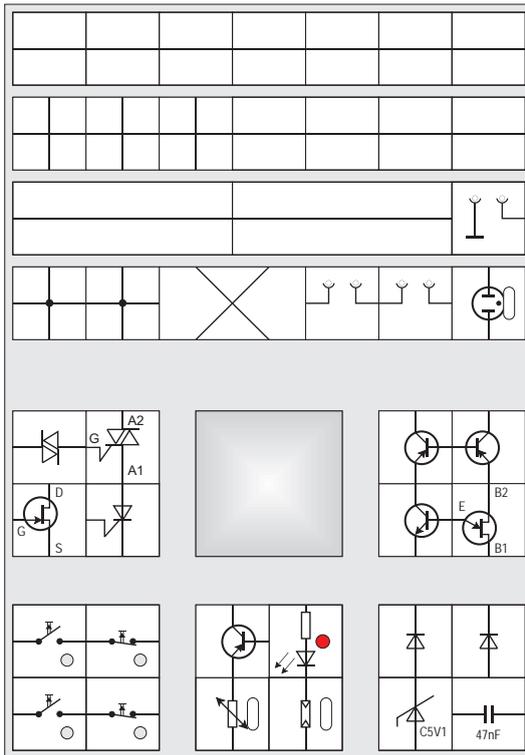
Mit dem Ausbausystem können die Schaltungen der Rundfunkempfänger verbessert werden. Der Schwerpunkt liegt jedoch bei den weiteren 42 Versuchen aus dem Bereich der Mess- und Regeltechnik. Multivibratoren, Schmitt-Trigger, Hochspannungserzeuger und Stabilisierungsschaltungen mit Z-Diode und Transistoren werden aufgebaut. Verschiedene Relaischaltungen runden die Versuchsreihe ab.

Dem Ausbausystem liegt ein einstellbares stabilisiertes Netzgerät bei, welches kurzschluss- und überlastfest ist und das Batterien zu sparen hilft.



Nr.	Thema
49	Ein abgestimmter Rundfunkempfänger
50	Ein abgestimmter Rundfunkempfänger mit doppelter Ausnutzung eines Transistors
51	Spannungsverstärkung eines Transistors in Emitterschaltung
52	Stromverstärkung eines Transistors in Emitterschaltung
53	Spannungsverstärkung eines Transistors in Kollektorschaltung
54	Stromverstärkung eines Transistors in Kollektorschaltung
55	Grundschialtung eines Schmitt-Triggers
56	Ein Schmitt-Trigger mit Verstärkerstufe
57	Der Schmitt-Trigger als Zeitgeber
58	Ein einfacher Belichtungszeitgeber
59	Die Arbeitsweise eines Fotowiderstandes
60	Die Arbeitsweise eines Halbleiters
61	Der Photowiderstand als Steuerglied in einem Schmitt-Trigger
62	Ein einfacher Dämmerungsschalter
63	Eine Regelschaltung für Temperaturen
64	Nachweis der Leitfähigkeit von Wasser
65	Der Schmitt-Trigger als Feuchtigkeitsanzeiger
66	Ein astabiler Multivibrator als Blinkanlage
67	Ein astabiler Multivibrator als elektronischer Taktgeber
68	Ein astabiler Multivibrator als Tongenerator
69	Der bistabile Multivibrator
70	Der monostabile Multivibrator
71	Der monostabile Multivibrator mit umgekehrter Arbeitsweise

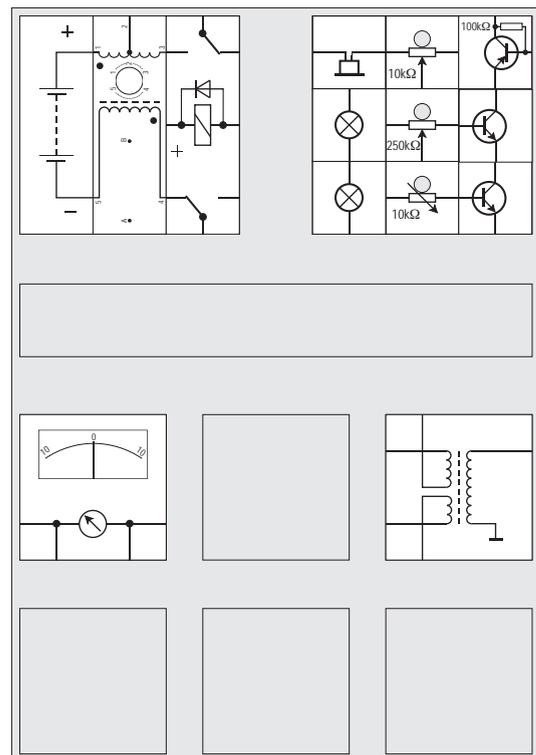
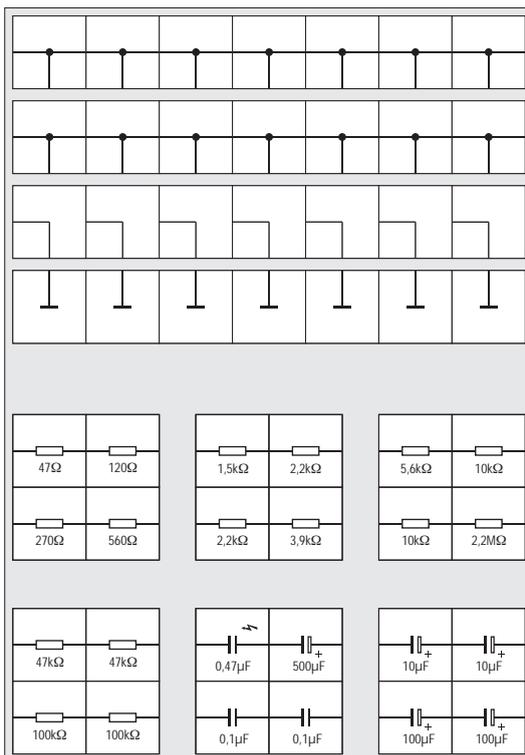
Nr.	Thema
72	Grundversuch zur Hochspannungserzeugung
73	Anzeige von Hochspannungsimpulsen mit der Glimmlampe
74	Ein elektronisches Weidezaungerät
75	Ein Spannungswandler mit Transistor
76	Anschluss des Messinstrumentes an den Spannungswandler
77	Messung einer gleichgerichteten Hochspannung
78	Betrieb einer Glimmlampe mit hoher Wechselspannung
79	Betrieb einer Glimmlampe mit gleichgerichteter Hochspannung
80	Die Glimmlampe als Spannungskonstanthalter
81	Grundschialtung eines Elektronenblitzgerätes
82	Die Wirkungsweise der Zenerdiode
83	Spannungskonstanthalter mit Zenerdiode und Transistoren
84	Regelung der Ausgangsspannung bei einem transistorisierten Spannungskonstanthalter
85	Nachweis der Belastungsunabhängigkeit eines transistorisierten Spannungskonstanthalters
86	Relaissteuerung mit Arbeitskontakt
87	Relaissteuerung mit Ruhekontakt
88	Relaissteuerung mit Selbsthaltung
89	Relaissteuerung mit Unterbrecher
90	Ein Schallpegelmesser
91	Geräuschwarnanlage mit Lichtanzeige
92	Prüfung der Bausteine Anhang Messbereichserweiterung

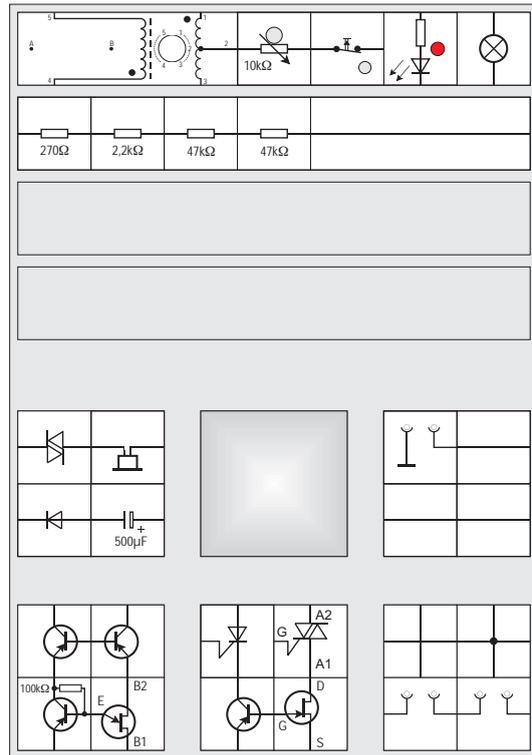


Kraftfahrzeug-Elektronik

Der Schwerpunkt dieses weiterführenden Experimentierkastens mit seinen 55 Versuchen liegt auf Schaltungen aus dem Bereich der Kfz - Elektronik wie Ein- und Ausschaltverzögerung, Blinklicht, Dämmerungsschalter, Hochspannungskondensatorzündung; dabei werden spezielle Bauelemente wie Relais, Zener - Diode, Leuchtdiode, Unijunction, Thyristor, DIAC, TRIAC, Induktivität und Transformator in diesen Anwendungen vorgestellt. Der Spulenbaustein bringt nicht nur Erkenntnisse über das magnetische Feld, sondern erlaubt auch, verschiedene Motoren aufzubauen. Obwohl zunächst einige Versuche zu grundlegenden Dingen, wie zur Verstärkung eines Transistors, durchgeführt werden, sollte bereits ein Grundwissen über allgemeine elektronische Schaltungstechnik vorhanden sein.

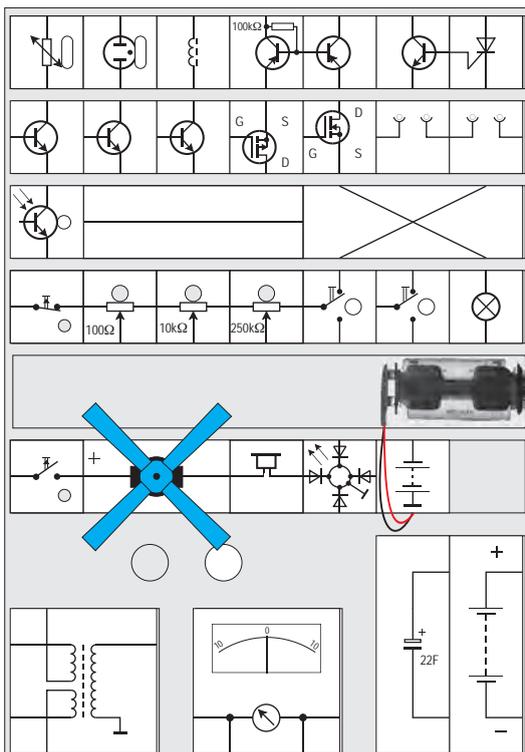
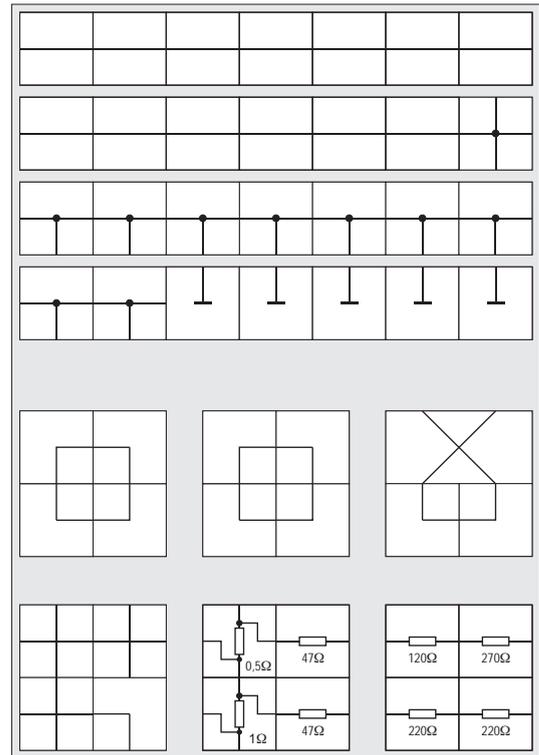
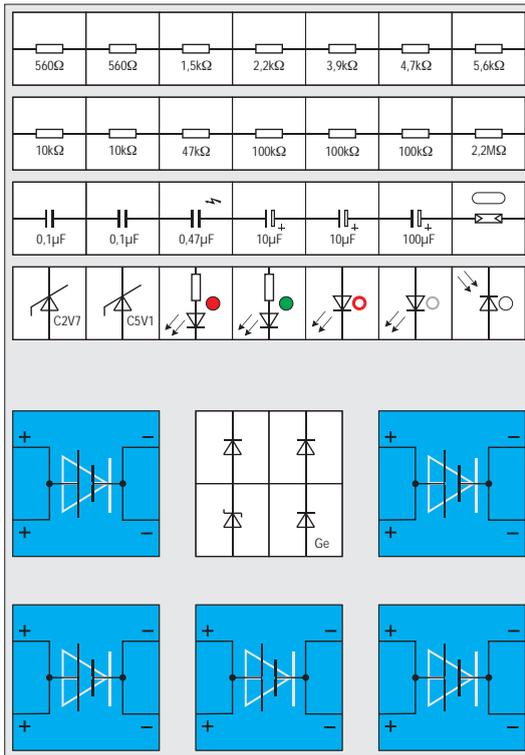
Der Baukasten ist als eigenständiges Elementarsystem (Best.-Nr. 1009) und auch als Ausbau zum Start - System (Best.-Nr.: 1005) lieferbar.





- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 01 | Messen mit dem Digital-Multimeter |
| 02 | Spannungsverstärkung eines Transistors in Emitterschaltung |
| 03 | Stromverstärkung eines Transistors in Emitterschaltung |
| 04 | Relaissteuerung mit Arbeitskontakt |
| 05 | Relaissteuerung mit Ruhekontakt |
| 06 | Relaissteuerung mit Selbsthaltung |
| 07 | Das Pumpenrelais |
| 08 | Die Leuchtdiode |
| 09 | Schaltungscodierung mit Dioden |
| 10 | Die Z - Diode |
| 11 | Spannungsregelung mit einer Z - Diode |
| 12 | Die Darlington - Schaltung |
| 13 | Ein hochempfindliches Spannungsprüfgerät |
| 14 | NTC - Widerstand - der Temperaturfühler im Auto |
| 15 | Vorglüh-Automatik |
| 16 | Bremsbelag Verschleißanzeige |
| 17 | Dämmerungsschalter für PKW - Parklicht |
| 18 | Lichtschranke mit Selbststeuerung |
| 19 | Einschaltverzögerung |
| 20 | Innenlicht - Ausschaltverzögerung |
| 21 | Blinklichtschaltung (astabile Kippstufe) |
| 22 | Helligkeitsregelung der Instrumentenbeleuchtung |
| 23 | Eine einfache Blinkerschaltung |
| 24 | Ein Metronom |
| 25 | Drehzahlmesserschaltung |
| 26 | Alarmanlagen im Auto |
| 27 | Eine einfache Speicherzelle |
| 28 | Eine Speicherzelle mit dynamischen Eingang |
| 29 | Konstantstromquelle mit Stromspiegel |

- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 30 | Konstantstromquelle mit Feldeffekttransistor |
| 31 | Die Vierschichtdiode |
| 32 | Sägezahngenerator mit Vierschichtdiode |
| 33 | Der Unijunction - Transistor Ersatzschaltbild |
| 34 | Sägezahngenerator mit Unijunction - Transistor |
| 35 | Der Thyristor |
| 36 | Messungen am Thyristor |
| 37 | Einweg - Leistungsregler |
| 38 | Hochspannungskondensatorzündung |
| 39 | Der Triac als Leistungsschalter |
| 40 | Der Diac |
| 41 | Eine Dimmerschaltung |
| 42 | Eine verbesserte Dimmerschaltung |
| 43 | Das Magnetfeld einer Spule |
| 44 | Die Pole eines Elektromagneten |
| 45 | Polabhängigkeit von der Stromrichtung |
| 46 | Addition von Magnetfeldern |
| 47 | Spannungserzeugung mit einer Spule |
| 48 | Das Induktionsgesetz |
| 49 | Der Transformator |
| 50 | Die Induktivität |
| 51 | Die Induktivität an Wechselspannung |
| 52 | Der Induktivgeber |
| 53 | Ein Gleichstrommotor ohne Kollektor |
| 54 | Gleichstrommotor ohne Kollektor mit npn - Transistor |
| 55 | Ein Synchronmotor
Anhang Messbereichserweiterung |

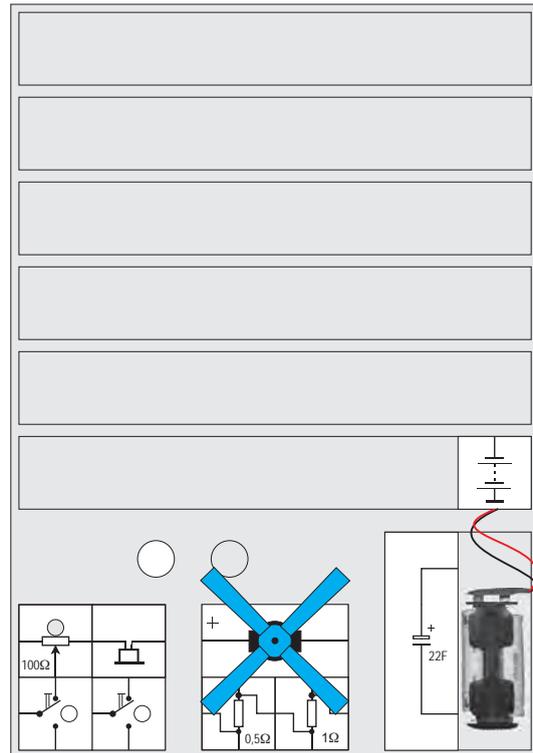
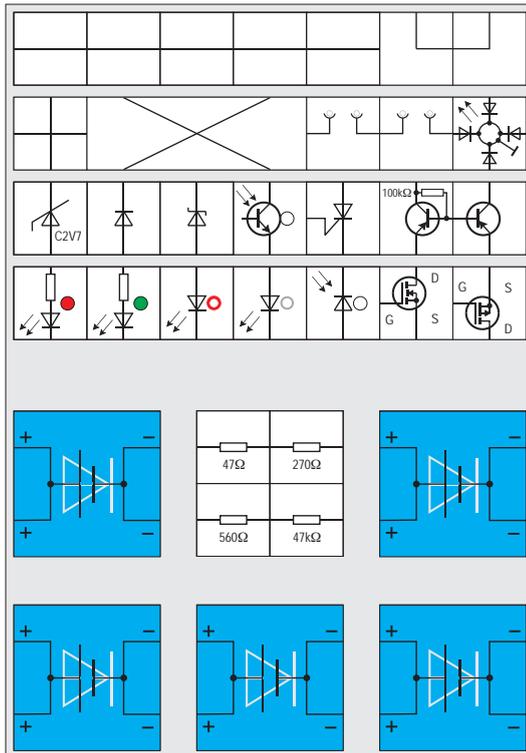


Optoelektronik und Solartechnik

In rund 50 Versuchen wird man mit der Theorie und der Anwendung von Solarzellen vertraut gemacht. Hauptbestandteil des Kastens sind die fünf auffällig blauen Solarzellen, die in vielen Versuchen als Spannungsquelle dienen. Doch zuvor lernt man, dass die Solarzelle eine Diode ist und erfährt in zahlreichen Experimenten alles Wissenswerte über andere Dioden, wie Schottky-Diode, Zenerdiode, Fotodiode und Leuchtdiode. Die moderne Technik der optischen Signalübertragung mit Leuchtdiode, Lichtwellenleiter und Fototransistor wird genauso experimentell vermittelt wie die Energiespeicherung und das Prinzip der Nachführsteuerung.

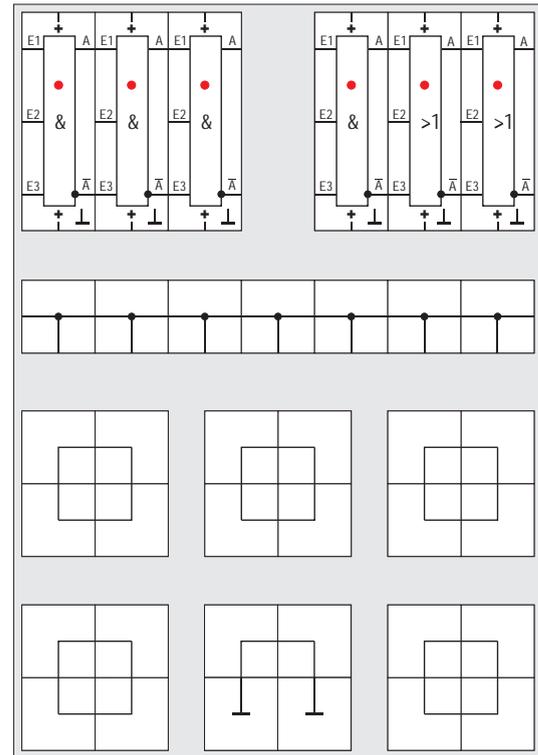
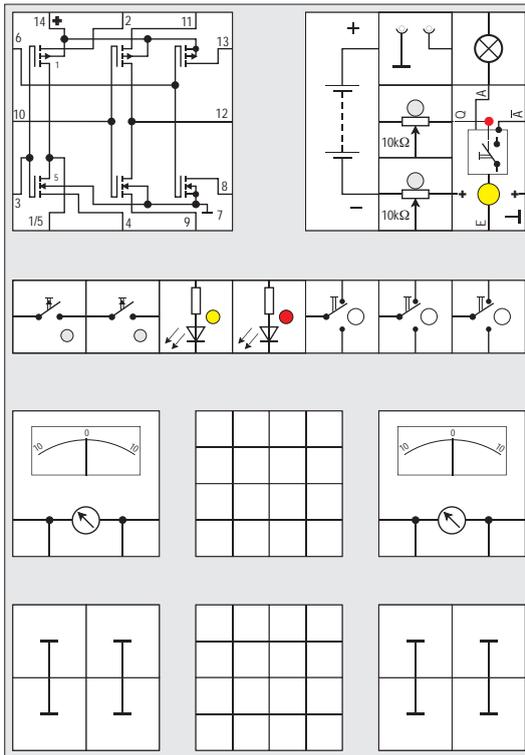
Der Baukasten ist als Komplettsystem (Best.-Nr. 1010) und als Ausbausystem (Best.-Nr. 1006) lieferbar.

*) Für die Versuche 10 und 11 ist ein Netzteil erforderlich, da Wechselspannung benötigt wird. Die Versuche ab Nr. 48 lassen sich nur in Verbindung mit den Kästen »Digitaltechnik« sowie »Zähler Et Schrittmotor« und einem Differenzverstärker (in »Operationsverstärker« enthalten) durchführen.



Nr.	Thema
	Sonne - die unendliche Energie
	Die Solarzelle
01	Motor an Solarzelle
02	Leuchtdiode an Solarzelle
03	Glühlampe an Solarzelle
	Der Aufbau der Atome
	Die verschiedenen Zustände der Atome
	Die Anregung von Atomen mit Photonen
	Die Verteilung des Elektroniums in festen Stoffen
	Die Energieleiter von Feststoffen
04	Feststoffe als Lichtquellen
	Elektrizitätsleitung in Feststoffen
05	Wie man Nichtmetalle leitfähig machen kann
06	Lichtschranke mit Selbststeuerung
07	Ein einfaches Temperaturmessgerät mit Heißleiter
08	Ein Temperaturwächter
09	Die Diode
10*	Ein Spannungsverdoppler
11*	Die Kaskadenschaltung
12	Die Diodenkennlinie
13	Die Zener-Diode
14	Die Leuchtdiode
15	Farbmischung
16	Ein hochempfindlicher Spannungsnachweis
17	Die LED als Spannungsquelle
18	Die Photodiode
19	Der Phototransistor
20	Ein astabiler Multivibrator
21	Ein einfacher Blinker
22	Rücklichtkontrolle mit Lichtwellenleiter
23	Optische Thyristorzündung

Nr.	Thema
24	Eine Reflexlichtschranke
25	Die Fernbedienung
26	Fernbedienungs - Tester
27	Nachweis des Zeitmultiplexes
28	Die Solarzelle als Diode
29	Die Kennlinie einer Solarzelle
30	Messen mit einem Instrument
31	Die Kennlinie bei voller Sonne
32	Die Parallelschaltung von Solarzellen
33	Die Reihenschaltung von Solarzellen
34	Die Bypassdiode
35	Bypass mit Anzeige
36	Der Arbeitspunkt einer Solarzelle
37	Glühlampe als Last an Solarzelle
38	Der Glockenankermotor und Leuchtdioden als Lasten an der Solarzelle
39	Der Glockenankermotor als Generator
40	Ein Gleichspannungswandler
41	»Hochspannungserzeugung« mit Solarzellen
42	»Hochspannungserzeugung« mit Solarzellen und npn-Transistor
43	Nickel-Cadmium-Akku als Puffer
44	Der Goldkondensator als Puffer
45	Blinkdiode mit Goldkondensator
46	Der Feldeffekttransistor
47	Eine einfache Dimmerschaltung
48	Der CMOS Inverter
49*	Der Schrittmotor
50*	Der Differenzverstärker
51*	Eine einfache Nachführsteuerung



Digitaltechnik

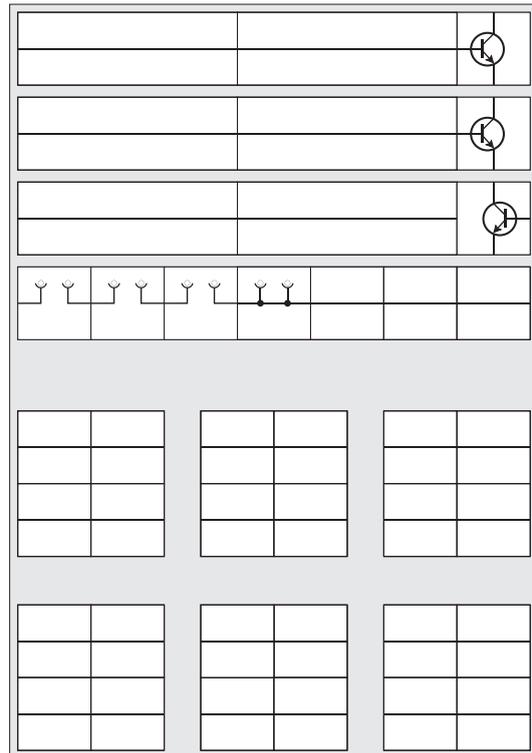
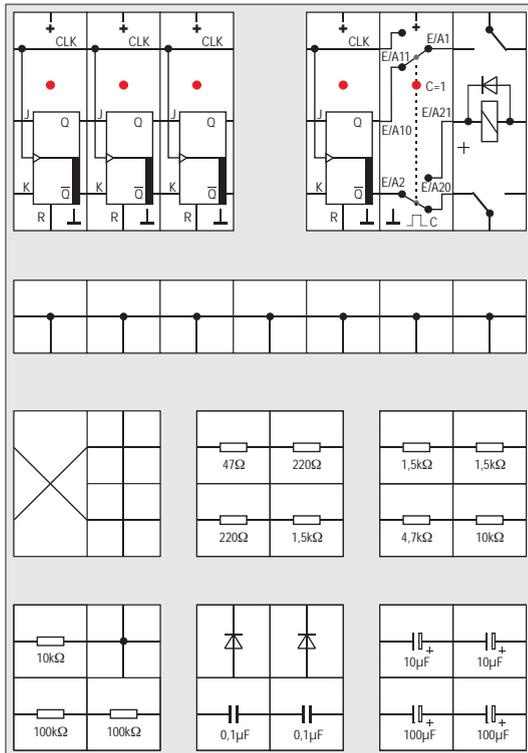
Ein modernes Wirtschaftsleben ohne die »digitale Technik« ist heute kaum mehr vorstellbar. LECTRON trägt dem Rechnung mit dem großzügig ausgestatteten Experimentierkasten »Digitaltechnik«. In 60 Versuchen erfährt man alles über einfache Logikverknüpfungen, wie UND und ODER, die zunächst mit Schaltern und dann mit Halbleitern aufgebaut werden, ehe mit LECTRON eigenen Schaltgliedern auf Basis der robusten CMOS 4000 - Serie die verschiedensten logischen Verknüpfungen und Flipflop-Typen in ihren Anwendungen vorgestellt werden. Nach Durcharbeiten aller Experimente ist man mit der Arbeitsweise von Binärzählern vertraut und weiß genau, wie beispielsweise ein Schieberegister funktioniert.

»Digitaltechnik« ist als Elementar- (Best.-Nr. 1011) und auch als Ausbau-System (Best.-Nr. 1007) lieferbar. Zum besseren Verständnis der beschriebenen Schaltungen ist allerdings ein Grundwissen über allgemeine elektronische Schaltungstechnik sehr empfehlenswert. So werden zum Beispiel die Funktion einer Halbleiterdiode oder eines Transistors als bekannt vorausgesetzt.

Nr.

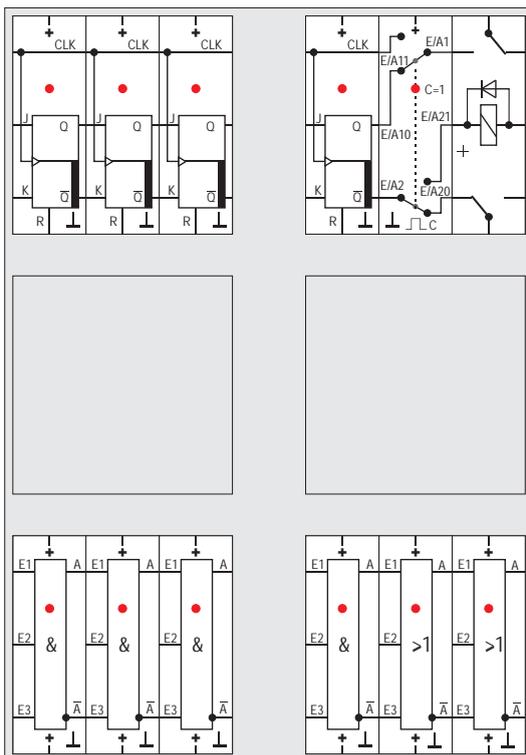
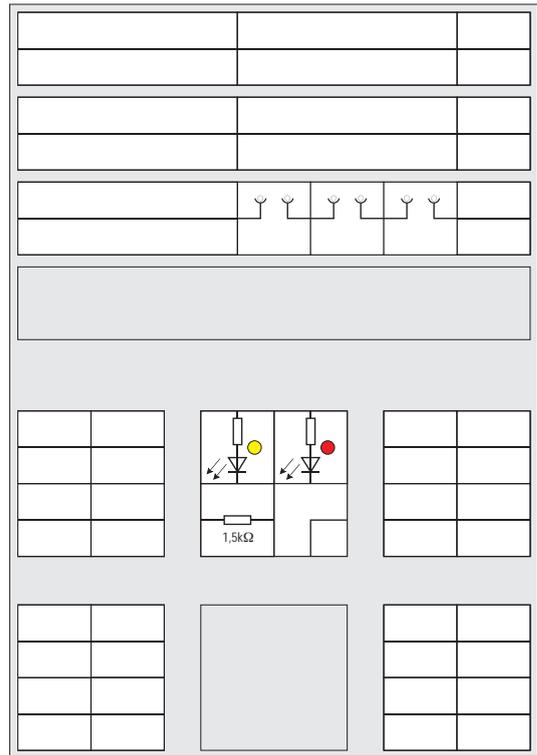
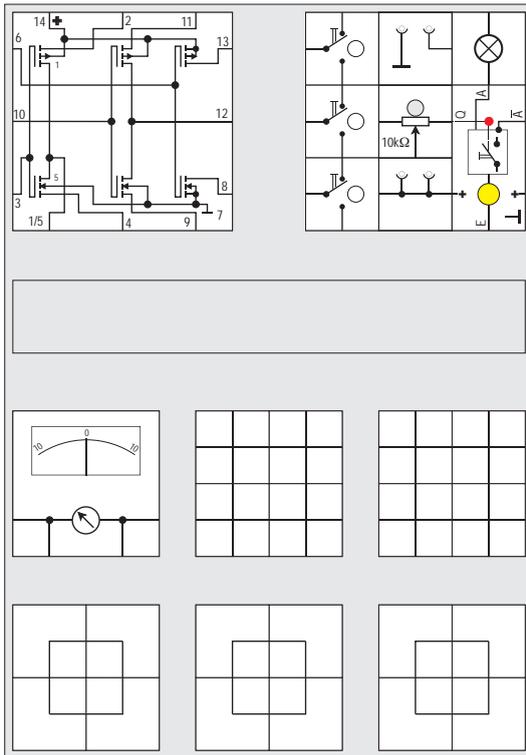
Thema

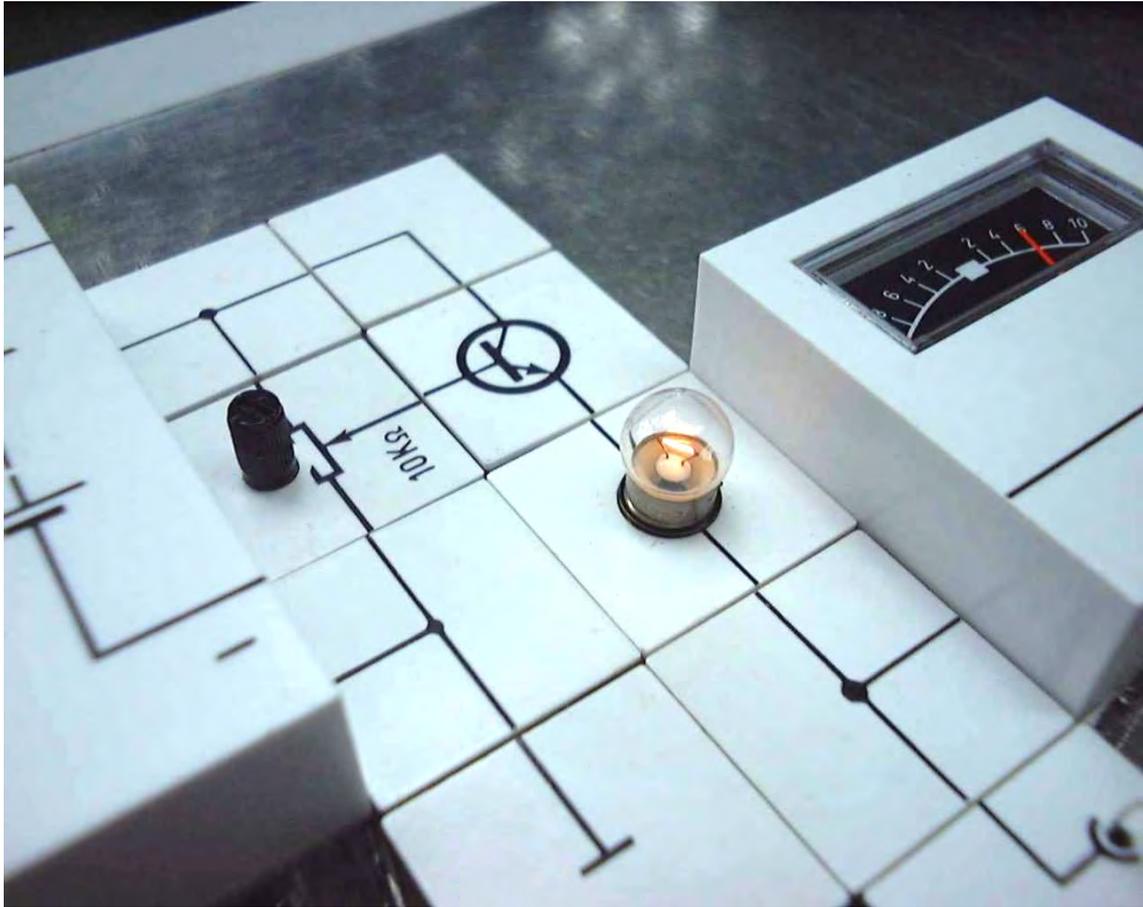
- Grundlagen der digitalen Elektronik
- Unterschied zwischen der Analog- und Digitaltechnik
- Aufbau und System des Experimentierkastens
- Logische Verknüpfungen
- 01 Darstellung einer UND - Funktion mit zwei Tasten und Instrument
- 02 Darstellung einer UND - Funktion mit zwei Tasten und Glühlampe
- 03 Darstellung einer UND - Funktion mit einem Relais
- 04 Darstellung der UND - Funktion mit Halbleitern
- 05 Belastung der Halbleiter UND - Schaltung mit einer Glühlampe
- 06 Stromverstärkung e. Transistors in Kollektorschaltung
- 07 Die Wirkung eines Widerstandes am Eingang der Kollektorschaltung
- 08 Zwei Transistoren in einer »Kaskaden-Kollektorschaltung«
- 09 Die Halbleiter - UND - Schaltung mit Impedanzwandler am Ausgang
- 10 Die gegenseitige Beeinflussung der UND - Schaltungseingänge
- 11 Beeinflussung des anderen UND - Schaltungseingangs
- 12 Darstellung einer ODER - Funktion mit Halbleiter
- 13 Belastung der Halbleiter ODER - Schaltung mit einer Glühlampe
- 14 Die Halbleiter ODER - Schaltung mit Impedanzwandler am Ausgang
- 15 Darstellung einer NICHT - Funktion mit dem Ruhekontakt eines Relais und Anzeige durch das Instrument

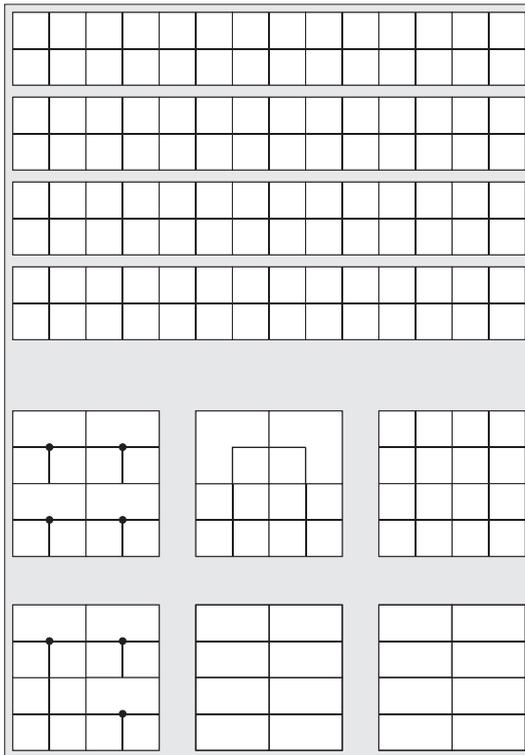


- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 16 | Darstellung einer NICHT - Funktion mit dem Ruhekontakt eines Relais und Anzeige durch die Glühlampe |
| 17 | Darstellung einer NICHT - Funktion mit Halbleitern |
| 18 | Belastung der Halbleiter NICHT - Schaltung mit einer Glühlampe |
| 19 | Die NICHT - Schaltung mit Glühlampenanzeige über Impedanzwandler |
| 20 | Darstellung einer NAND - Funktion mit Relais und Glühlampe |
| 21 | Darstellung einer NOR - Funktion mit Relais und Glühlampe |
| 22 | Darstellung einer EXOR - Funktion mit Glühlampe |
| 23 | Erweiterung einer EXOR - Funktion mit Relais
Klassifizierung der Feldeffekttransistoren
Aufbau des MOSFETs
Schutzmaßnahmen, Zusatzbeschaltung |
| 24 | Eingangskennlinie eines n - Kanal - MOSFETs |
| 25 | Eingangskennlinie eines p - Kanal - MOSFETs
Ausgangskennlinie eines n - Kanal - MOSFETs
CMOS - Inverter |
| 26 | Übertragungskennlinie eines CMOS - Inverters |
| 27 | Übertragungskennl. hintereinander geschalteter Inverter |
| 28 | Übertragungskennlinie parallel geschalteter Inverter |
| 29 | Die NAND - Verknüpfung |
| 30 | Die AND - Verknüpfung |
| 31 | Übertragungskennlinien eines AND/NAND - Bausteins |
| 32 | Die NOR - Verknüpfung |
| 33 | Die OR - Verknüpfung |
| 34 | Übertragungskennlinien eines OR/NOR - Bausteins
MOSFET - Analogschalter |
| 35 | Transmission - Gate |

- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| | Die EXOR - Verknüpfung |
| | Der AND/NAND - Funktionsbaustein |
| | Der OR/NOR - Funktionsbaustein |
| 36 | Umschaltkennlinien des AND/NAND - Funktionsbausteins |
| 37 | Umschaltkennlinien des OR/NOR - Funktionsbausteins |
| 38 | Eine einfache Speicherzelle |
| 39 | Eine einfache Speicherzelle aus Funktionsbausteinen |
| 40 | Eine Speicherzelle aus AND/NAND - Funktionsbausteinen |
| 41 | Eine Speicherzelle aus OR/NOR - Funktionsbausteinen |
| 42 | Der Funktionsbaustein »Entprellte Taste« |
| 43 | Das getaktete RS - Flipflop |
| 44 | Das D - Flipflop |
| 45 | Das taktflankengesteuerte RS- Flipflop |
| 46 | Das taktflankengesteuerte D- Flipflop |
| 47 | Der Funktionsbaustein »Transmission Gate« |
| 48 | Das »Master - Slave -Flipflop« |
| 49 | Ein Frequenzteiler |
| 50 | Das JK - Master - Slave - Flipflop |
| 51 | Ein Binärzähler aus JK - Master -Slave - Flipflops |
| 52 | Ein synchroner Binärzähler aus
JK - Master -Slave - Flipflops |
| 53 | Ein synchroner modulo-8-Zähler |
| 54 | Ein synchroner modulo-16-Zähler |
| 55 | Ein synchroner modulo-16-Rückwärtszähler |
| 56 | Ein synchroner Dekadenzähler |
| 57 | Ein vierstufiges Schieberegister |
| 58 | Eine monostabile Kippstufe aus
OR/NOR - Funktionsbausteinen |
| 59 | Ein astabiler Multivibrator aus
OR/NOR - Funktionsbausteinen |
| 60 | Ein astabiler Multivibrator mit modulo-16-Zähler |







Ausbau-System Zähler und Schrittmotor

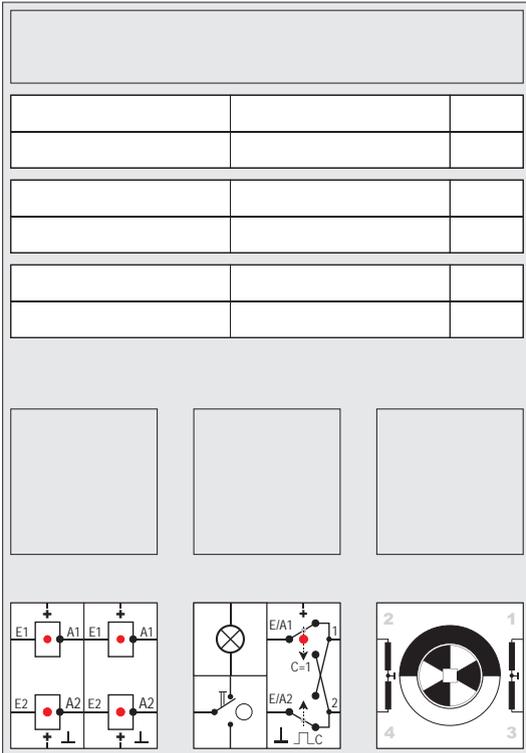
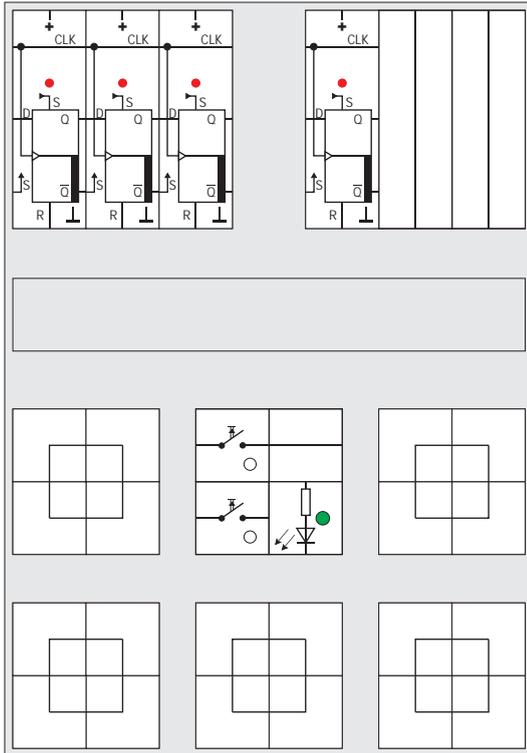
Dieses Ausbausystem baut auf »Digitaltechnik« auf. Wer gern wissen möchte, wie man zu einem konkreten Anwendungsfall z. B. einen passenden Zähler konstruiert, der findet hier die Antwort. In 43 Versuchen wird der systematische Entwurf von Zählern vermittelt. Mit Hilfe von Karnaugh - Tafeln und Zustandsdiagrammen entwickelt man die nötigen Verknüpfungen der einzelnen Stufen und baut anschließend daraus synchrone oder asynchrone Zähler oder einfache Teiler auf. Genauso wie man von Grund auf eine Ampelsteuerung entwickelt, findet man auch geeignete Schaltungen zur Ansteuerung eines Schrittmotors; das ist ein Motor, der in vielen modernen Geräten, wie Scanner, CD-Spieler, usw. vorkommt, und dessen Eigenschaften kein Geheimnis bleiben.

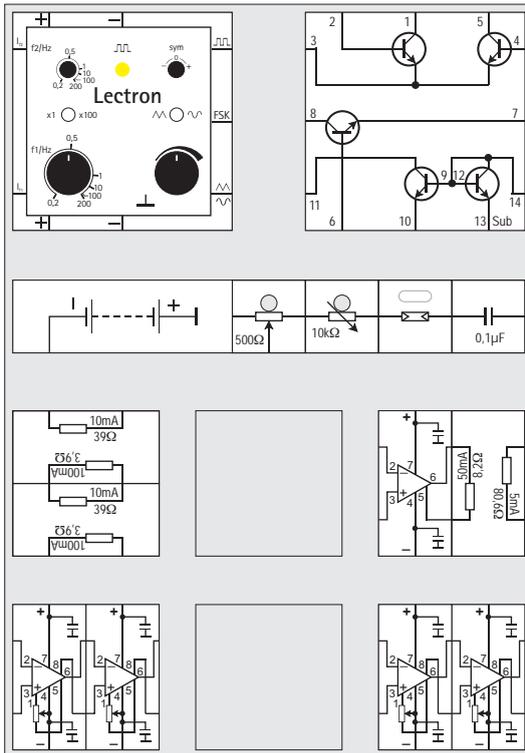
Da bei »Zähler und Schrittmotor« grundlegende Kenntnisse der Digitaltechnik vorausgesetzt werden, ist der Experimentierkasten nur als Ausbausystem zu »Digitaltechnik« erhältlich.

Nr.	Thema
01	Das JK-Flipflop
02	Schieberegister aus JK-Flipflops
03	Das D-Flipflop
04	Ringschieberegister mit D-Flipflops Schaltungsoptimierung mit Karnaugh-Tafel
05	Die 3-von-4-Funktion
06	Erkennen von Pseudotetraden
07	Der Gray-Code
08	Die Karnaugh-Tafel einer Wechselschaltung
09	Der synchrone modulo-16-Zähler
10	Der synchrone modulo-10-Zähler Formelsammlung
11	Der synchrone modulo-13-Zähler
12	Ein synchroner modulo-16-Vorwärts-Rückwärts Zähler
13	Übertragsbildung
14	Eine einfache Ampelsteuerung
15	Der asynchrone Dualzähler
16	Der asynchrone Rückwärts-Dualzähler
17	Der asynchrone Dezimalzähler
18	Der asynchrone Rückwärts-Dezimalzähler
19	Der Frequenzteiler 1:3
20	Der Frequenzteiler 1:5
21	Ein 1:5 Teiler ohne zusätzliche Verknüpfungsglieder
22	Der Teiler 1:9
23	Der Teiler 1:13
24	Der Teiler 1:50
25*	Ein Sekundenimpuls Generator
26*	Ein sehr empfindlicher Empfänger
27	Der 1:15 Teiler
28	Die Faktorenzerlegung

Nr.	Thema
29	Ein anderer 1:15 Teiler
30	Der 1:129 Teiler
31	Der Schrittmotor
32	Der Aufbau des Schrittmotors
33	Der Halbschrittbetrieb mit Taster
34	Der CMOS Inverter
35	Der Schrittmotor im Vollschrittbetrieb
36	Ansteuerung des Schrittmotors vom Binärteiler
37	Der Polwender
38	Richtungsumschaltung
39	Ansteuerschaltung für Halbschrittbetrieb
40	Zähleransteuerung für Halbschrittbetrieb
41	Eine Nachführsteuerung
42*	Der Differenzverstärker
43*	Der »rund« laufende Schrittmotor

*) Für die Versuche Nr. 25 und 42 sind Bauteile aus »Optoelektronik und Solartechnik«, sowie ein Differenzverstärker-Baustein, der im Baukasten »Operationsverstärker« enthalten ist, erforderlich. Einige Versuche benötigen Wechselspannung, hierfür wird das Lectron Netzgerät empfohlen.





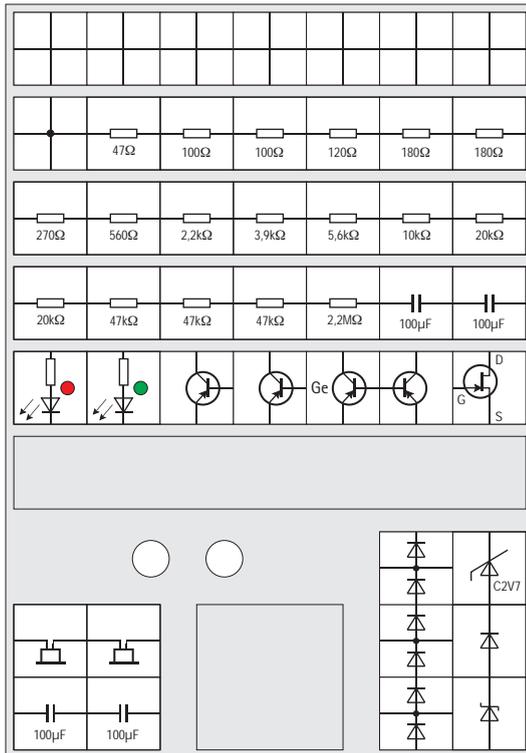
Ausbau-System Operationsverstärker

Wenngleich man leicht den Eindruck gewinnen kann, in moderner Elektronik läuft alles digital ab, so gibt es doch ein Bauelement, das nach wie vor analog arbeitet: den Operationsverstärker. Wahrscheinlich ist er das am weitesten verbreitete Bauelement der modernen Elektronik. Deswegen gibt es bei LECTRON ein eigenes Ergänzungssystem, das sich ausschließlich ihm widmet. Das System enthält alle Spezialbauteile, mit denen man in 83 Versuchen nicht nur die Anwendungen dieses wichtigen Bauteils, sondern auch seinen genauen inneren Aufbau kennen lernt. Neben fünf Operationsverstärkern enthält der Baukasten als »Highlight« einen vielseitig einsetzbaren Funktionsgenerator.

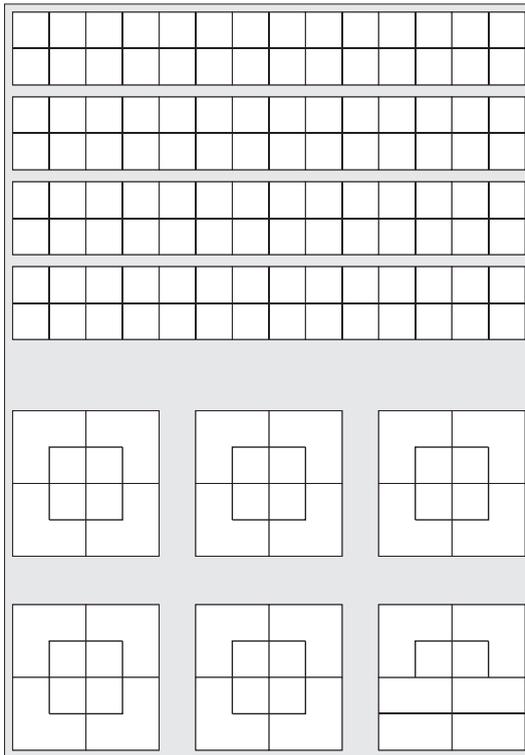
Dieses Ergänzungssystem ist thematisch eine Erweiterung des LECTRON »Start- und Ausbausystems«. Da jedoch für die Versuche bisweilen relativ viele Verbindungs- und Funktionsbausteine des Experimentierkastens »Digital-technik« benötigt werden, ist dieser ebenfalls unbedingt erforderlich.

- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| 01 | Ein einfacher Differenzverstärker |
| 02 | Der LECTRON Transistor - Array - Baustein |
| 03 | Eine integrierte Zenerdiode |
| 04 | Ein verbesserter Differenzverstärker |
| 05 | Differenzverstärker mit zwei Ausgängen |
| 06 | Die Verstärkung eines Differenzverstärkers |
| 07 | Differenzverstärker an zwei Betriebsspannungen |
| 08 | Die Eingangskennlinie eines FETs |
| 09 | Konstantstromquelle mit FET |
| 10 | Differenzverstärker mit FET - Konstantstromquelle |
| 11 | Die Widlar - Stromquelle |
| 12 | Ein einfacher Stromspiegel |
| 13 | Vielfache Stromspiegelungen |
| 14 | Differenzverstärker mit Stromspiegel |
| 15 | Der Wilson Stromspiegel |
| 16 | Die Kaskodeschaltung |
| 17 | Kombinieren von Stromquellen |
| 18 | Eine selbstregelnde Stromquelle |
| 19 | Aufbau eines Operationsverstärkers |
| 20 | Ein kompletter Operationsverstärker |
| 21 | Offsetabgleich beim Funktionsbaustein |
| 22 | Die Strobe - Funktion |
| 23 | Überwachung einer Kondensatorladung |
| 24 | Ein empfindlicher Fotoverstärker |
| 25 | Differenzverstärker mit Fotowiderständen |
| 26 | Der »gebändigte« Operationsverstärker |
| 27 | Der Elektrometerverstärker |
| 28 | Umkehrverstärker mit hohem Eingangswiderstand |
| 29 | Umkehraddierer |
| 30 | Subtrahier - Schaltung |
| 31 | Subtrahier - Schaltung mit Elektrometer-Eingang |

- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 32 | Subtrahierer mit zwei Elektrometer-Eingängen |
| 33 | Bipolarer Koeffizient |
| 34 | Spannungsquelle mit Umkehrverstärker |
| 35 | Spannungsquelle mit höherer Stromaufnahme |
| 36 | Spannungsquelle mit Elektrometerverstärker |
| 37 | Umkehrverstärker als Konstantstromquelle |
| 38 | Elektrometervers. als Konstantstromquelle |
| 39 | Konstantstromquelle mit geerdetem Verbraucher |
| 40 | Schmitt - Trigger |
| 41 | Rechteckgenerator |
| 42 | Schmitt - Trigger mit nichtinvert. Verstärker |
| 43 | Additions - Schmitt - Trigger |
| 44 | Rechteckgenerator mit nichtinvertierendem Operationsverstärker |
| 45 | Umkehrintegrator |
| 46 | Anfangsbedingungen aus erdfreier Spannungsquelle |
| 47 | Anfangsbedingungen aus geerdeter Spannungsquelle |
| 48 | Summationsintegrator |
| 49 | Differenzintegrator |
| 50 | Zweifach - Integrator |
| 51 | Ein Oszillator |
| 52 | Einstellbare Zeitkonstante |
| 53 | Erzeugung negativer Widerstände (NIC) |
| 54 | Spannungsquelle mit negativem Innenwiderstand |
| 55 | Der Gyrtor |
| 56 | Modifizierter Gyrtor |
| 57 | Phasenschiebersoszillator |
| 58 | Wien - Robinson - Oszillator |
| 59 | Tongenerator |
| 60 | Oszillator für Dreiecksschwingungen |
| 61 | Präzision - Schmitt - Trigger |



Nr.	Thema
62	Multivibrator mit Präzisions - Schmitt - Trigger
63	Erzeugung niedriger Frequenzen
64	Einfacher Funktionsgenerator
65	Spannungsgesteuerter Oszillator
66	Sinus - Synthese
67	Transkonduktanz - Verstärker (OTA)
68	LECTRON - Funktionsgenerator
69	Feineinstellung der Oszillatorfrequenz
70	Frequenzmodulation
71	Frequenzumschaltung
72	Puls generierung
73	Sinus- und Dreieckssignalgenerierung
74	Analog Multiplizierer
75	Logarithmierer
76	Temperaturkompensierter Logarithmierer
77	Abtast - Halte - Glied
78	Präzisions - Vollweg - Gleichrichter
79	Präzisions - Vollweg - Gleichrichter mit Effektivwertanzeige für Gleich- und Wechselspannungen
80	Präzisions - Vollweg - Gleichrichter mit geerdetem Ausgang
81	Aktives Doppel - T - Filter
82	Aktive Doppel - T - Bandsperre
83	Bandpass mit Mehrfachgegenkopplung

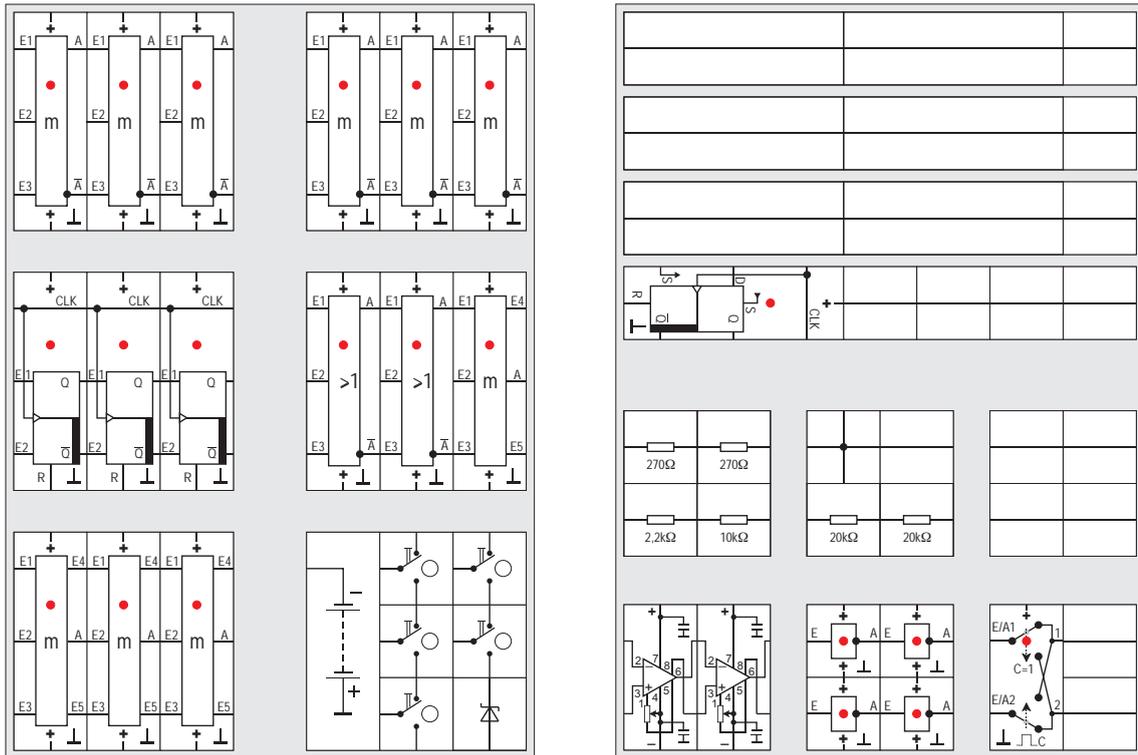


Ausbau-System Schwellwert- und Majoritätslogik

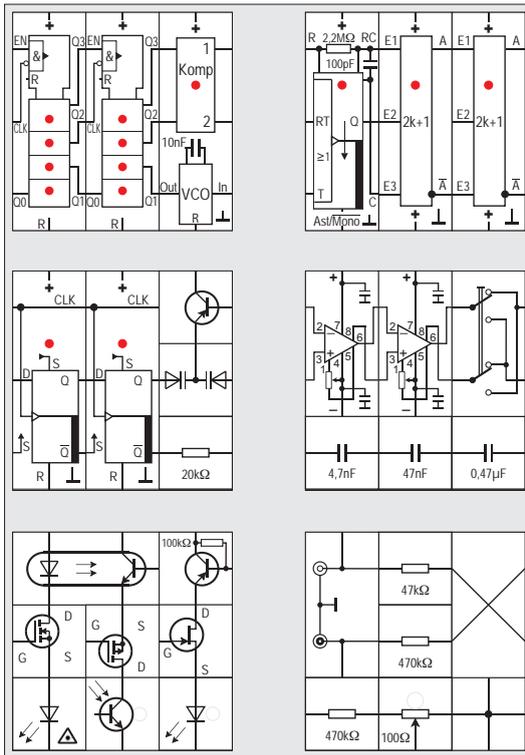
Allgemein werden logische Verknüpfungen von Signalen in der Digitaltechnik mit NAND- und NOR- Bausteinen durchgeführt. Das Ergebnis ist dann gewöhnlich davon bestimmt, *welches* 1 - Signal an *welchem* Eingang liegt. Allerdings gibt es auch Aufgabenstellungen, bei denen das Ausgangssignal davon abhängig sein soll, *wie viele* 1 - Signale an den Eingängen gleichzeitig auftreten. Die Zuordnung eines Signals zu einem bestimmten Eingang ist dabei unwichtig, wichtig ist für das Ausgangssignal nur ihre Anzahl. Aufgaben dieser Art kommen vor allem bei Mustererkennungen in der statistischen Informationsverarbeitung vor und können mit den Elementen der Schwellwertlogik eleganter gelöst werden als mit konventioneller Schaltalgebra.

Dieses von der Theorie her anspruchsvolle Ergänzungssystem baut thematisch auf dem »Start- und Ausbausystem« sowie auf »Digitaltechnik« auf. Wünschenswert sind Kenntnisse über den Operationsverstärker, jedoch nicht unbedingt erforderlich. Praktisch wird man Schritt für Schritt in 60 Versuchen mit Spezialbausteinen in die Eigenheiten dieser Logik eingeführt und erhält tiefere Einsichten über das Wesen logischer Verknüpfungen und der Mustererkennung. Ein Syntheseverfahren rundet den Lehrgang ab.

Nr.	Thema	Nr.	Thema
01	Schwellwertbaustein mit Umkehrdädierer	30	7 - Eingangs - Majoritätsverknüpfung mit minimaler Bausteinanzahl
02	UND - Verknüpfung	31	Optimierte Prüfschaltung für 2 aus 5 - Code
03	ODER - Verknüpfung	32	Korrelation von 60%, 80%, 100%
04	Schwellwertbaustein mit doppelt gewichtetem Eingang	33	Korrelation von 75% oder 100%
05	UND - ODER - Funktion	34	Korrelation von 100%
06	Mindestens - 3 - von - 4 - Funktion	35	Majoritäts - Funktion als Tiefpass
07	Mindestens - 2 - von - 4 - Funktion	36	Majoritätsfunktion als Hochpass
08	ODER - Funktion mit vier Variablen	37	Koinzidenz - Flipflop mit 3 - Eingangs - Majoritätsbaustein
09	UND - Funktion mit vier Variablen	38	Koinzidenz - Flipflop mit 5 - Eingangs - Majoritätsbaustein
10	3 - Eingangs - Majoritätsbaustein	39	Taktgesteuerte Störimpulsausblendung
11	UND - Verknüpfung mit Majoritätsbaustein	40	Störimpulsunterdrückung
12	ODER - Verknüpfung mit Majoritätsbaustein	41	Dreierzähler mit drei Majoritätsbausteinen
13	Volladdierer	42	Fünferzähler mit fünf Majoritätsbausteinen
14	Netzwerk für Codeprüfungen	43	Zweierzähler mit zwei Majoritätsbausteinen
15	Erweitertes Netzwerk für Codeprüfungen	44	Viererzähler
16	Komparator	45	Stabil arbeitender Zweierzähler
17	5 - Eingangs - Majoritätsverknüpfung	46	Stabil arbeitender Viererzähler
18	Optimierte 5 - Eingangs - Majoritätsverknüpfung	47	Dezimalzähler
19	5 - Eingangs - Majoritätsbaustein	48	Zähler aus 5 - Eingangs - Majoritätsbausteinen
20	5 - Eingangs - Majoritätsbaustein als 3 - Eingangs - Majoritätsverknüpfung	49	Taktgesteuertes Koinzidenzflipflop
21	UND - Verknüpfung mit drei Variablen	50	Taktgesteuertes Koinzidenzflipflop mit drei Eingängen
22	ODER - Verknüpfung mit drei Variablen	51	Koinzidenzflipflop mit D - Flipflop
23	UND - ODER - Verknüpfung	52	LECTRON Koinzidenzflipflop - Baustein
24	ODER - UND - Verknüpfung	53	Binärteiler
25	UND - ODER - Verknüpfung für vier Variable	54	Teilerstufe
26	Mindestens - 3 - von - 4 - Verknüpfung	55	Synchroner modulo - 8 - Zähler
27	Mindestens - 2 - von - 4 - Verknüpfung		Entwurf des modulo - 8 - Zählers
28	Volladdierer aus zwei Majoritätsbausteinen	56	Modulo - 8 - Rückwärtszähler
29	Codeprüfungsnetzwerk aus 5 - Eingangs - Majoritätsbausteinen		



- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 57 | Modulo - 8 Vorwärts/Rückwärtszähler |
| 58 | Voreinstellbarer modulo - 4 - Vorwärts/Rückwärtszähler |
| 59 | Universelles Schieberegister |
| 60 | Zähler mit dynamischen Referenzsignalen |
| | Anhang |
| | Syntheseverfahren nach Akers und Negrin |



Ausbau-System PLL - Technik

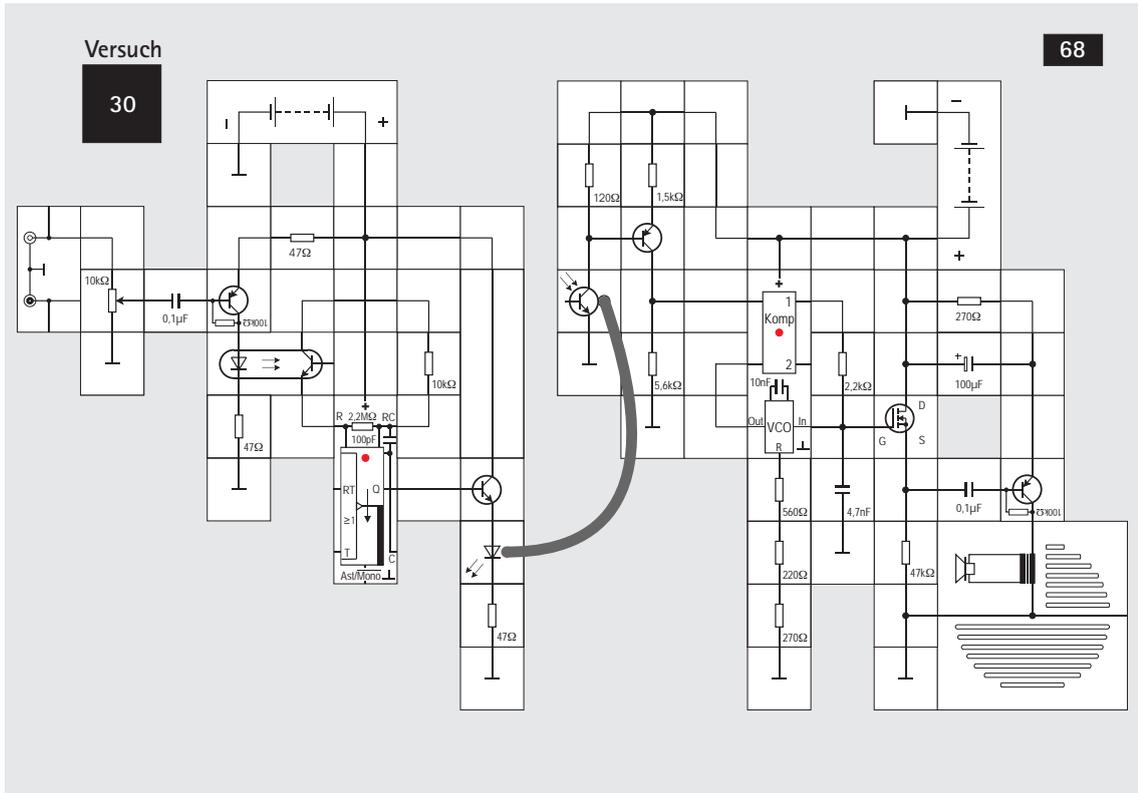
Dieser Experimentierbaukasten zeigt in 48 Versuchen, wozu und wie man die Technik der »Phasenregelschleife«, auch »Nachlaufsynchronisation« genannt, einsetzen kann. Aufgabe dieser Schaltungstechnik ist es, die Frequenz eines Oszillators so genau zu regeln, dass sie stets in Frequenz und Phase mit der eines Bezugsoszillators exakt übereinstimmt. Welche wichtigen Anwendungen nicht nur in der Nachrichtentechnik sondern auch in Elektronikgeräten unseres Alltags daraus resultieren, ohne dass es uns bewusst ist, wird ausführlich dargestellt.

Neben dem PLL - Baustein enthält der Kasten auch eine Reihe neuer Bausteine, die sehr gut in der Digitaltechnik einzusetzen sind: eine EXOR/EXNOR Verknüpfung, einen 4-Bit-Binärzähler, einen astabilen / monostabilen Multivibrator und einen Optokoppler.

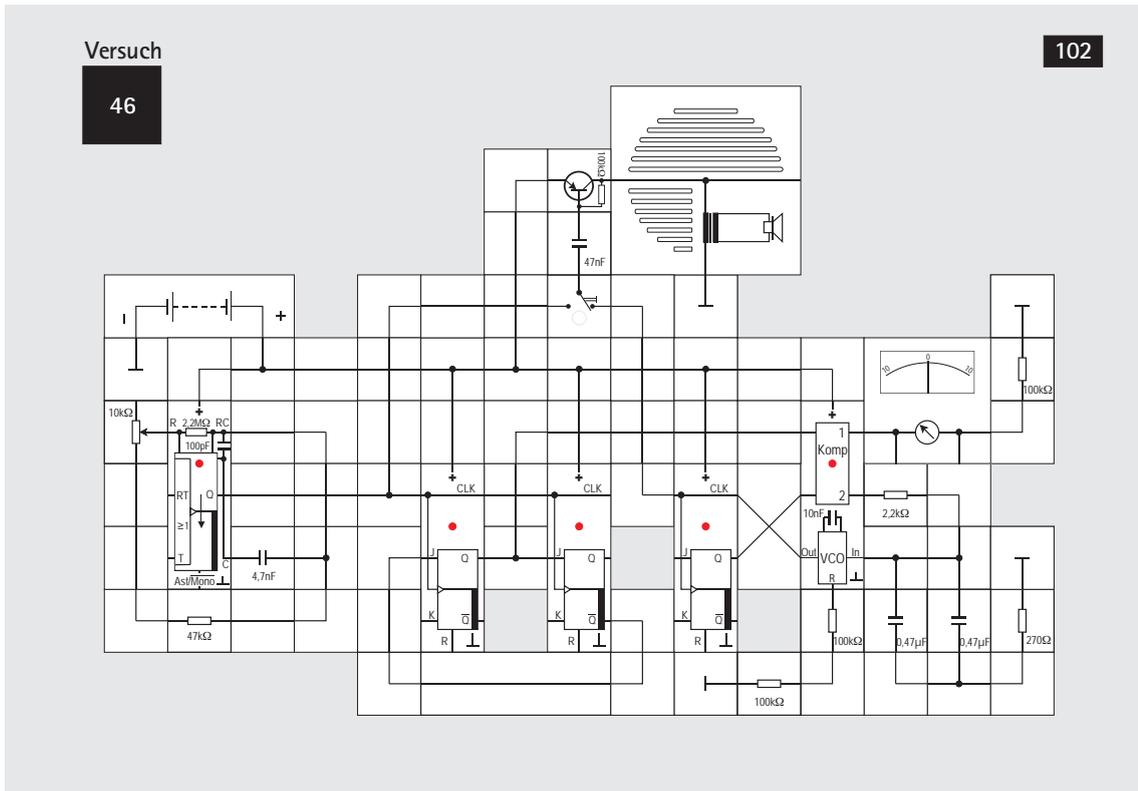
Dieses von der Theorie her anspruchsvolle Ergänzungssystem baut auf dem »Start- und Ausbausystem« sowie auf »Digitaltechnik« auf. Kenntnisse über die Funktion des Operationsverstärkers sind wünschenswert, jedoch nicht unbedingt erforderlich, da alles ausreichend erläutert wird. Ein Berechnungsbeispiel für das Schleifenfilter rundet den Lehrgang ab.

- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| | Zu diesem Kasten |
| 1 | Komparator |
| 2 | EXOR/EXNOR Funktionsbaustein |
| 3 | Blinkschaltung |
| 4 | Astabiler Multivibrator |
| 5 | Optokoppler |
| 6 | Lectron Baustein Astabiler/Monostabiler Multivibrator |
| 7 | Abstellbarer Oszillator |
| 8 | Oszillator mit veränderlicher Frequenz |
| 9 | Helligkeitsgesteuerter Oszillator |
| 10 | Spannungsgesteuerter Oszillator |
| 11 | Pseudo-Zufallsgenerator |
| 12 | Pseudo-Zufallsgenerator (Version 2) |
| 13 | Pseudo-Zufallsgenerator mit 7 Zellen |
| 14 | Pseudo-Zufallsgenerator mit 8 Zellen |
| 15 | Monostabile Kippstufe |
| 16 | Retriggerbare monostabile Kippstufe |
| 17 | Retriggerbare monostabile Kippstufe mit Differenzierglied |
| 18 | Spannungs - Frequenz - Umsetzer |
| 19 | PLL - Baustein |
| 20 | Eigenschaften des Komparators |
| 21 | Der VCO |
| 22 | Frequenzmodulation |
| 23 | Schwebung |

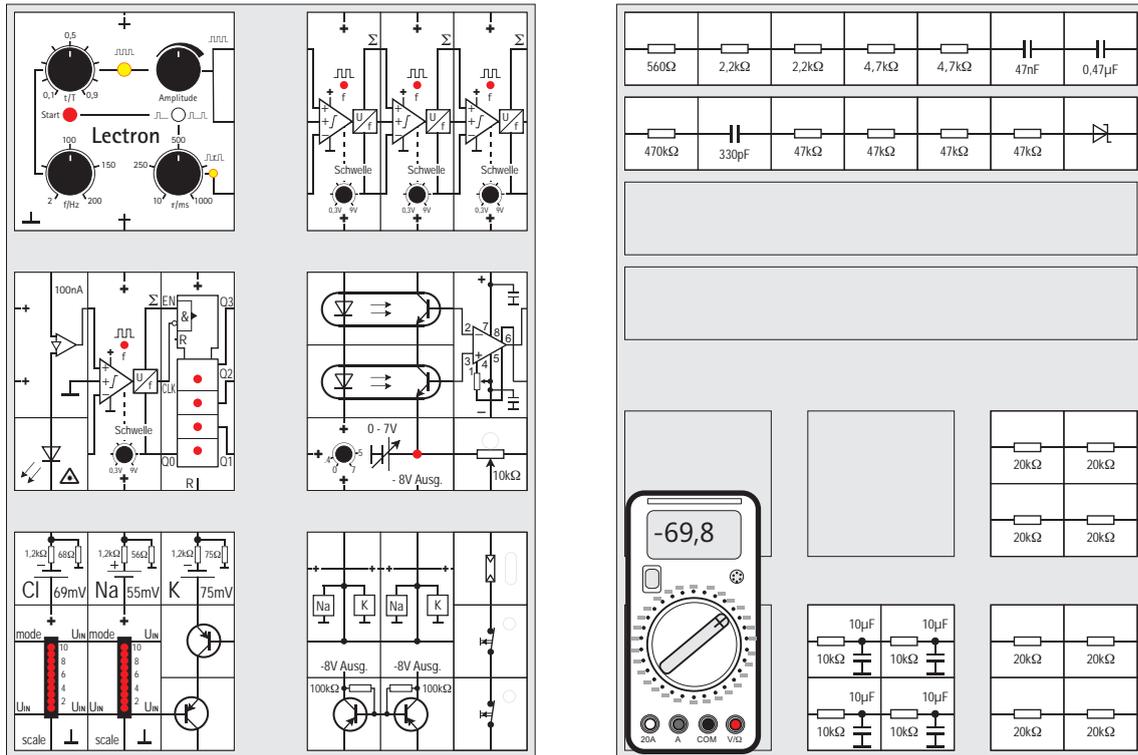
- | Nr. | Thema |
|-----|--|
| 24 | Regelkreis |
| 25 | Anzeige der VCO - Steuerspannung |
| 26 | Das FSK-Verfahren |
| 27 | Temperatur-Messwertfernübertragung |
| 28 | Einrasten auf Harmonischen |
| 29 | FM Modulation |
| 30 | FM Demodulation |
| 31 | Ansteuerungsvariante |
| 32 | Modulation mit Kapazitätsdiode |
| 33 | Flankensensitiver Komparator |
| 34 | Vergleich der Komparatoren |
| 35 | Flankengetriggertes RS-Flipflop (Variante) |
| 36 | Phasenkomparator 2 |
| 37 | Phasenkomparator 2 (Fortsetzung) |
| 38 | Frequenzsynthese |
| 39 | Frequenzverdopplung |
| 40 | Binärzähler Baustein |
| 41 | Zählen mit fallender Flanke |
| 42 | Synchrone Zählererweiterung |
| 43 | Asynchrone Zählererweiterung |
| 44 | Frequenzverdopplung (Variante) |
| 45 | Frequenzvervierfachung |
| 46 | Rationale Teilerfrequenzen |
| 47 | Rationale Teilerfrequenzen (Variante) |
| 48 | Netzfrequenzvervielfachung |
| | Anhang: Berechnung des Schleifenfilters |
| | Literaturverzeichnis |



FM Modulation und Demodulation



Frequenzvervielfachung



- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| | Zu diesem Kasten |
| | Zu dieser Anleitung |
| | Simulation neurophysiologischer Vorgänge |
| | Wie liest man eine Schaltung? |
| 1 | Ein einfacher elektrischer Stromkreis |
| 2 | Die Beladungshöhe oder das Potenzial |
| | Das Lectron Messinstrument |
| 3 | Messung der elektrischen Stromstärke |
| 4 | Schaltungsanalyse Schaltung 1 |
| 5 | Schaltungsanalyse Schaltung 2 |
| | Analyse komplizierterer Schaltungen 1 |
| | Analyse komplizierterer Schaltungen 2 |
| | Historisches |
| | Aufbau einer Nervenzelle |
| | Nervenzelle im Ruhezustand |
| | Schema einer Nervenzelle |
| | Untersuchung d. elekt. Vorgänge an Zellen |
| | Simulation neurophysiologischer Zustände |
| | Bestimmung der Bauteilwerte |
| | Die Potenzialzellen und ihre Ladung |
| 6 | Neuronmembran mit Ruhepotential |
| | Berechnung des Ruhepotenzials |
| 7 | Messung des Ruhepotenzials mit dem Lectron Messinstrument |
| | Der Operationsverstärkerbaustein |
| 8 | Messung des Ruhepotenzials (Variante) |
| | Der Spannungsreglerbaustein |
| 9 | Messung der Ströme beim Ruhepotential |
| | Der Nanoamperemeterverstärker |
| | Physik der Ionenkanäle |
| | Unterschiedliche Ionenkanäle |
| 10 | Geregelte Ionenkanäle |

- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| 11 | Ligandengesteuerte Ionenkanäle 1 |
| | Der Fotowiderstandsbaustein |
| 12 | Ligandengesteuerte Ionenkanäle 2 |
| | Der Optokoppler Baustein |
| | Aktionspotenziale (Hodgkin-Huxley-Modell) |
| 13 | Simulation von Aktionspotenzialen |
| 14 | Aktionspotenzial, Messung der Ströme |
| 15 | Verbesserte Simulation d. Aktionspotenzials |
| | Elektrophysiologische Messmethoden |
| | Differenzverstärker |
| 16 | Intra- und extrazelluläre Spannungsmessung |
| 17 | Messung von Membranspannungen 1 |
| 18 | Messung von Membranspannungen 2 |
| 19 | Der Feldeffekttransistor |
| 20 | Der Differenzverstärker |
| 21 | Der LED-Anzeige Baustein |
| 22 | Kompensationsschaltungen |
| 23 | Die »Wheatstone« -Messbrücke |
| 24 | Die Spannungsklammer |
| 25 | Die Spannungsklammer (erweiterte Schaltung) |
| 26 | Simulation von Nervenzellenabschnitten |
| 27 | Simulation eines Dendritenabschnitts |
| 28 | Weiterleitung von Potenzialänderungen |
| | Messbereichserweiterung beim Instrument |
| 29 | Vereinfachte Messung |
| 30 | Berücksichtigung der Kapazität |
| | Nervensystem und Computer |
| 31 | Digitaler (Halb-) Addierer |
| 32 | Der analoge Umkehrdierer |
| | Synapsen |
| | Funktion von (chemischen) Synapsen |
| | Simulation von Synapsen |

Ausbausystem Neurophysiologie

Was passiert eigentlich in unserem Körper, wenn sich ein Muskel zusammenzieht, das Herz schlägt, eine Drüse ein Sekret abgibt oder unser Gehirn arbeitet? Antwort auf alle diese Fragen gibt die Zusammenstellung von Experimenten dieses Lectron Ausbausystems.

Bei allen lebenswichtigen Aktivitäten entstehen im Körper elektrische Spannungen nämlich dadurch, dass sich arbeitende Organe gegenüber dem sie umgebenden Gewebe elektrisch negativ verhalten. Es entstehen sogenannte für die einzelne Aktion charakteristische »Aktionspotenziale«, die im ganzen Körper vorhanden sind und mit geeigneten Mitteln z. B. an der Haut gemessen werden können.

Dieses Ausbausystem beschäftigt sich mit dem faszinierenden Thema der Funktion unseres Nervensystems. Nervenzellen funktionieren »mit Strom«, genau so wie die Elemente der elektronischen Schaltungen. Deswegen liegt es nahe, Vorgänge des Nervensystems mit elektronischen Bauelementen nachzubilden. Mit diesem Simulationsverfahren beschäftigt sich dieser Kasten.

Für wen sind hier beschriebenen Experimente bestimmt? Zunächst kann sich jeder Interessierte mit diesen Versuchen Kenntnisse über das Nervensystem erarbeiten – durch praktische Versuche, ohne dass er Tiere untersuchen oder das komplizierte Versuchsdesign biologischer Versuchsaufbauten beherrschen muss.

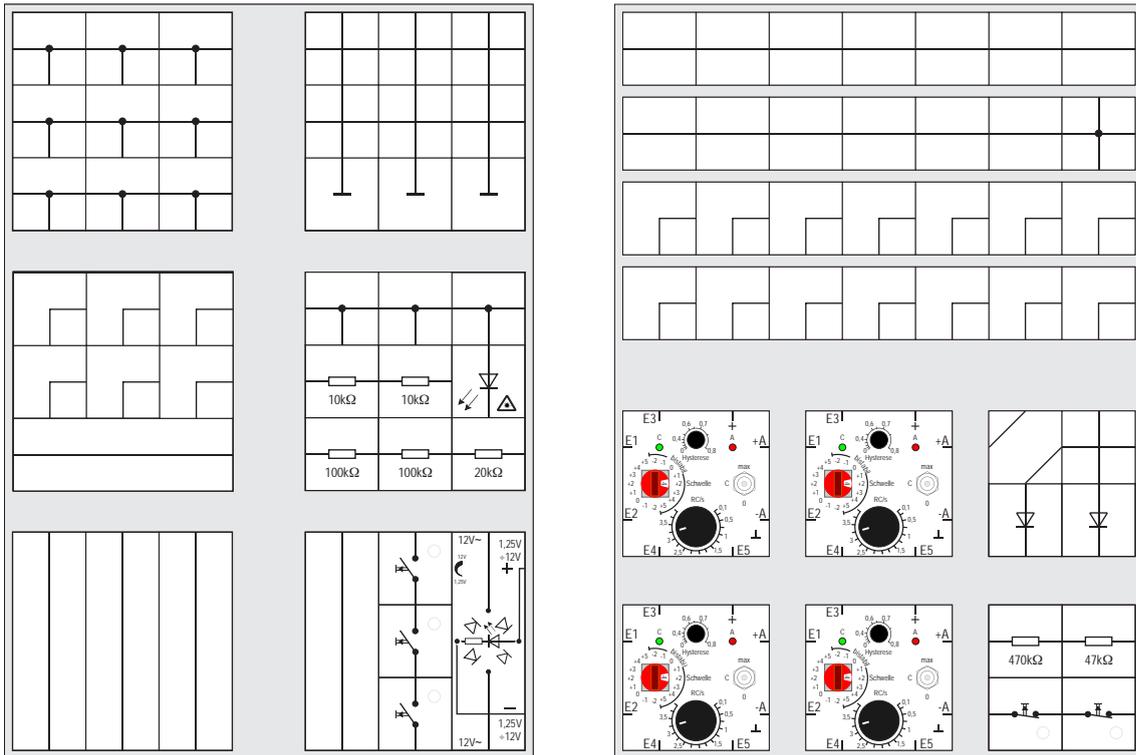
Besonders geeignet sind die Versuche aber auch für Schüler und Studierende, die sich so in dieses Gebiet einarbeiten und die oft schwer verständlichen Erläuterungen aus Lehrbüchern, Unterrichtsstunden und Vorlesungen »mit ihren Händen« erarbeiten können.

Physikalische Vorgänge sind in der Regel weniger komplex als biologische Systeme, die Grundprinzipien sind aber übertragbar. Deshalb kann die Reduktion der Komplexität beim Verständnis der Biologie helfen, indem man zunächst das physikalische System versteht und es dann auf das biologische System überträgt.

Die 2. Auflage von »Neurophysiologie« ist gegenüber der ersten überarbeitet und gleichzeitig von 66 auf 86 Experimente stark erweitert worden. Hinzu gekommen sind insbesondere Kapitel zur Einführung in die Elektronik für alle diejenigen, denen vielleicht die nötigen Grundlagen nicht mehr ganz präsent sind. Außerdem wurde der bisher nur knapp gehaltene Teil mit Versuchen zum Herzen durch weitere Experimente, die bis zur Aufnahme eines EKGs reichen, erweitert.

Damit der Kostenrahmen für den Experimentierkasten gewahrt bleibt, sind ihm einige neu entwickelte Spezialbausteine für diese Versuche (ab Nr. 78) nicht beigegeben. Sie müssen bei Bedarf von Lectron zugekauft werden. Eine Liste mit den entsprechenden Bestellnummern befindet sich im Anleitungsbuch.

Nr.	Thema	Nr.	Thema
33	Simul. der exzitatorischen Synapsenmembran 1		Sinneszellen Logarithmischer Verstärker Differentiator
34	Simul. der exzitatorischen Synapsenmembran 2	62	Sinneszelle mit linearer Kennlinie
35	Simul. der exzitatorischen Synapsenmembran 3	63	Sinneszelle mit logarithmischer Kennlinie
36	Simul. der inhibitorischen Synapsenmembran	64	On-Off-Sinneszelle
37	Simulation der exzitatorischen Synapse	65	Simulation einer Lichtsinnezelle
38	Funktionen einer Synapse		Grundsaltungen f. d. Verbindungen v. Nervenzellen
39	Simulation der Axonmembran u. von erregbaren Zellen	66	Die Reflex-Prinzipschaltung
40	Simulation d. Axonmembran (Variante)	67	Verbesserte Reflex-Prinzipschaltung
41	Optisch reizbare Nervenzelle	68	Die 1:1 Verschaltung
42	Modell einer Muskelzelle	69	Vorzeichenumkehr
43	Der FHN Baustein	70	Renshaw-Zellen
44	Herzmuskelzelle	71	Laterale Inhibition
45	Erregungsfortleitung auf dem Axon	72	Die Konvergenzschaltung
46	Elektronische Synapsen	73	Die Divergenzschaltung
47	Simulation der exzitatorischen Synapse	74	Reziproke Vernetzung
48	Exzitatorische Synapse mit Optokoppler	75	Ein einfacher Taktgeber
49	Simulation der inhibitorischen Synapse	76	Rekurrente Vernetzung
50	Inhibitorische Synapse mit Optokoppler		Herz und Elektrokardiogramm
	Elektronische Nervenzellmodelle	77	Erregungsleitung im Herzen
	Mehrfach - Subtrahierer	78	Der EKG-Simulator
51	Der Neuron / Axonhügel Baustein	79	EKG-Simulator mit Optokoppler
52	Der Binärzähler Baustein		Der Instrumentationsverstärker Elektronische Filter
53	Summation / Integration		Elektroden für medizinische Messungen
54	Inhibition durch Integration	80	Der EKG-Verstärker Baustein
55	Der Stimulator Baustein	81	Der EKG-Verstärker mit LWL-Isolierung
56	Amplitude vs. Tastverhältnis	82	Aufnahme eines EKGs
57	Übertragungsfunktion des Neurons	83	Stromfluss durch einen Modellmensch
58	Zeitliche Integration	84	Schrittspannung bei Blitzeinschlag
59	Räumliche Integration		Der Konstantstromquellen Baustein
60	Räumlich / zeitliche Integration	85	Der Defibrillator
61	Räumliche Integration mit Inhibition	86	Der Defibrillator (Alternative)



Die Versuche V1 bis V23 sind mit den Bauteilen dieser beiden Paletten (Grundsystem 1017) möglich.
Zur Durchführung aller 54 Versuche sind zusätzlich die Bausteine des Ausbausystems 1018 erforderlich.

- Bauteileübersicht**
Verzeichnis der Versuche
1. Einleitung: Zu diesem Experimentierkasten
 - Was ist Leben?
 - Eine kurze Einführung zur Genregulation / Transkription und Translation
 - Modelle und Simulationen
 2. Der Gen-Baustein
 - Blockschaltbild des Gen-Bausteins
 - V1 Aktivieren des Gen-Bausteins
 - V2 Oszillator mit Gen-Baustein
 - V3 Speicherzelle mit Gen-Baustein
 - V4 Speicherz. m. Gen-Bst. (Bistabile Alternative)
 - V4A Mechan. Selbsthltg. Et -unterbrechung
 - V5 Dominante Setz- und Rücksetzfunktion
 - V5A Koinzidenzspeicher
 - V6 Realisierbare Schwellwertfunktionen
 - V7 Zeitkonstante und Hysterese
 3. Kleine Gen-Schaltkreise
 - V8 Zwei gekoppelte Gen-Bausteine (++)
 - V9 Zwei gekoppelte Gen-Bausteine (--)
 - V10 Zwei gekoppelte Gen-Bausteine (+-)
 - V11 Zwei Master-Slave-gekoppelte Gen-Bausteine
 - V12 Zwei einfach gekoppelte Oszillatoren
 - V13 Zwei gegenseitig gekoppelte Oszillatoren
 - V14 Wechselschalter
 - V15 Kopplung von drei Bausteinen (---)
 - V16 Repressilator
 - V17 Kopplung von drei Bausteinen (++-)
 - V18 Kopplungen dreier Baust. (+--), Et (+++)
 - V19 Doppelkopplungen dreier Bausteine (±±±)
 - V20 Doppelkopplungen dreier Bausteine (===)
 - V21 Kopplung von drei Oszillatoren
 - V22 Ringschaltungen mit 4 Gen-Bausteinen
 - V23 Ringschaltung mit 4 Gen-Bausteinen und doppelter Kopplung (±±±±)
 - V24 Ringschaltung mit 8 Gen-Bausteinen und doppelter Kopplung
 - V25 Feed-forward loops
 - V26 Gekoppelte Oszillatoren
 4. Gen-Netze lebender Zellen
 - Zwischenbemerkung
 - V27 Simulationsmodell der Bäckerhefe
 - Der Attraktor im Simulationsmodell
 - V28 Lichtabhängige Teilung b. d. Bäckerhefe
 - V29 Feinabgleich der Verzögerung
 - V30 Simulationsmodell der Teilungshefe
 - Mutationen
 - Attraktor der Teilungshefe
 5. Schwarmverhalten von Mikroben
 - V31 Simulationsmodell d. Ackerschmalwand
 - Exkurs: Automat. Ablauf d. Blütensequenz
 - V32 Signalverknüpfung mit Dioden
 - V33 Taktgeber mit Timer Baustein
 - V34 Taktgeber mit Timer Baustein (Altern.)
 - V35 LUG automatisch schalten
 - V36 LFY automatisch schalten
 - V37 SUP automatisch schalten
 - Zeitdiagramm Simul. Ackerschmalwand
 - V38 Simul. Ackerschmalwand ohne Timer
 - Simulation der Segmententwicklung bei der Reismehlkäferlarve
 - V39A Simul. der Segmententwicklung bei der Reismehlkäferlarve (Altern. Aufbau)
 - V40 Simulation der Segmententwicklung bei der Taufliede Drosophila melanogaster
 - V40A Zyklische Simulation Drosophila mela.
 - V41 Simulation der Differenzierung hämatopoetischer Stammzellen
 - V42 Differenzierung bei Stammzellen
 - V42A Zyklische Simulation Stammzellen
 - Eigene Versuche
 6. Digitaltechnik mit dem Gen-Baustein
 - V43 Schwarmbildung
 - V44 Quorum Sensing
 - V45 Verbessertes Modell I f. Quorum Sensing
 - V46 Verbessertes Modell II f. Quorum Sensing
 - V47 Repressilator und Quorum Sensing
 - V48 Alternativer Aufbau dazu
 - Der Operationsverstärker
 - Die Ladungspumpe
 - Der LED-Anzeige-Baustein
 7. Digitaltechnik mit dem Gen-Baustein
 - V49 Zähler m. 5-Eingangs-Majoritätsbaust.
 - V50 Zähler mit 4 Gen-Bausteinen
 - V51 Zähler mit 4 Gen-Bausteinen (Alternative)
 - V52 Zähler mit 6 Gen-Bausteinen
 - Der MOSFET
 - V52A Teilerstufe
 - V52B Erweiterung der Teilerstufe
 - V52C Teilerstufe (Alternativer Aufbau)
 - V52D Teilerstufe (Alternativer Aufbau)
 - V53 Schieberegister
 - V54 Schieberegister, alternative Version
 - Nützliche Ergänzungsbausteine
 - V55 Schieberegister mit Rücksetzfunktion
 - V56 Schiebereg. mit Rücksetzfunktion 2. Vers.
 - Nicht ganzzahlige Schwellen
- Bauteileübersicht V1 - V56
Literaturhinweise

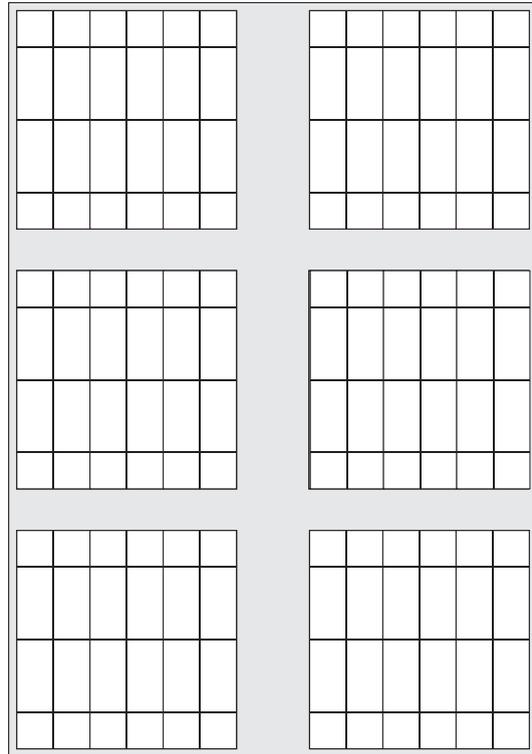
Genregulation

Dieser Baukasten (1019) über das hochaktuelle Thema ist für den Unterricht in der Sekundarstufe II sowie für Studierende biowissenschaftlicher Studiengänge gedacht. Er ist außerdem zur Demonstration systembiologischer Fragestellungen in Forschung und Lehre bestens geeignet. Zur Durchführung der über 54 Versuche sind keine Kenntnisse in Elektronik nötig; die erforderlichen wenigen Grundkenntnisse werden bei der Durchführung der Versuche erworben.

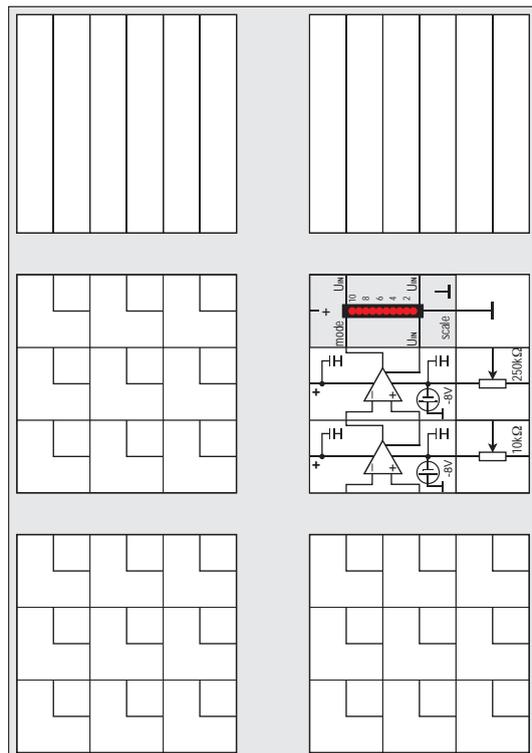
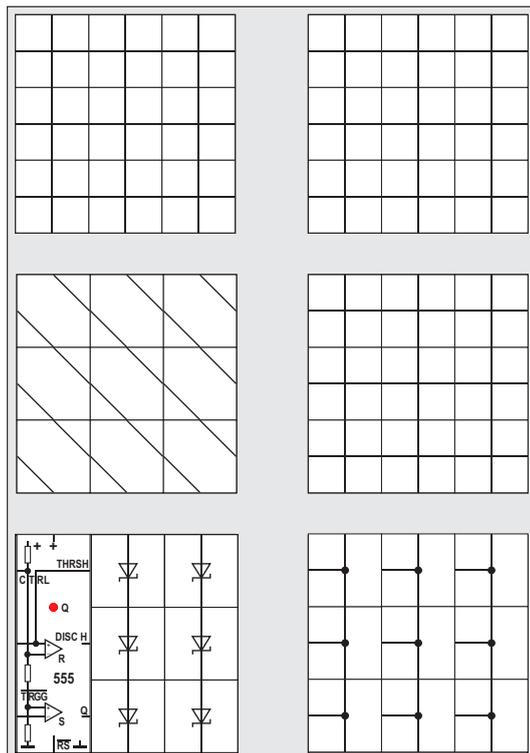
Zentraler Baustein ist der Gen-Baustein, der als Schalter funktioniert. Durch Verbinden mehrerer Bausteine werden genetische Netze modelliert, an denen man studieren kann, wie Wechselwirkungen in dem Netz entstehen. Diese sorgen z. B. dafür, dass eine Zelle bei ihrer Teilung die dazu benötigten Proteine, deren Baupläne im DNA-Strang gespeichert sind, zur richtigen Zeit in richtiger Konzentration herstellt, damit die einzelnen Schritte in der passenden Folge ablaufen.

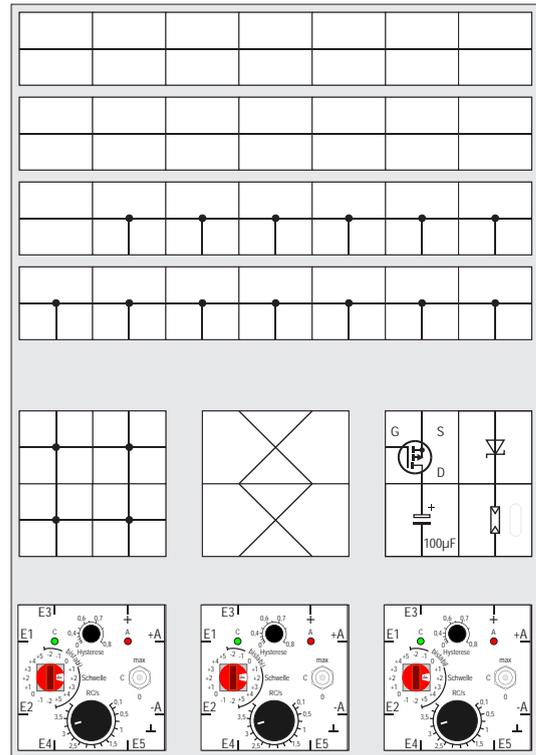
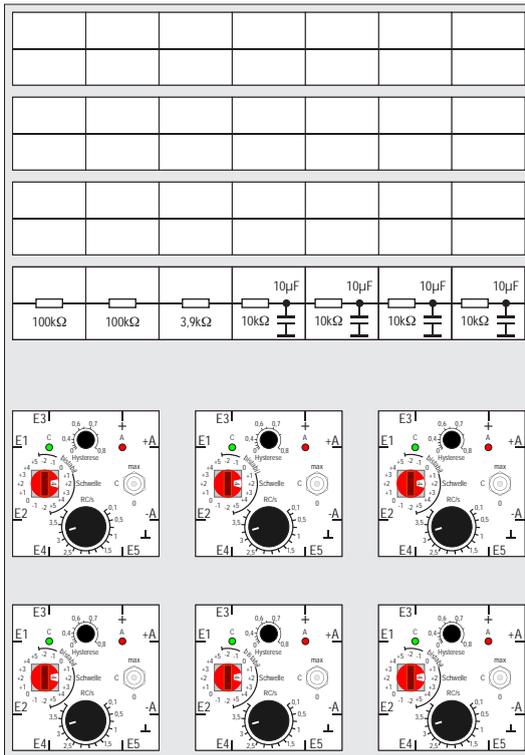
Die sehr großen auf einer DIN A2 Platte aufgebauten Modelle sind Netze aus bis zu 13 Gen-Bausteinen zur Simulation und Mutation von Entwicklungsschritten bei Bäcker- und Bierhefe, bei der Ackerschmalwand, den Larven von Reismehlkäfer und Taufleie, sowie zur Differenzierung von Stammzellen. Weitere Versuche beschäftigen sich mit dem Schwarmverhalten von Mikroben und der Nachbildung von Schaltungen (Zähler, Schieberegister), wie sie in der Digitaltechnik vorkommen.

Für diejenigen, die erst einmal in dieses Thema hinein schnuppern möchten, gibt es ein Grundsystem (1017) mit vier Gen-Bausteinen, womit die ersten 23 grundlegenden Versuche durchgeführt werden können.



Das Anleitungsbuch ist auch in der englischen Version erhältlich

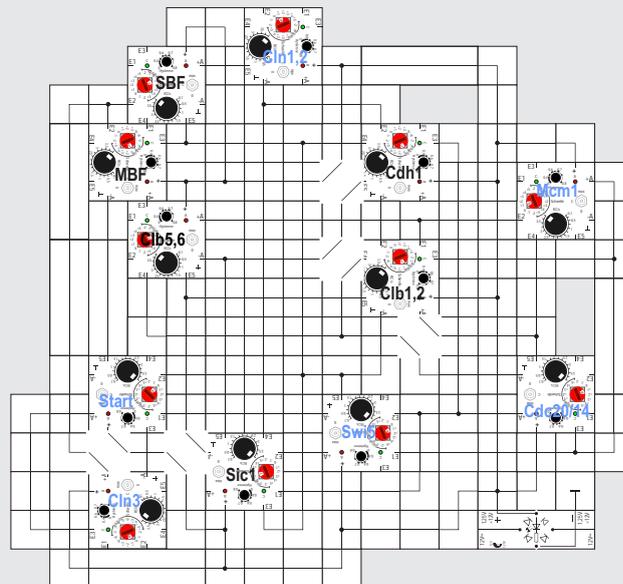


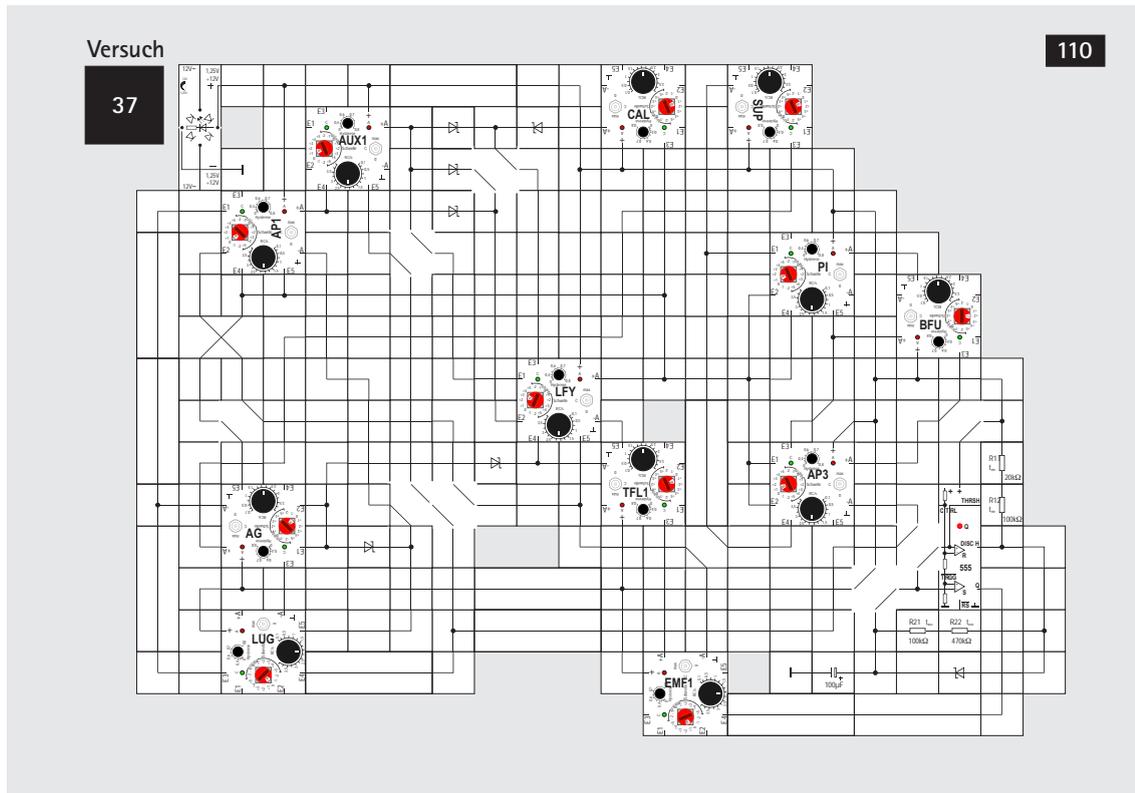


Versuch

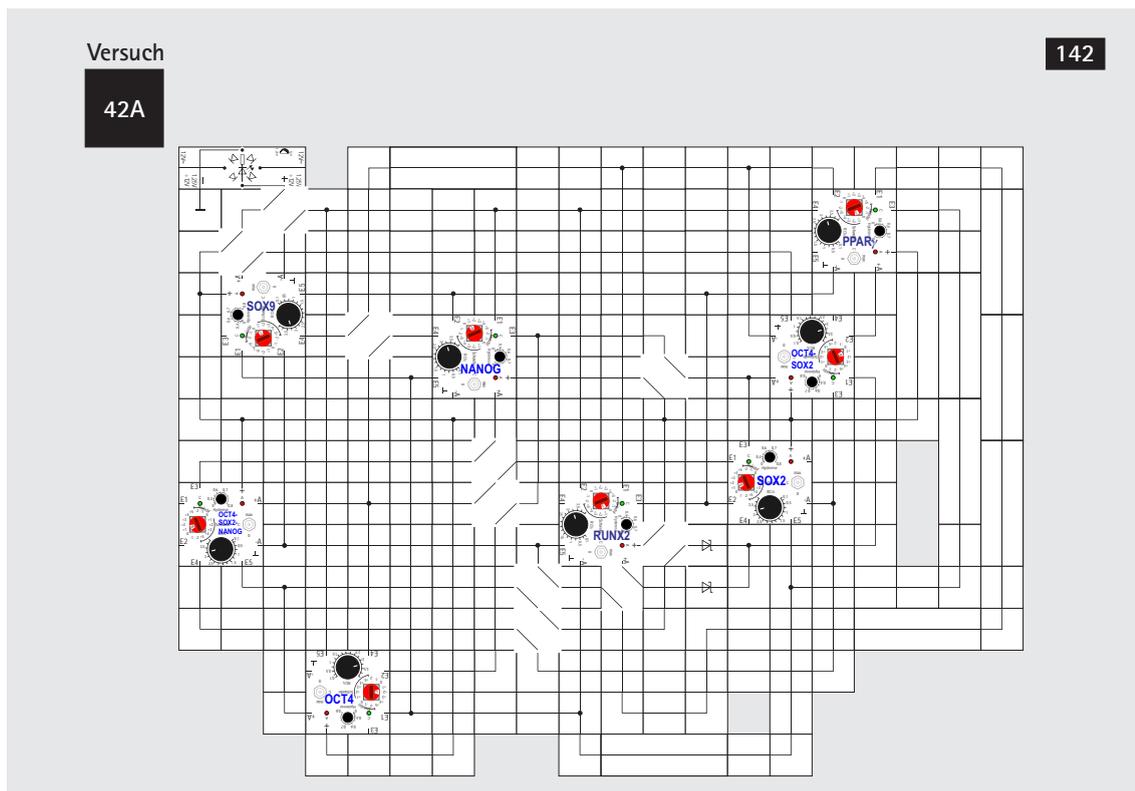
27

76

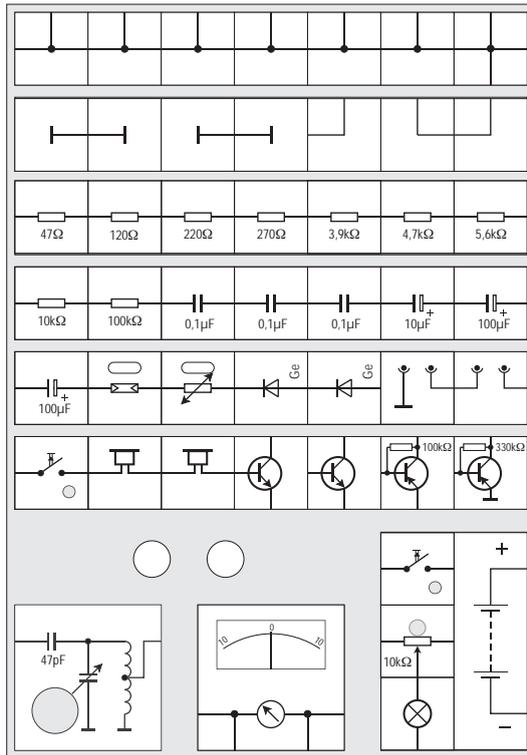




Simulationsmodell der Ackerschmalwand (Automatischer Ablauf der Blütensequenz)



Zyklische Simulation Stammzellen



Übungssystem

Das Übungssystem für den Einsatz an Schulen in den Klassen 7 bis 10 ist aus dem LECTRON Trainer 1102 hervorgegangen und hat gegenüber seinem Vorgänger folgende Verbesserungen:

Ein weiterer Taster gestattet, einige Schaltungen eleganter aufzubauen als bisher.

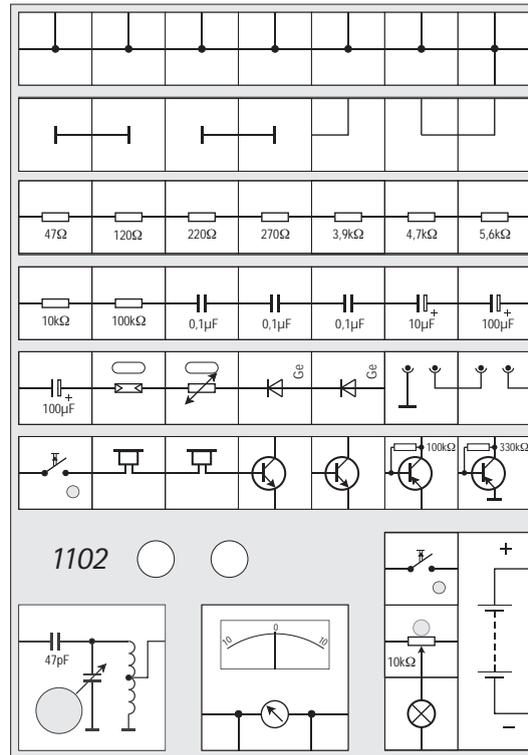
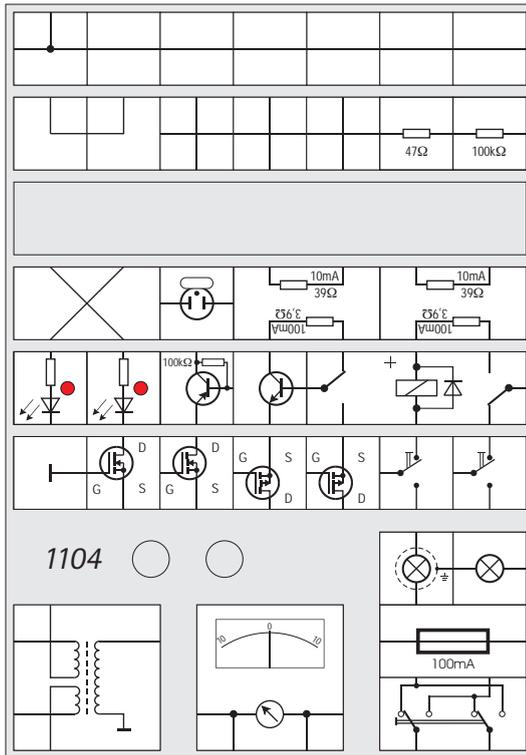
Der jetzt zweipolige Batteriekasten ermöglicht es, den Plus- oder den Minuspol der 9 V Batteriespannung an die Grundplatte zu legen; durch die hauptsächliche Verwendung der beiden zusätzlichen Silizium - npn - Transistoren ist letzteres bei den meisten Versuchen geschehen. Einige Versuche benötigen den bausteininternen Basis - Kollektor - Widerstand; hier werden die bewährten pnp - Germanium - Transistoren eingesetzt und der Pluspol an die Platte gelegt. Es hätte den Umfang des Kastens gesprengt, den Widerstand extern in die jeweilige Schaltung einzufügen. Besitzer des 1102 Trainers können durch Zukauf der vier zusätzlichen Teile alle hier beschriebenen Versuche durchführen.

Das System wird in einem stabilen Kunststoffkoffer ausgeliefert. Das Anleitungsbuch enthält außer den mehr als 230 Versuchsbeschreibungen über 300 Aufgaben; die Lösungen stehen neben zahlreichen weiteren Versuchen zur Vertiefung des Stoffes in dem Lehrheft.

Das Übungs-Ausbau-System 1104 (Teile siehe nächste Seite) bildet zusammen mit dem Anleitungsbuch den Übergang zum Elektronik AG Kasten.

Nr.	Thema
01	Der Stromkreis
02	Stromkreis mit Massebaustein
03	Der unterbrochene Stromkreis
04	Ein Schalter im Stromkreis
05	Stromkreis mit Abzweigung
06	Ein Widerstand im Stromkreis
07	Reihenschaltung von Widerständen
08	Parallelschaltung von Widerständen
09	Glühlampenhelligkeit und Messgerätausschlag
10	Leitfähigkeit verschiedener Stoffe
11	Das Messgerät als Voltmeter
12	Spannungsteilerschaltung
13	Das Messgerät als Amperemeter
14	Das ohmsche Gesetz
15	Der verzweigte Stromkreis
16	Der Ohrhörer als elektro - akustischer Wandler
17	Der Kondensator
18	Auf- und Entladen eines Kondensators
19	Parallel- und Reihenschaltung von Kondensatoren
20	Sperr- und Durchlassrichtung der Diode
21	Der Transistor - aus Diodenstrecken zusammengesetzt
22	Erzeugung von Wechselstrom
23	Ein Kondensator im Gleich- und Wechselstromkreis
24	Gleichrichten von Wechselstrom
25	Gleichrichtung mit vier Diodenstrecken
26	Der Transistor steuert die Helligkeit einer Glühlampe
27	Der Transistor als Schalter
28	Der Transistor als Verstärker
29	Verstärkung mit zwei Transistoren
30	Verstärker mit Glühlampe als Stromanzeiger

Nr.	Thema
31	Schwingkreis mit induktiver Rückkopplung
32	Rundfunkempfänger
33	Kondensatoren werden ge- und entladen
34	Parallelschaltung von Kondensatoren
35	Reihenschaltung von Kondensatoren
36	Ladestrom und Ladezeit eines Kondensators
37	Die Zeitkonstante
38	Spannungsverdopplung und -ervielfachung
39	Ein Kondensator in einem Wechselstromkreis von variabler Frequenz
40	Ladekondensator; Glätten von welligem Gleichstrom
41	Brückenschaltung; Messbrücke für ohmsche Widerst.
42	Tonfrequenz - Messbrücke für Kondensatoren
43	Kennlinien v. ohmschen Widerständen und Glühlampe
44	Kennlinie einer Halbleiterdiode
45	Der Heißleiter, ein temperaturabhängiger Widerstand
46	NTC - Thermometer; Elektronik -Thermostat; Feuermelder mit Blinksignal und Alarmton
47	Der Photowiderstand (LDR)
48	Flammenwächter; Dämmerungsschalter; Pulsschlagzähler; Lichtschranke mit Tonsignal; Blinklicht
49	Der bistabile Multivibrator; (Flip - Flop); Binärzähler
50	Der astabile Multivibrator
51	Der monostabile Multivibrator (Mono - Flop)
52	Der Schmitt - Trigger als Schwellwertschalter und Impulsformer
53	Zeitglied (RC - Glied) und Zeitschalter
54	CR / RC - Phasenschieber - Generator und Wienbrücke
55	Analoge und digitale Signale und Systeme
56	Digitale Grundsaltungen: UND; ODER; NICHT
57	Digitale Grundsaltungen: NAND; NOR



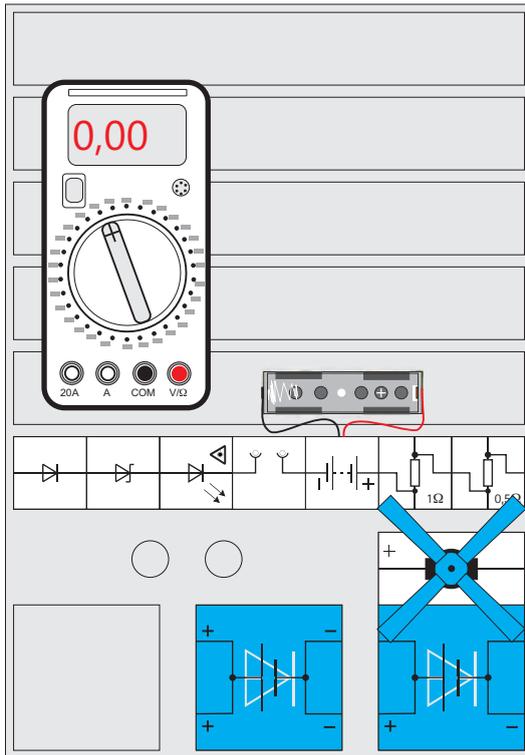
Elektronik AG

Die Experimente wurden speziell für den Physikunterricht der 5. Klasse zusammengestellt und sind in der Praxis erfolgreich erprobt. Lerninhalte sind einfache und verzweigte Stromkreise mit verschiedenen Schaltern, logische UND, ODER - Verknüpfungsschaltungen, Leiter und Isolatoren, Kurzschluss und Überlast im Stromkreis sowie Schmelzsicherungen auf der Basis des »Karlsruher Physikkurses«. Alle Experimente bis Nr. 18 lassen sich dafür allein mit den Bausteinen des Übungssystems ausführen.

Mit den zusätzlichen Bausteinen, ebenfalls im Kunststoffkoffer, können aufbauend für interessierte Schülerinnen und Schüler anschließend in einer Elektronik AG alle weiteren Versuche bis hin zu modernen Computer - Grundschaltungen in CMOS - Technik durchgeführt werden. Größere Experimente lassen sich jeweils mit Teilen zweier Kästen aufbauen. Ein Foliensatz zu allen Experimenten ist bei LECTRON erhältlich.

Nr.	Thema
01	Ein einfacher Stromkreis
02	Das Wassermmodell
03	Messung der elektrischen Spannung
04	Messung des elektrischen Stroms
05	Der unterbrochene Stromkreis
06	Die Parallelschaltung
07	Die Parallelschaltung im Modell
08	Die Reihenschaltung im Modell
09	Reihenschaltung mit 3 Glühlampen
10	Widerstand im Stromkreis
11	Leitfähigkeit verschiedener Materialien
12	Ein empfindlicher Nachweis
13	Umschalter und UND - Schaltung
14	UND - Schaltung / UND - ODER - Schaltung
15	Wechselschaltung / Kreuzschalter
16	Schmelzsicherung
17	Schutzleiter
18	Relais/ Summer

Nr.	Thema
19	Logik - Verknüpfungen mit Relais
20	Diode
21	Leuchtdiode
22	Kondensator
23	Kondensator laden und entladen
24	Kondensator an »Wechselspannung«
25	Kondensator an Wechselspannung
26	Ohrhörer
27	Ohrhörer an Wechselspannung
28	Spannungsteiler
29	Potentiometer
30	Aufbau des Transistors
31	Transistor im Stromkreis
32	Strom - Messungen an Emitterschaltung
33	Spannungs - Messungen an Emitterschaltung
34	Messungen an Kollektorschaltung
35	Transistor als Verstärker
36	Arbeitspunkteinstellung
37	Abschaltverzögerung
38	Anschaltverzögerung
39	Blinkschaltung
40	Helligkeitseinstellung
41	Weidezaungerät
42	Fotowiderstand
43	Dämmerungsschalter
44	Lichtschanke
45	Blinkschaltung
46	Steuerung des pnp Transistors
47	Zweistufiger Mikrofonverstärker
48	Rückkopplungsarten beim Verstärker
49	Rückkopplungsgenerator
50	Anwendungen des Rückkopplungsgenerators
51	Magnetstreifenleser
52	Schwingungen und Modulation
53	Detektor
54	Rundfunkempfänger
55	Monostabile Kippstufe
56	Bistabile Kippstufe (Flipflop)
57	Zähl - Flipflop
58	Binärzähler
59	MOSFETs
60	Dimmerschaltung
61	p - Kanal MOSFET
62	CMOS - Inverter
63	CMOS - NAND
64	CMOS - NOR



Solartechnik

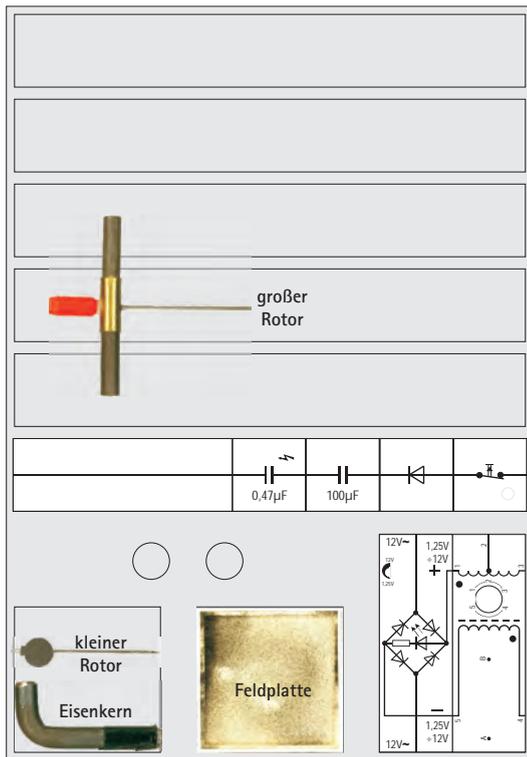
In 34 anschaulichen Experimenten und zusätzlichen ausführlichen Erklärungen behandelt dieser Ausbau-Kasten alles Wissenswerte über die Gewinnung und Verwendung einer Energie, der die Zukunft gehört. Energie von der Sonne ist praktisch unerschöpflich und ihre Gewinnung emissionsfrei. Von ihrem Vormarsch zeugt eine ständig wachsende Zahl an Hausdächern mit den charakteristischen blauen Fotovoltaikzellen. Zwei dieser Zellen sind in dem Kasten enthalten; an ihnen werden die Eigenschaften, aber auch die Probleme gezeigt, die beachtet bzw. gelöst werden müssen, um die Sonne effektiv »anzapfen« zu können.

Für die Experimente werden zusätzlich zum Elektronik AG Kasten nur wenige Bausteine, die bereits in anderen Lectron Experimentierkästen vorkommen, benötigt: die beiden Solarzellen, ein spezieller Motor, verschiedene Dioden, Messwiderstände, ein Akku zur Speicherung und ein universell verwendbares Digitalmultimeter zur Aufnahme von Kennlinien; sie sind nicht nur in der Elektrotechnik und Elektronik ein bewährtes Mittel, wesentliche Eigenschaften von Bauteilen und ihr Zusammenspiel in Schaltungen knapp und exakt darzustellen.

Das Ganze geschieht mit Modellen und auf der Basis des Karlsruher Physikkurses, der von der Abteilung für Didaktik der Physik an der Universität Karlsruhe entwickelt wurde.

Nr.	Thema
	Die Sonne-eine fast unendliche Energiequelle
	Die Solarzelle
01	Motor an Solarzelle
02	Die Leuchtdiode LED
03	Die Leuchtdiode an einer Solarzelle
04	Die Leuchtdiode an zwei Solarzellen
	Aufbau der Materie
	Anregung von Atomen
	Verteilung des Elektroniums in Feststoffen
	Elektrizitätsleitung in Feststoffen
	Funktionsweise einer Leuchtdiode
05	Die Siliziumdiode
06	Die Schottkydiode
07	Die Germaniumdiode
08	Der Sperrstrom der Germaniumdiode
09	Bauteilkennlinien
10	Die Kennlinie eines Widerstands
11	Die Glühlampenkennlinie
12	Die Kennlinie einer Siliziumdiode
13	Die Kennlinie einer Schottkydiode
14	Die Kennlinie einer Germaniumdiode
	Diodenkennlinien

Nr.	Thema
15	Messung mit Digitalinstrumenten
16	Messung mit einem Digitalmultimeter
17	Die Kennlinie einer Leuchtdiode
18	Leuchtdiode mit Vorwiderstand
19	Ein hochempfindlicher Spannungsnachweis
20	Die LED als Spannungsquelle
21	Die Solarzelle als Diode
22	Die Kennlinie einer Solarzelle
23	Messprobleme
24	Messen mit einem Instrument
25	Die Kennlinie bei voller Sonne
26	Parallelschaltung von Solarzellen
27	Serienschaltung von Solarzellen
28	Die Bypassdiode
29	Eigenschaften der Lectron Solarzelle
	Arbeitspunkt der Solarzelle
30	Glockenankermotor als Last an Solarzelle
31	Glockenankermotor als Generator
32	LED als Last an Solarzelle
33	»Hochspannungserzeugung« mit Solarzelle
34	Nickel Metallhydrid Akku als Puffer

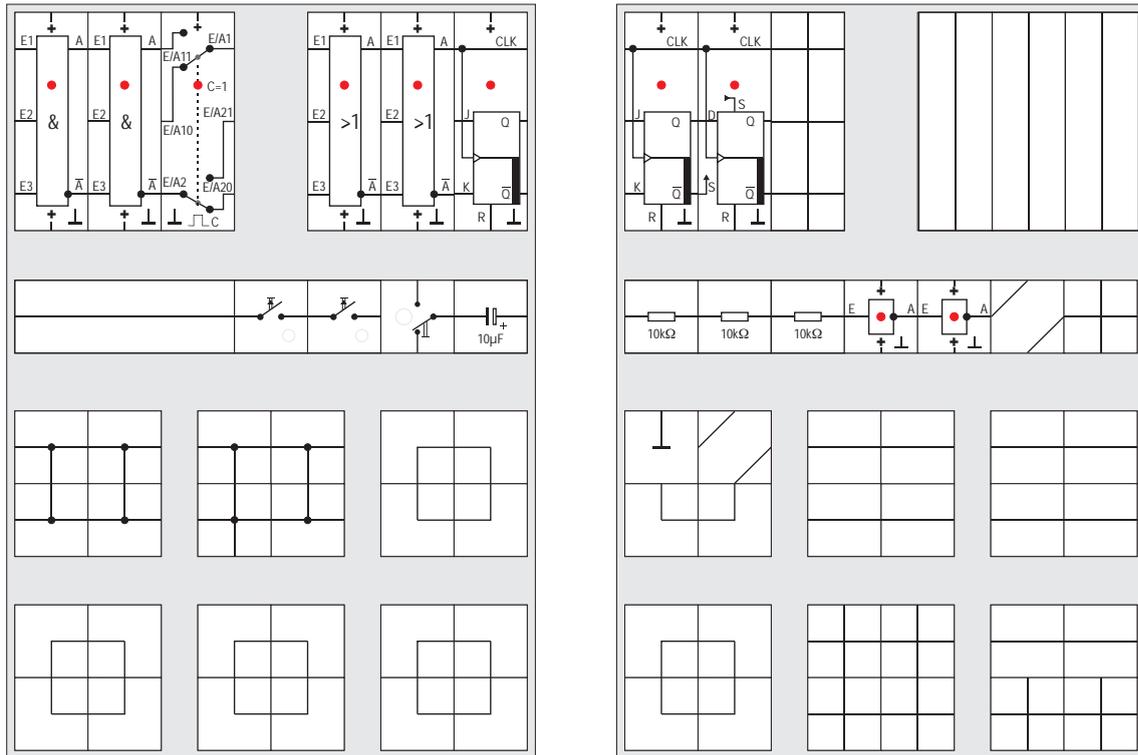


Magnetismus

In 34 Experimenten und zusätzlichen Erklärungen behandelt diese Zusammenstellung alle Erscheinungen, die mit magnetischen Feldern zu tun haben, vom Dauermagneten über den Elektromagneten mit seinen vielfältigen Anwendungen als Summer oder Motor bis hin zum Transformator. Für die Experimente auf der Basis des Karlsruher Physikkurses werden nur wenige spezielle Bausteine benötigt: der Spulenbaustein mit 2 Rotoren, die Feldplatte, um magnetische Felder sichtbar zu machen, verschiedene Dauermagnete, das Netzgerät für Wechselspannung, sowie einige andere Bausteine; alle sind auch in anderen Versuchen universell weiter einsetzbar. Zusätzlich werden für einige Versuche einige Standardbausteine benötigt, die entweder dem Elektronik AG Experimentierkasten entnommen oder einzeln von Lectron bezogen werden können.

Nr.	Thema
	Historisches
	Eigenschaften von Magneten
01	Magnetpole
02	Magnetische Ladungen
	Magnetisierungslinien
03	Magnetisieren und entmagnetisieren
	Herstellung von Dauermagneten
04	Das Magnetfeld
05	Feldlinien
06	Beispiele von Feldlinienbildern
	Feldlinien und Magnetisierungslinien
07	Magnetfeld und Materie
08	Die Energie des Magnetfeldes
	Das Magnetfeld eines Elektrizitätsstromes

Nr.	Thema
09	Oerstedts Versuch
	Das Magnetfeld einer Leiterschleife
10	Der Elektromagnet
11	Das Relais
12	Selbsthaltung beim Relais
13	Der Wagnersche Hammer
	Die Klingel
14	Der Lectron Spulenbaustein
15	Das Magnetfeld des Spulenbausteins
	Spielzeugmotore von TRIX
	Lectron Drehspulinstrument
16	Lectron-Messinstrm. an Gleich- und Wechselstrom
17	Lectron - Messinstrument an Wechselstrom
	Weicheiseninstrument
18	Ohrhörer
19	Die Pole eines Elektromagneten»
20	Polabhängigkeit von der Stromrichtung
21	Addition von Magnetfeldern
22	Spannungserzeugung mit einer Spule
23	Das Induktionsgesetz
24	Der Transformator
25	Wechselspannungsmess. mit Lectron Instrumenten
26	Der Hochspannungstransformator
27	Glimmlampe an Hochspannung
28	Die Induktivität
29	Die Induktivität an Wechselspannung
30	Der Induktivgeber
31	Gleichstrommotor ohne Kollektor
32	Gleichstrommotor ohne Kollektor mit npn Transistor
33	Ein Synchronmotor49
34	Wirbelströme



- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| | Zu diesem Kasten |
| | Schalterlogik |
| 1 | Die UND - Funktion |
| 2 | Die ODER -Funktion |
| 3 | Die UND - ODER -Funktion |
| 4 | Die ODER - UND -Funktion |
| 5 | Die NICHT -Funktion |
| 6 | Die NAND Funktion |
| 7 | Die NOR -Funktion |
| 8 | Die EXOR -Funktion |
| 9 | Die Erweiterung der EXOR -Funktion |
| | CMOS Logik |
| 10 | Elektronische Schalter: Der MOSFET |
| 11 | Dimmerschaltung |
| 12 | Der n - Kanal MOSFET |
| 13 | Der CMOS - Inverter |
| 14 | CMOS - NAND - Verknüpfung |
| 15 | CMOS - NOR - Verknüpfung |
| 16 | Der LECTRON CMOS - AND/NAND Baustein |
| 17 | Der LECTRON CMOS - OR/NOR Baustein |
| 18 | Speicherzelle aus zwei Bausteinen |
| 19 | Speicherzelle mit dominantem R-Eingang |
| 20 | Entprellschaltung mit OR/NOR Bausteinen |
| 21 | Entprellschaltung mit AND/NAND Bst. / Invertern |
| 22 | Taktflankengesteuertes RS - Flipflop |
| 23 | Versuch einer Teilerstufe |
| 24 | Wechseltaster |
| 25 | Wechseltaster (alternativer Aufbau) |
| 26 | Master - Slave - RS Flipflop |

- | Nr. | Thema |
|-----|---|
| 27 | D - Flipflop |
| 28 | T - Flipflop |
| 29 | MOSFET - Anlogschalter |
| 30 | Der LECTRON Transmission - Gate Baustein |
| 31 | D - Flipflop mit Transmission Gates |
| 32 | Der LECTRON D - Flipflop Baustein |
| 33 | Das JK - Master - Slave -Flipflop |
| 34 | Asynchroner modulo-8- Zähler /Teiler |
| 35 | Synchroner modulo-8-Zähler |
| 36 | Synchroner modulo-5-Zähler |
| 37 | Synchroner modulo-5-Teiler |
| 38 | Asynchroner modulo-5-Teiler |
| 39 | Asynchroner modulo-5-Zähler |
| 40 | Schieberegister |
| 37 | Synchroner modulo-5-Teiler |
| 38 | Asynchroner modulo-5-Teiler |
| 39 | Asynchroner modulo-5-Zähler |
| 40 | Schieberegister |
| 41 | Pseudo - Zufallsgenerator |
| 42 | Pseudo - Zufallsgenerator (Alternative) |
| 43 | Einfach aufgebaute Speicherzellen |
| 44 | Monostabile Kippstufe |
| 45 | Monostabile Kippstufe mit D - Flipflop |
| 46 | Nachtriggerbare monostabile Kippstufe |
| 47 | Astabiler Multivibrator aus OR/NOR Bausteinen |
| 48 | Oszillator mit zwei Invertern |
| 49 | Oszillator mit einstellbarem Tastverhältnis |
| 50 | Schmitttrigger mit zwei Invertern |
| 55 | Der LECTRON Schwellwertbaustein |

Digitaltechnik

Ausbau »Digitaltechnik« behandelt in 50 Experimenten alles Wissenswerte über Logikschaltungen, angefangen von ganz einfachen UND und ODER Verknüpfungen, die zunächst mit mechanischen Schaltern sehr anschaulich aufgebaut und ausprobiert werden.

Nach der Vorstellung weiterer Grundfunktionen in »Schalterlogik« folgt eine kurze Einführung in die CMOS - Technik; eine verlustleistungsarme Technik, durch die es überhaupt erst möglich wurde, auf winzigen Siliziumchips logische Verknüpfungen und Speicher herzustellen.

Aus den logischen Grundfunktionen werden die verschiedenen Flipfloptypen entwickelt und weiter gezeigt, wie mit deren speziellen Eigenschaften Teiler, Zähler und Schieberegister und andere Schaltungen der Digitaltechnik realisiert werden können.

Für die 50 Experimente enthält das Ausbausystem alle notwendigen Logikbausteine sowie zusätzliche Verbindungsbausteine, so dass zusammen mit den Bausteinen aus »Elektronik AG« auch aufwendigere Schaltungen aufgebaut werden können.

Im zweiten Teil des Anleitungsbuchs findet man 41 weitere Versuche, die eine zu Unrecht ein bisschen in Vergessenheit geratene Technik vorstellen, nämlich Majoritäts- und Schwellwertfunktionen sowie ihre Anwendungen.

Schwellwertbausteine können deswegen wieder aktuell

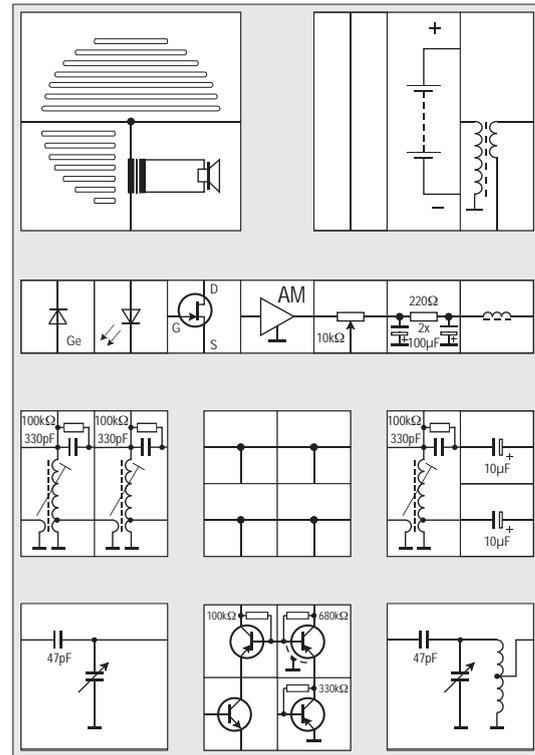
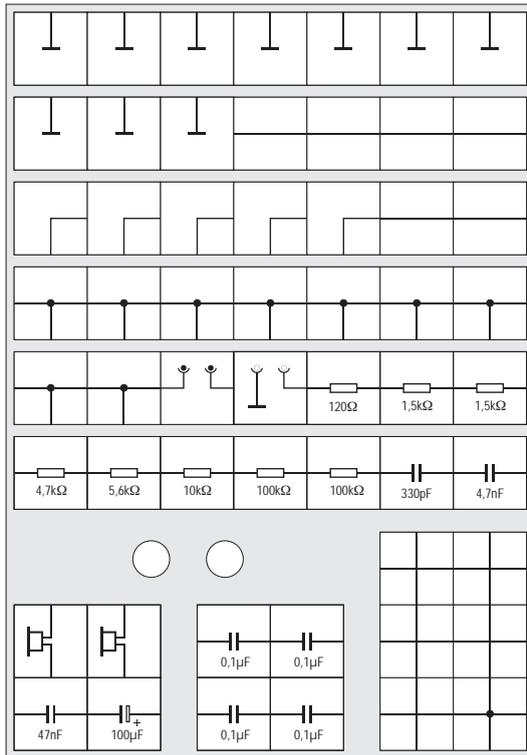
werden, weil bei der Modellierung von Genen und der Genregulation Funktionen mit Schwellen eine große Rolle spielen. Sie lassen sich deswegen auch mit entsprechenden Bausteinen einfach nachbilden.

LECTRON hat eigens dafür einen Schwellwert- oder Genbaustein entwickelt, der Kernstück des demnächst erscheinenden Experimentierkastens »Genregulation« sein wird. Dieser Baustein eignet sich auch hervorragend zur Realisierung digitaler Schaltungen und er wird in den weiteren Versuchen verwendet. Dadurch, dass er die erwähnten Grundfunktionen beinhaltet, bekommt man bei seinem Einsatz einen übergeordneten Blick auf die zu lösenden logischen Probleme und gewinnt ein besseres Verständnis für die Zusammenhänge.

Der Baustein enthält viele Funktionen, die mit Operationsverstärkern ausgeführt sind. Deswegen gibt es zusätzliche Versuche, die zumindest die elementaren Grundschaltungen dieses wichtigen Bauteils der modernen Elektronik zeigen.

Damit der Kostenrahmen für den »Digitaltechnik« Ausbausystem nicht gesprengt wird, sind die speziellen Bausteine (Genbaustein, Operationsverstärker u.a.) für den zweiten Teil dem Kasten nicht beigegeben; sie können bei Bedarf durch Zukauf einzeln von LECTRON in der nötigen Stückzahl (Liste im Anleitungsbuch) beschafft werden. Zur Batterieersparnis ist für die Versuche mit Schwellwertbausteinen der Einsatz des Netzgeräts empfehlenswert.

Nr.	Thema	Nr.	Thema
	Majoritätslogik		
51	Die Majoritätsfunktion	79	Kopplung. von drei Schwellwertbst. (+--) & (++++)
52	Oszillator mit Majoritätsbaustein	80	Doppelkopplungen dreier Bausteine
53	Speicherzelle mit Majoritätsbaustein	81	Drei gekoppelte Oszillatoren
54	Majoritätsbaustein mit 5 Eingängen	82	Ringschaltungen mit vier Schwellwertbausteinen
56	Oszillator mit Schwellwertbaustein	83	Ring mit 4 Schwellwertbaustn. & doppelter Kopplung
	Operationsverstärker	84	Ring mit 8 Schwellwertbstn. & doppelter Kopplung
57	Der LECTRON Operationsverstärker Baustein	85	Zähler mit 5-Eingangs Majoritätsbausteinen
58	Der invertierende Operationsverstärker	86	Zähler mit sechs Schwellwertbausteinen
59	Der Summationsverstärker	87	Zähler mit vier Schwellwertbausteinen
60	Der Elektrometerverstärker	88	Teilerstufe
61	Präzisionsschmitttrigger	89	Erweiterung der Teilerstufe
62	Multivibrator m. Präzisionsschmitttrigger	90	Teilerstufe (Alternative Aufbauten)
63	Multivibrator mit Operationsverstärker	91	Modellnetz für die Genregulation der Bäckerhefe
	Schwellwertlogik		Bausteine zur sinnvollen Ergänzung
64	Speicherzelle mit Schwellwertbaustein		Netzgerät, Entprellte Taste, Spannungsregler
65	Dominante Setz- oder Rücksetzfunktion		EXOR/EXNOR, Majoritätsbst., Koinzidenz-Flipflop
66	Koinzidenzspeicher		Binärzähler, Astab. / Monost.Kippstufe, Polwender
67	Realisierbare Schwellwertfunktionen & EXOR		Der Timer-Baustein 555
68	Bausteininterne Selbsthaltung		Astabiler Multivibrator
	Mechanische Selbsthaltung & Unterbrechung		Spannungsverdoppler, Spannungsinvertierer
69	Zeitkonstante und Hysterese		Monostabile Kippstufe
70	Zwei gekoppelte Schwellwertbausteine (++)		
71	Zwei gekoppelte Schwellwertbausteine (--)		Bausteinübersicht V1 - V50
72	Zwei gekoppelte Schwellwertbausteine (+-)		Bausteinübersicht V51 - V91
73	Master-Slave-gekoppelte Schwellwertbausteine		
74	Zwei einfach gekoppelte Oszillatoren		
75	Zwei gegenseitig gekoppelte Oszillatoren		
76	Wechselschalter		
77	Kopplung von drei Schwellwertbausteinen (---)		
78	Kopplung von drei Schwellwertbausteinen (++-)		



Radiotechnik

Mit diesem Experimentierkasten werden ausgehend von der akustisch - elektrischen Wandlung und ihrer Rückwandlung zunächst verschiedene Verstärker mit Transistoren aufgebaut. Anschließend erfährt man, was elektrische Schwingungen sind und wie sie für die drahtlose Signalübertragung moduliert werden.

Vom einfachen Detektorempfänger, der ohne Batterie betrieben wird, bis zum Verstärker mit vier Transistorfunktionsstufen und Lautsprecherbetrieb wird alles experimentell erschlossen. Spezielle Versuche zeigen, wozu eine Antenne gut ist und wie man sie zweckmäßig an die Empfängerschaltung ankopplert. Mit allen Radios können Sender im Kurz- und im Mittelwellenbereich empfangen werden. Ein Versuchsaufbau mit dem integrierten AM-Empfänger MK484 und Ferritantenne beschließt die Experimente von »Radiotechnik«.

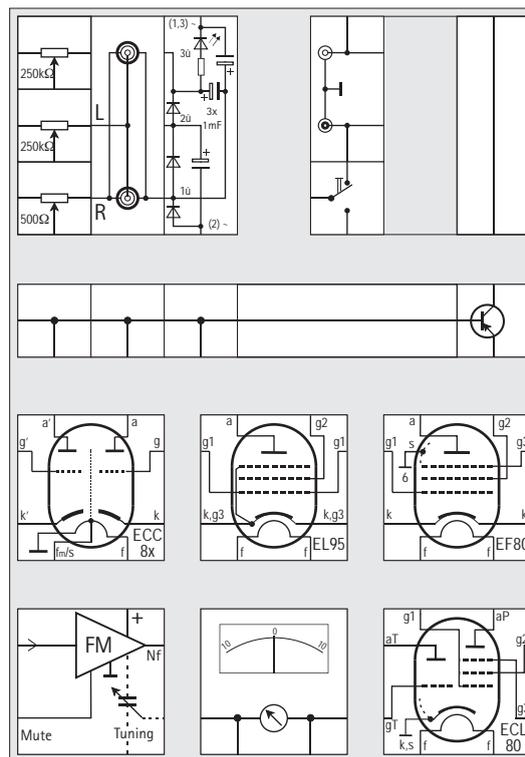
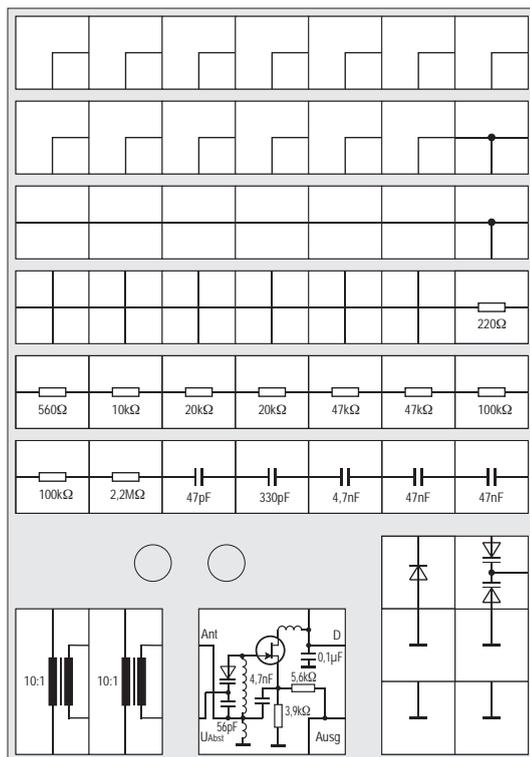
Die Schaltungen sind erprobt und werden bei richtiger Zusammenlegung der Bausteine funktionieren. Derjenige, der überhaupt keine Elektronik - Vorkenntnisse besitzt, wird genauso funktionierende Schaltungen aufbauen können wie jemand, dem die einzelnen Funktionen der verwendeten Bauteile bereits geläufig sind. Wünschenswert sind trotzdem Vorkenntnisse über Stromkreise und die Arbeitsweise von Transistoren. Wer sich auf diesem Gebiet noch nicht so sicher fühlt und gerne vorher Grundlegendes darüber erfahren möchte, dem seien die LECTRON Experimentierkästen »Einsteiger«, »Elektronik-AG« oder »Start- und Ausbausystem« mit ihren ausführlichen und leicht verständlichen Anleitungsbüchern empfohlen.

Nr.

Thema

- 01 Schallwandler
- 02 Transistorverstärker
- 03 Transistorverstärker mit npn - Transistor
- 04 Zweistufiger Verstärker mit komplementären Transistoren
- Schwingungen und Modulation
- 05 Detektor
- 06 Abstimmkreis und Resonanz
- 07 Kurzwellendetektor
- 08 Antennenankopplung
- 09 Einstufiger Transistorempfänger
- 10 Einstufiger KW-Transistorempfänger
- 11 Zweistufiger Transistorempfänger mit Rückkopplung
- 12 Zweistufiger Transistorempfänger mit Rückkopplung und Lautsprecher
- 13 Dreistufiger Transistorempfänger mit Lautsprecher
- 14 Abstimmbarer dreistufiger Transistorempfänger mit Lautsprecher
- 15 Dreistufiger Transistorempfänger mit Ferritantenne
- 16 Transistorempfänger mit doppelter Ausnutzung eines Transistors
- 17 Transistorempfänger mit FET
- 18 MW - Empfänger mit integriertem Schaltkreis
- 19* MW - Empfänger mit Solarzelle

*) Im Versuch 19 werden zwei Solarzellen aus dem LECTRON Experimentierkasten »Optoelektronik und Solartechnik« eingesetzt, die es auch einzeln unter der Bestellnummer 2610 bei LECTRON als Zukaufteil gibt.



Nr	Thema
20	Aufbau der Elektronenröhre
21	Stromversorgung
22	Stereo - Nf - Verstärker für Kopfhörer
23	Stereo - Nf - Verstärker mit ECC85
24	Nf - Verstärker mit Ausgangsübertrager
25	Nf - Verstärker mit Gitterstrom
26	Zweistufiger Nf - Verstärker
27	Nf - Verstärker mit Leistungspentode
28	Trafolose Endstufe mit EL95
29	Zweistufiger Nf - Verstärker mit ECL80
30*	Detektor mit Röhre
31	Detektor mit Triode
32	Audion mit Triode
33	Zweistufiges Audion
34	Audion mit Rückkopplung
35*	Audion mit PC86 / PC88
36	Audion mit Pentode EF80
37	Audion mit Leistungspentode EL95
38*	Audion mit Pentode EF98
39	Dreistufiger Röhrenempfänger
40	MW - Empfänger mit Abstimmidiode
41	Abstimmidiode bei inverser Polarität
42	Frequenzmodulation / UKW - Pendelaudion
43	Der Lectron UKW - Baustein
44	UKW - Baustein mit Empfangsanzeige
45*	Empfangsanzeige mit Operationsverstärker
46	UKW - Empfänger mit Nf - Übertrager
47	UKW - Empfänger mit Lautsprecher
48	UKW - Empfänger mit zweistufigem Verstärker
49	UKW - Empfänger mit Röhren Nf - Verstärker
50	UKW - Empf. m. zwei Spannungsversorgungen
51	Kombinierter UKW / MW Empfänger
52*	UKW / MW Empfänger für Netzbetrieb
53*	Variante des UKW / MW Empfängers
54*	MW / KW Audion m. PCL86
55*	MW / KW Audion m. PCL86 (Variante)
56*	UKW Empfänger mit NF-Verstärker
57*	Lectron UKW - Empfänger Set
58*	Komb. MW / UKW Empf. mit PCL86

*) Für diese Versuche sind die entsprechenden Röhren sowie zusätzliche Teile erforderlich, die nicht im Experimentierkasten enthalten sind.

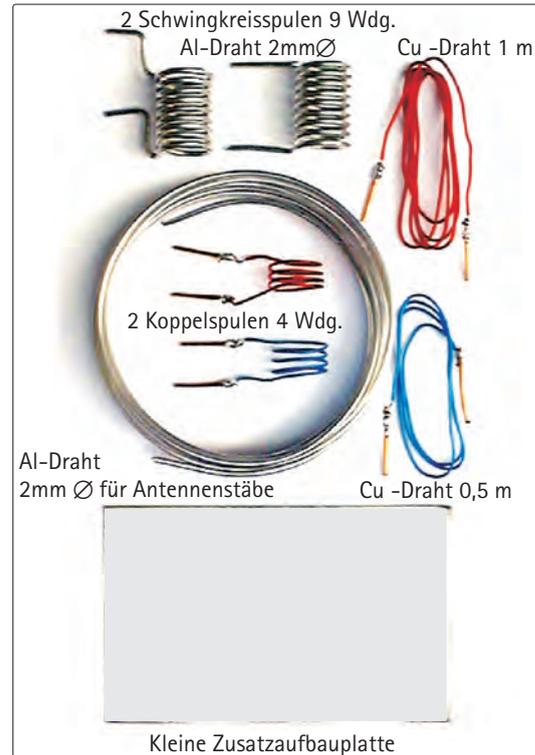
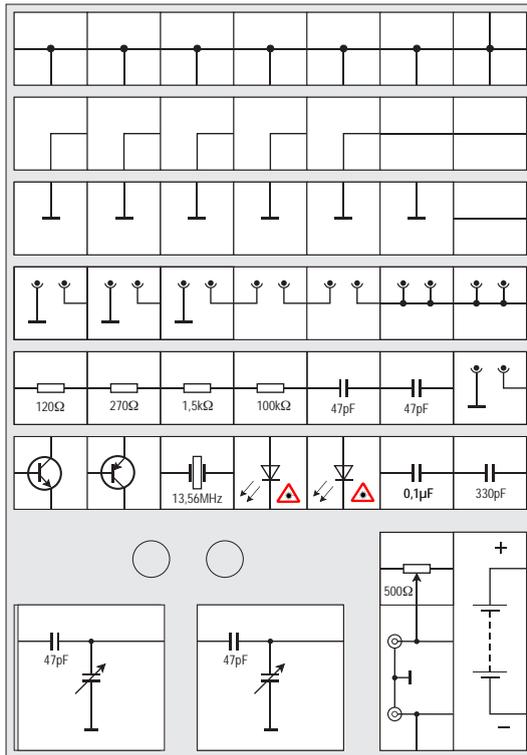
Ausbau-System Radio-Röhrentechnik

Nach erfolgreicher Durchführung der Experimente von »Radiotechnik« wird man auch die Röhrenschaltungen des Ausbausystems ab Versuch 20 mit Gewinn verstehen. Es werden entsprechende Verstärker und Empfängerschaltungen bis zum UKW - Empfänger aufgebaut, die mit »modernen« Elektronenröhren arbeiten und zwar mit niedrigen Anodenspannungen (max. 50 V), so dass man gefahrlos in die Schaltung fassen kann. Die dem Kasten beigegebenen fünf Röhren sind ungebrauchte Lagerexemplare (NOS = new old stock) aus früherer Produktion diverser Hersteller oder gebrauchte Exemplare, die für die Experimente noch eine ausreichende Emission aufweisen. Alle ihre Kenngrößen ihre Funktionsweise und Besonderheiten, die beachtet werden müssen, sind hier ausführlich erklärt und werden zusätzlich durch die Experimente vertieft. Mathematische Herleitungen der Kenngrößen sind im Anleitungsbuch optisch abgesetzt und können, ohne dass das Verständnis leidet, übergangen werden.

Neben den Elektronenröhren enthalten die beiden Kästen eine ganze Reihe neuer Bausteine, wie Adapter für Cinch- und für Klinkestecker, Schwingkreisspulen und eine Kapazitätsdiode, die bei Schaltungen anderer LECTRON Experimentierkästen gut verwendbar sind.

In die Fassungen der Röhrenbausteine passen auch Röhren der eigenen Sammlung, so dass mit ihnen experimentiert werden kann. Für früher weit verbreitete Röhren und für spezielle Niederspannungsrohren, wie sie im KOSMOS Radiomann verwendet wurden, sind entsprechende Experimente angegeben.

Geeignet ist »Radiotechnik« für Jugendliche ab 12 und »Radio-Röhrentechnik« ab 14 Jahren.



Schwingungen und Resonanz

Als ideale Ergänzung zu den Radiotechnik Kästen oder zur Elektronik AG hat Lectron 15 Experimente zusammengestellt, die das Verständnis über die Arbeitsweise von Schwingkreisen vertiefen.

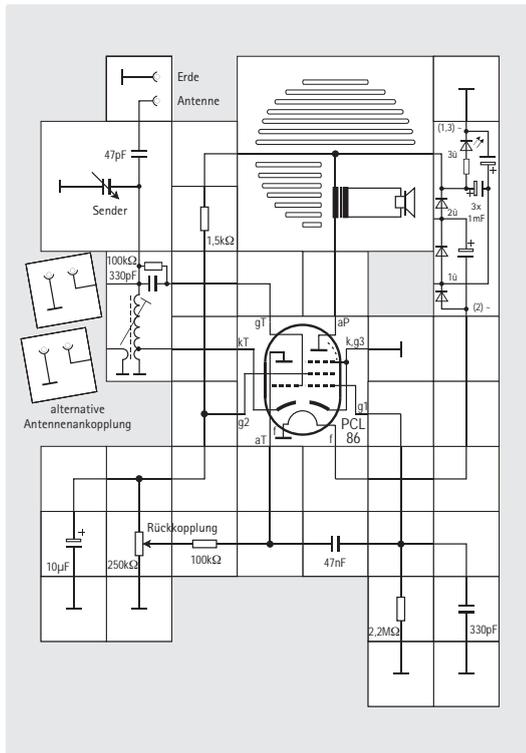
Mit den Experimenten lassen sich die wichtigsten Grundlagen und Phänomene zur drahtlosen Energie- und Informationsübertragung leicht erarbeiten. Die meisten der dafür benötigten LECTRON Bausteine werden bereits vorhanden sein. Neu ist der Quarzbaustein mit der Frequenz 13,56 MHz, die für wissenschaftliche und experimentelle Zwecke freigegeben ist, und die superhelle rote LED, die zur Anzeige der gesendeten und der empfangenen Energie verwendet wird. Alle für die 15 Versuche benötigten Bausteine sind abgebildet, so dass man leicht feststellen kann, welche davon in der Sammlung fehlen; sie können bei LECTRON also auch problemlos als Einzelteil bezogen werden. LECTRON bietet darüber hinaus die Zusatzteile (2 Spulen, 4 Antennenstäbe, 3 Drähte mit Steckern für Koppelspulen, kleine Aufbauplatte) als Zubehörsatz (*Bestell-Nr. 2912*) an; die Spulen lassen sich aber auch nach den angegebenen Bauanleitungen leicht selbst herstellen.

Nach Durchführung aller Experimente weiß man, wie Schwingkreise im Rundfunk-Empfänger zur Auswahl einer bestimmten Senderfrequenz dienen und es ermöglichen, eben diesen gewünschten Sender mit seiner Information aus dem allgemeinen »Wellensalat«, den die Antenne empfängt, zu selektieren.

Man durchschaut aber auch, wie moderne Zauberkünstler es schaffen, einfach in der Hand gehaltene Leuchtstoffröhren zum Leuchten zu bringen, ohne dabei selbst Schaden zu neh-

men. Wenn man es richtig anstellt, sind hochgespannte und hochfrequente Ströme für den menschlichen Körper ungefährlich. Die Energieübertragung beruht dabei durchweg auf der Energiekopplung zwischen abgestimmten Schwingkreisen. Nikola Tesla (1856 – 1943) hat in Amerika um 1900 damit in spektakulären Versuchen viel Aufsehen erregt und auch heute kann man mit Tesla Transformatoren, die nach den hier vorgestellten Prinzipien arbeiten, ein staunendes Publikum verblüffen. Solche Versuche sprengen allerdings die Möglichkeiten des LECTRON Systems und sind teilweise auch nicht ungefährlich. Wer in dieses Gebiet tiefer eindringen möchte, findet leicht weiterführende Literatur und Gleichgesinnte über das Internet.

Nr.	Thema
01	Quarzoszillator
02	Schwingungsnachweis
03	Spule
04	Schwingkreis
05	Schwingkreis mit verkleinerter Induktivität
06	HF - Endstufe
07	Auskoppeln von HF - Leistung
08	Kurzwellen Sender
09	Magnetisch gekoppelte Resonanzkreise
10	Nachweis der Energieübertragung
11	Elektrisch gekoppelte Resonanzkreise
12	Kapazitive Kopplung
13	Kapazitive Kopplung bei erhöhter Sendeleistung
14	Eindraht Energieübertragung
15	Energieübertragung über Masseleitung



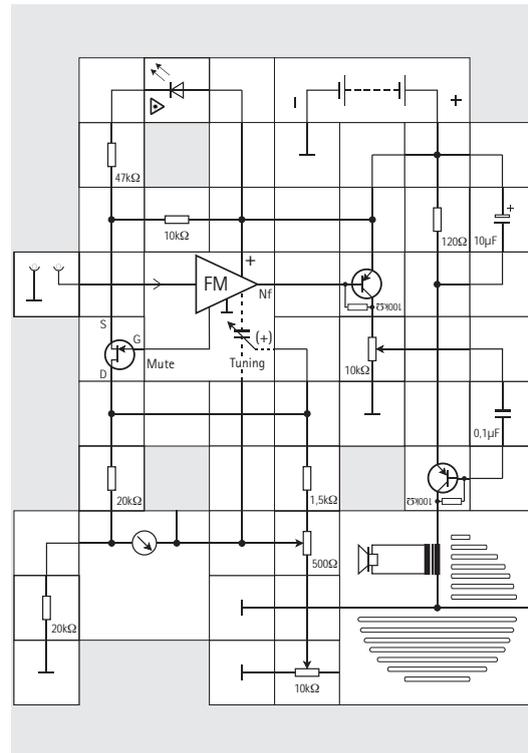
Röhrenaudion für Lautsprecherbetrieb

Neu von Lectron ist ein Mittelwellen - Audion mit Nf - Verstärker für Lautsprecherbetrieb, fertig aufgebaut aus den bekannten Magnetbausteinen und einer ungebrauchten PCL 86 aus altem Lagerbestand (nos) auf hochglänzender DIN A4 Edelstahlplatte.

Das Gerät ist gleichermaßen interessant als Geschenk für Liebhaber nostalgischer Röhrentechnik, die einfach ein dekoratives Radio zu schätzen wissen, sowie für Besitzer der beiden neuen Lectron Experimentierkästen ‚Radiotechnik‘ und ‚Radio-Röhrentechnik‘, die ein Empfangsgerät ständig aufgebaut haben und trotzdem Experimente machen möchten. Eine PCL 86 ist im übrigen in diesen Kästen nicht enthalten.

Zu dem Radio gehören Antennen- und Erdkabel sowie Steckernetzgerät mit Netzteil; letzteres stellt 12V Heizspannung und 50V Anodenspannung hochohmig und deswegen gefahrlos zur Verfügung. Kontrollanzeige der Anodenspannung erfolgt über eine LED im Netzbaustein. In der Röhrenfassung befindet sich eine weitere LED zur Heizspannungsanzeige und effektvollen Beleuchtung der Röhre. Das Gerät ist kein Kinderspielzeug und für Jugendliche ab 14 Jahren geeignet, da die Röhre bei Dauerbetrieb sehr warm wird.

Die Lieferung aller Bauteile mit Aufbauanleitung erfolgt im hellgrauen Kunststoffkoffer. Bestell-Nr. ist 1111.



UKW - Radio für Lautsprecherbetrieb

Als weiteres »Fertigradio« neben dem Mittelwellen - Audion hat Lectron einen UKW - Empfänger mit Nf - Verstärker für Lautsprecherbetrieb heraus gebracht; ebenfalls aufgebaut auf hochglänzender circa DIN A4 großen Edelstahlplatte.

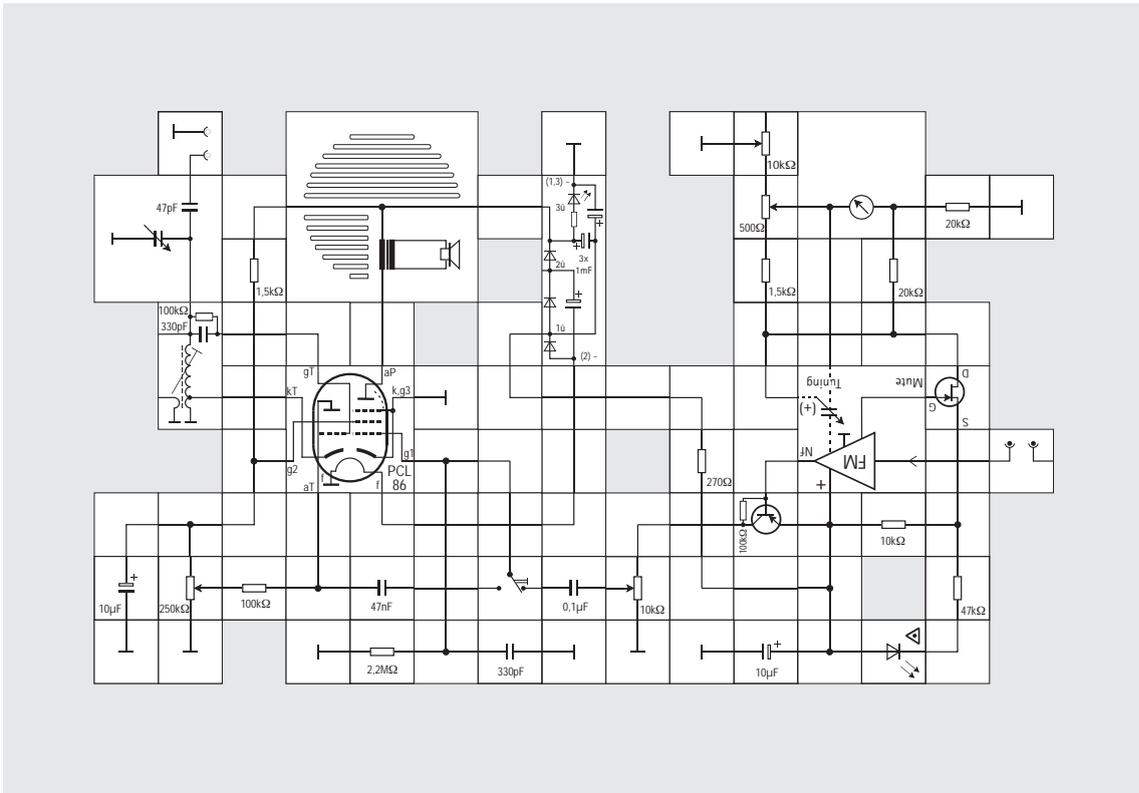
Kern des UKW - Empfängers ist der FM Baustein. Er enthält neben vielen anderen elektronischen Bauteilen den integrierten Baustein TDA 7000, bei dem auf einem winzigen Siliziumkristall alle nötigen Schaltungsteile zum UKW Empfang wie Begrenzer, Filter, Verstärker und ein sogenannter PLL - Dekoder (zum Dekodieren des FM - Signals) untergebracht sind.

Die Abstimmung auf einen gewünschten Sender erfolgt mit zwei Potentiometern - grob und fein - über eine interne Kapazitätsdiode. Als Senderskala dient das Lectron Messinstrument. Die genaue Abstimmung zeigt das Mute - Signal an. Es wird über einen FET so weit verstärkt, dass eine superhelle rote Leuchtdiode bei genauer Einstellung leuchtet.

Das Nf - Ausgangssignal wird in zwei Germanium Transistor Verstärkerstufen weiter verstärkt, wobei die Lautstärke mit dem 10 kΩ Potentiometer eingestellt werden kann. Zu dem Radio gehört eine 70 cm lange Stabantenne aus Aluminiumdraht.

Die Lieferung aller Bauteile mit Aufbauanleitungen erfolgt im hellgrauen Kunststoffkoffer. Bestell-Nr. ist 1112.

Eine Kombination mit dem Mittelwellenaudion ist unter der Bestell-Nr. 1113 (Schaltung auf folgender Seite) erhältlich.

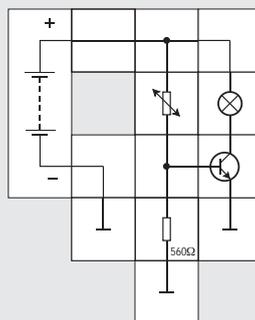


MW-Röhrenradio mit UKW-Teil auf DIN A3 Platte (Bestell-Nr.1113)

Versuch

10

30

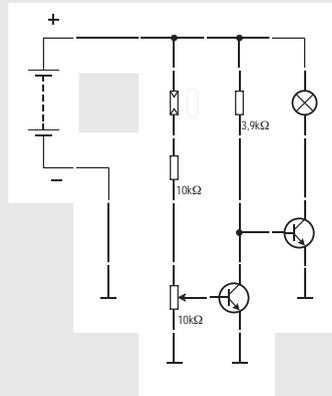


Ein elektronischer Wärmewächter (Beispiel aus Startsystem)

Versuch

17

42

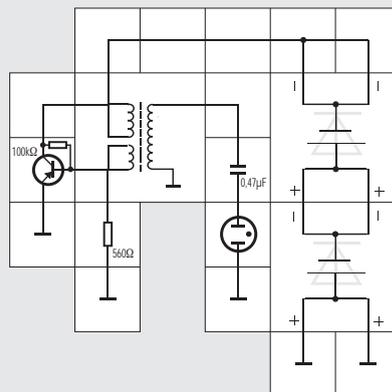


Dämmerungsschalter für PKW-Parklicht (Beispiel aus Kraftfahrzeug-Elektronik)

Versuch

41

104

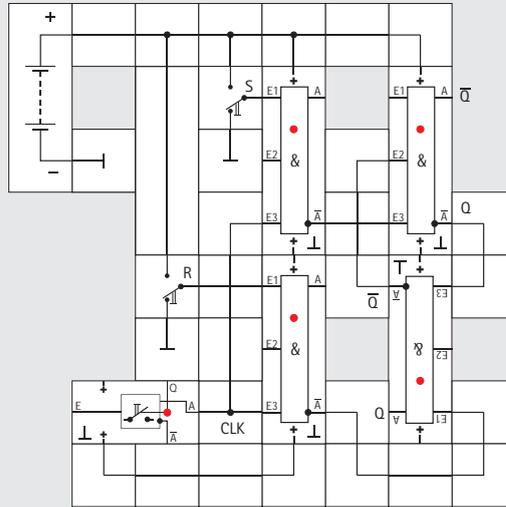


Hochspannungserzeugung aus Solarzellen (Beispiel aus Optoelektronik & Solar - Technik)

Versuch

47

138

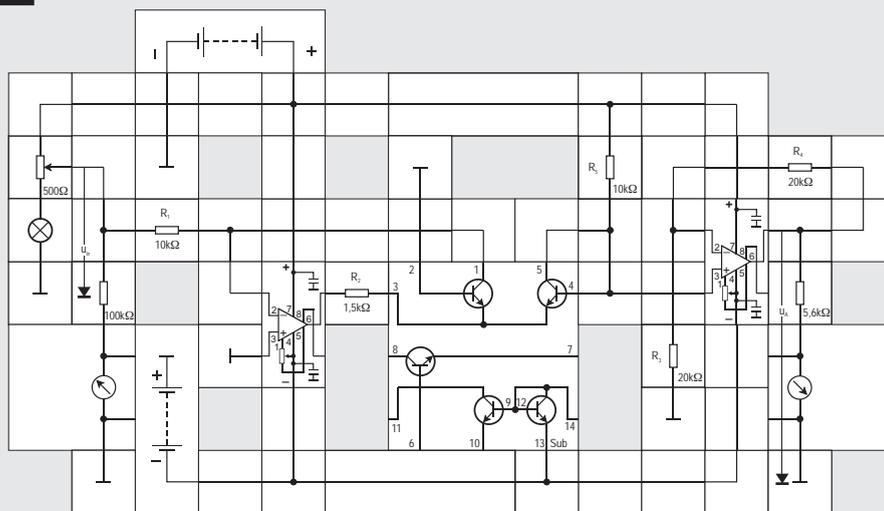


Das getaktete RS - Flipflop (Beispiel aus Digital - Technik)

Versuch

76

160

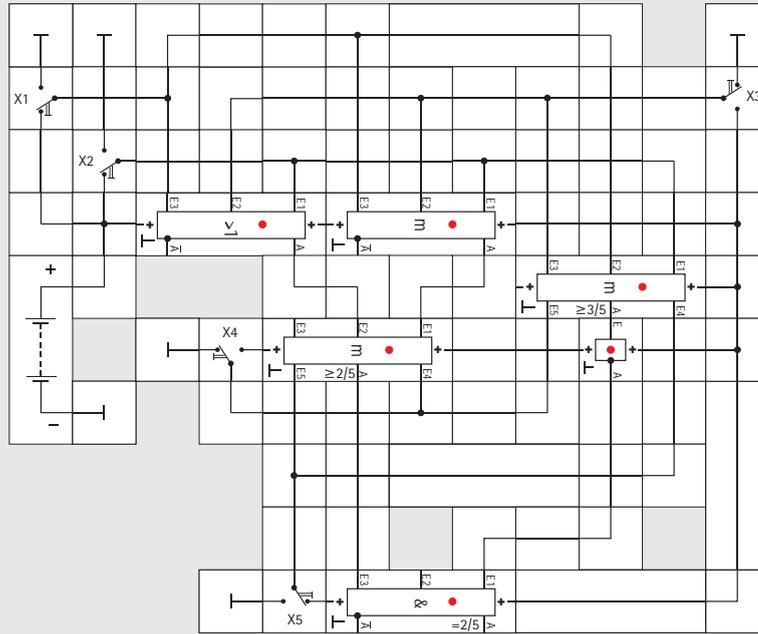


Temperaturkompensierter Logarithmierer (Beispiel aus Operationsverstärker)

Versuch

31

70

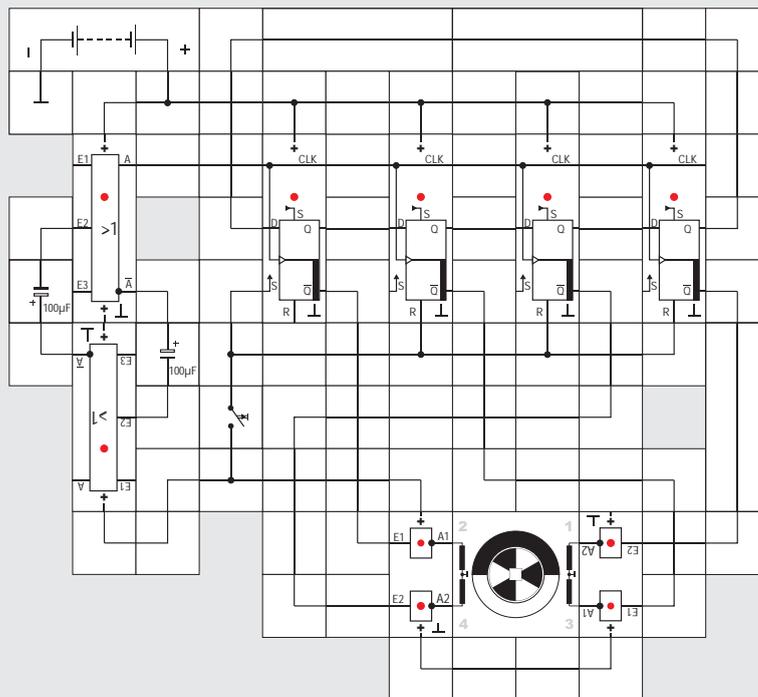


Optimierte Prüfschaltung für 2 aus 5 - Code (Beispiel aus Schwellwert- und Majoritätslogik)

Versuch

35

84



Der Schrittmotor im Vollschrittbetrieb (Beispiel aus Zähler und Schrittmotor)



Reha Werkstatt Oberrad
Lectron
Buchrainstraße 18
60599 Frankfurt am Main
Telefon 0 69 1 90 50 12 82
Telefax 0 69 1 90 50 12 83
email lectron@frankfurter-verein.de
Internet www.lectron.de

Stand 1. November 2015
Technische Änderungen vorbehalten | Sonderwünsche auf Anfrage