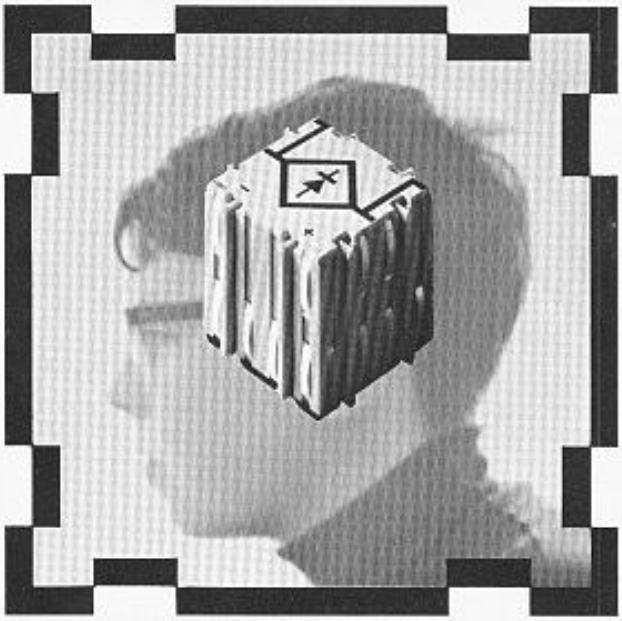
Die Schüler des Gymnasiums Kettering, in der Grafschaft Northampton, England, machten Schlagzeilen in der Weltpresse! Sie hatten mit selbstgebauten elektronischen Geräten russische Satelliten aufgespürt und eine neue Raketenabschußbasis entdeckt. Der Materialwert ihrer selbstkonstruierten Geräte betrug etwa DM 275,–. Raumfahrtzentren investieren dafür Millionen. Diese Schüler bewiesen, daß es nicht immer das teuerste und komplizierteste Gerät sein muß. Sie bewiesen ferner, daß Begeisterung und gekonnte Improvisation viel vermag. Natürlich mußten sie schon erstaunlich viel von Elektronik verstehen, und bestimmt sind sie Tage und Stunden hinter Büchern gesessen, um sich dieses Wissen anzueignen.

BIPOL*

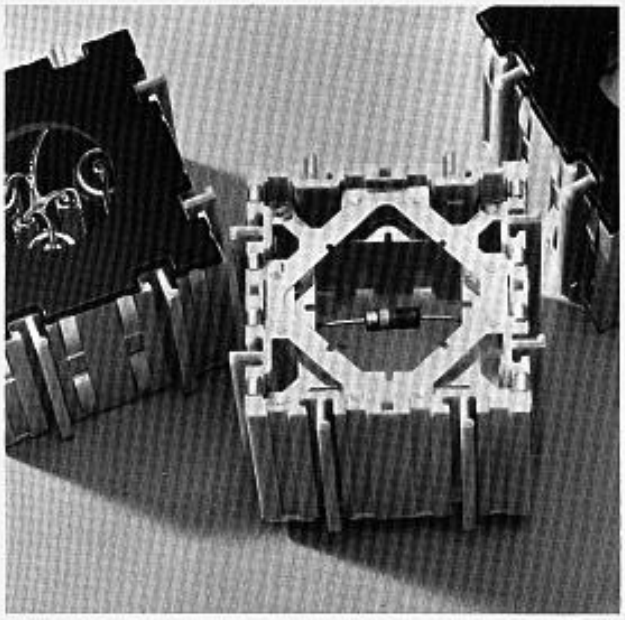
*Hätten sie BIPOL gekannt, vielleicht wäre alles viel einfacher gewesen!



Was ist BIPOL? Hier die Antwort:

Der BIPOL-Würfel

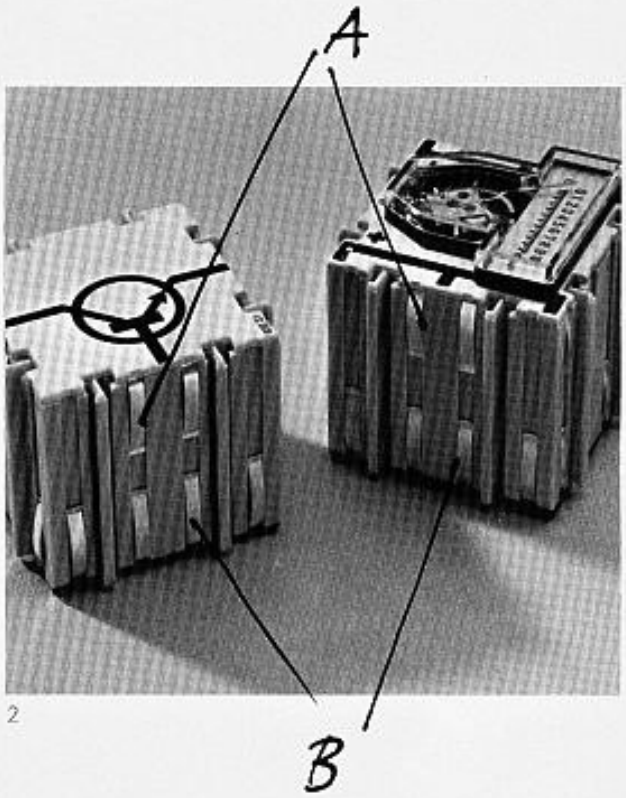
Aufbau: Der tragende Aufbau des BIPOL-Würfels besteht aus Makrolon, einem Kunststoff, wärmebeständig bis +135 °C und kältebeständig bis – 90 °C. Seine Böden und Deckel können abgenommen werden.
Im Inneren des Würfels sind elektrische Bauelemente, wie z. B. Widerstände oder Kondensatoren, in anderen Ausführungen auch komplette Schaltungen, zum Teil sogar integrierte Schaltungen, eingelötet. Durch die runden Aussparungen im Boden des Bausteines sind sämtliche eingebauten Teile zu erkennen. Der Deckel ist mit dem zugehörigen Schaltsymbol bedruckt und zeigt den Stromverlauf. Gleichzeitig wird dadurch der Zusammenbau der einzelnen Versuche und deren Kontrolle erleichtert (Abb. 1).



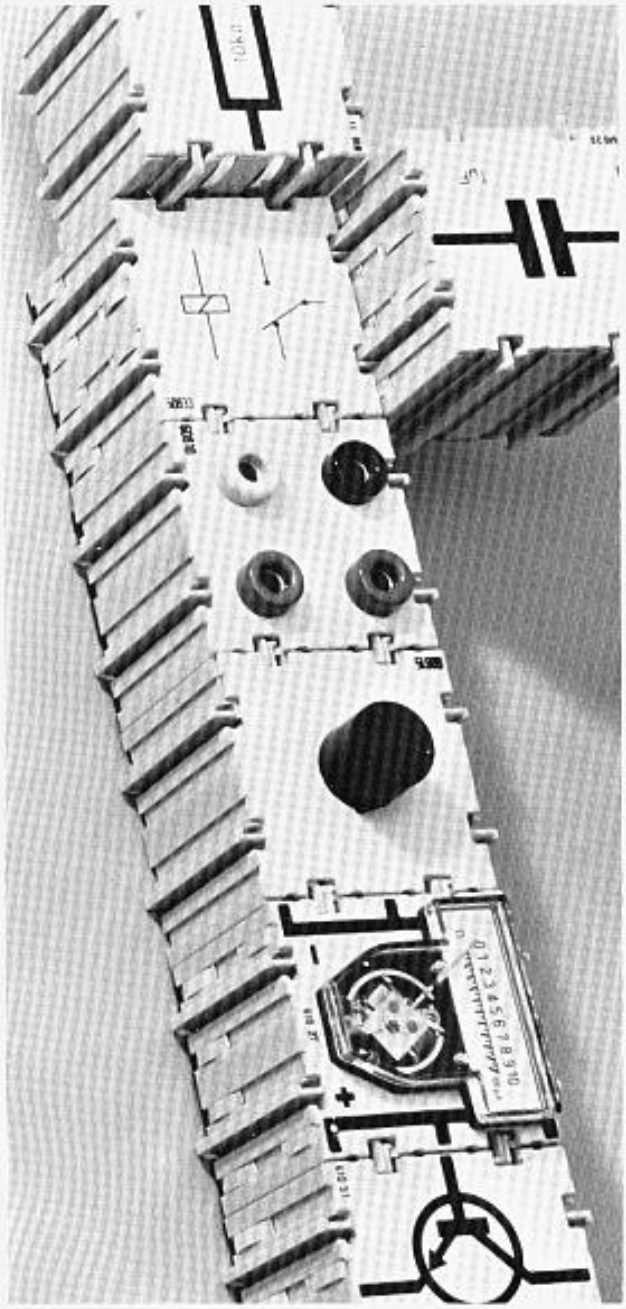
1

Kontaktsystem

Das neuartige Federkontaktsystem garantiert einen einwandfreien elektrischen Kontakt unter allen Bedingungen, denn jeder Baustein besitzt selbstreinigende Doppelkontakte in zwei Kontaktebenen (Abb. 2). Die obere Ebene (A) beinhaltet die Signalleitungen und ist mit den aufgedruckten Symbolen identisch. Die untere Ebene (B) enthält die Stromversorgung. Durch die zweifache Kontaktierung wird die Kontaktsicherheit um ein Vielfaches erhöht. Die Kontakte selbst sind hartversilbert, für spezielle Anwendungen werden sie hartvergoldet.



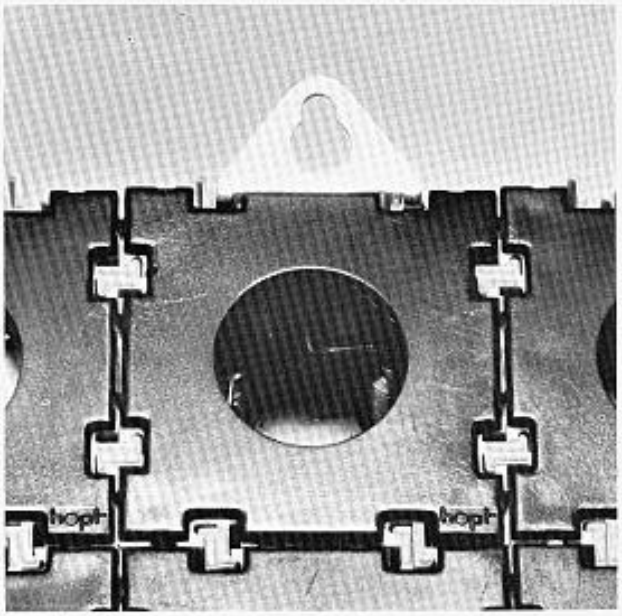
2



3

Verbindung von Baustein zu Baustein

Ein weiterer und sehr bedeutender Vorteil ist die Krallenverzahnung von Würfel zu Würfel. Sie gestattet einen stabilen, selbsttragenden Aufbau der Schaltung. Irgendwelche Hilfsmittel, z. B. Grundplatten, sind nicht notwendig (Abb. 3). Dadurch ist es möglich, die Schaltung im zusammengebauten Zustand im Dauerbetrieb als Gerät zu verwenden. Kleinere einschiebbare Aufhänger gestatten eine Befestigung an der Wand (Abb. 4).



4

BIPoL

Das BIPOL-SYSTEM

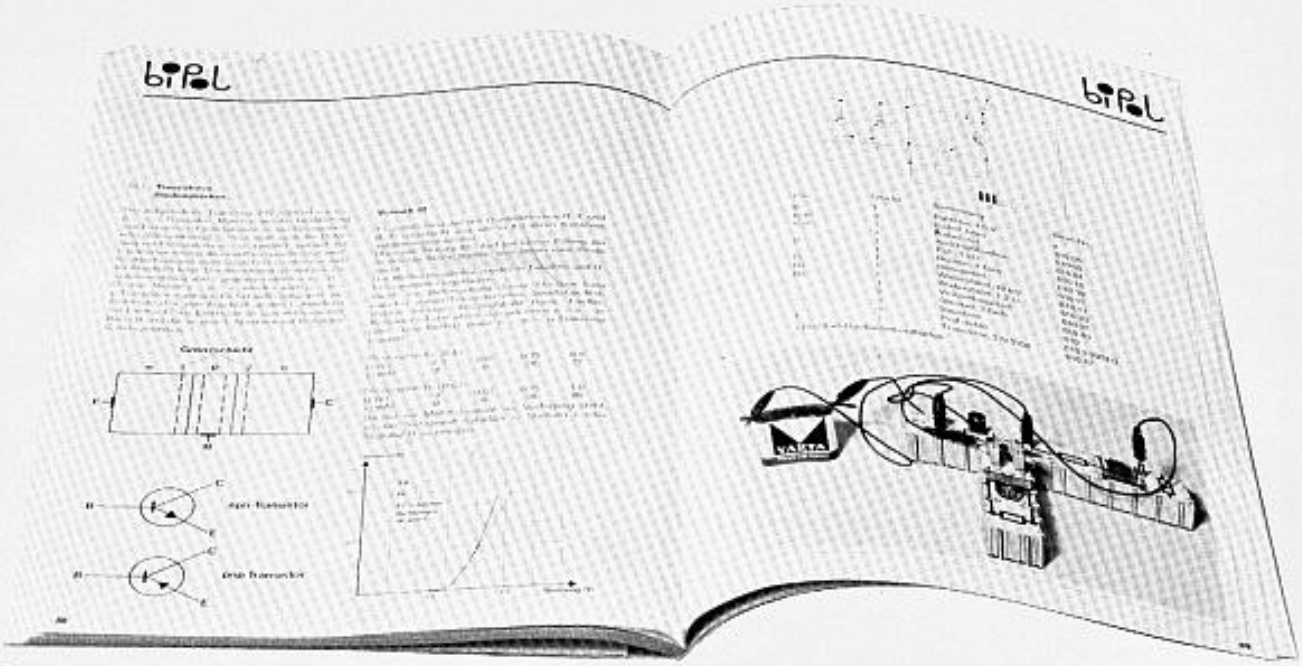
1. Lehrprogramm

Grundgedanke ist, die Elektrizitätslehre in einem systematischen Aufbau durch einfache und klare Versuchsbeispiele darzulegen. Diese Zusammenstellung und die Reihenfolge der Versuche wurden daher auch von einem erfahrenen Pädagogen, Gymnasialprofessor Dr. E. Weinmann, ausgearbeitet.
Der Aufbau des jedem Baukasten beigegebenen Lehrbuches ist so gewählt, daß auf der linken Seite Theorie und Versuchsbeschreibung, auf der rechten Seite Schaltbild, Stückliste und Fotografie des Versuches erscheinen (Abb. 5).

Insgesamt sind 4 Lehrgänge vorgesehen:

Lehrbaukasten	**612 01**	**Gleichstromkreis**
Lehrbaukasten	**612 02**	**Wechselstromkreis**
Lehrbaukasten	**612 03**	**Computertechnik**
Lehrbaukasten	**612 04**	**HF-Technik**

Der Kasten 612 02 baut auf 612 01 auf; die Kästen 612 03 und 612 04 können beide parallel verwendet werden.



Hier die Inhaltsverzeichnisse der beiden ersten Lehrbaukästen:

612 01 Gleichstromkreis

1. Aus der Geschichte der Elektrizitätslehre

2. Der elektrische Strom und seine Wirkungen

2.1	Stromkreis	V 1
2.2	Leiter und Nichtleiter	V 2, V 3
2.3	Wärmewirkung des Stromes	V 4
2.4	Chemische Wirkung	V 5
2.5	Magnetische Wirkung	V 6

3. Die elektrischen Grundgrößen und ihre Maßeinheiten

3.1	Stromstärke I Ampere	V 7
3.2	Ladung Q Coulomb	V 8
3.3	Spannung U Volt	V 9

4. Der Ohmsche Widerstand

4.1	Ohmsches Gesetz	V 10
4.2	Reihenschaltung von Widerständen	V 11
4.3	Kirchhoffsche Regeln	V 12
4.4	Parallelschaltung von Widerständen	V 13
4.5	Meßbereichänderung beim Voltmeter	V 14
4.6	Meßbereichänderung beim Amperemeter	V 15, V 16, V 17
4.7	Spannungsteilung	V 18
4.8	Potentiometer	V 19
4.9	Abhängigkeit des Widerstands von der geometrischen Form des Leiters	V 20
4.10	Temperaturabhängigkeit des Widerstands einer Glühlampe	V 21
4.11	Die elektromotorische Kraft (E.M.K.)	V 22
4.12	Wheatstonesche Brücke (Ohmmeter)	V 23
4.13	Sekundärelemente	V 24
4.14	Polarisation	V 25
4.15	Spannungsreihe	V 26
4.16	Leitfähigkeit des menschlichen Körpers	V 27

5. Arbeit und Leistung

5.1	Arbeit und Leistung	V 28
5.2	Anpassung	V 29

6. Kondensator und Farad

6.1	Kondensator und Farad	V 30
6.2	Entladen über einen Widerstand, Messung der Kapazität	V 31
6.3	Laden eines Kondensators über Widerstand	V 32
6.4	Parallelschaltung von Kondensatoren	V 33
6.5	Reihenschaltung von Kondensatoren	V 34
6.6	Energie des Kondensators	V 35

7. Temperatureinfluß bei Halbleitern

7.1	NTC-Widerstand oder Heißleiter	V 36
7.2	Temperaturabhängigkeit des NTC-Widerstands	V 37

8. Lichteinfluß bei Halbleitern

8.1	Photowiderstand	V 38
8.2	Herstellung eines Luxmeters	V 39

9. Dioden

9.1	Diode allgemein	V 40
9.2	Kennlinie einer Diode	V 41

10. Transistoren

10.1	Transistoren, Diodenstrecken	V 42
10.2	Transistor-Kennlinie	V 43
10.3	Transistor-Verstärkung	V 44
10.4	Transistor als Schalter	V 45
10.5	Transistor als Dämmerungsschalter	V 46
10.6	Elektronischer Temperaturwächter	V 47
10.7	Temperaturüberwachung mit Meßinstrument	V 48
10.8	Temperatureinfluß beim Transistor	V 49
10.9	Verminderung des Temperatureinflusses bei Transistoren	V 50

11. Größen, Einheiten, Dimensionen

11.1 Physikalische Größen

11.2 Größengleichungen

11.3 Spezielle Größengleichungen und das Rechnen mit speziellen Größengleichungen

11.4 Grundgrößen und abgeleitete Größen

11.5 Einheiten und Einheitengleichungen

11.6 Dimensionen und Dimensionsgleichungen

12. Inhaltsübersicht des Lehrbaukastens 61201

13. Überblick über den Lehrbaukasten 61202 (Wechselstromkreis)

BIPoL

612 02 Wechselstromkreis

1. Grundbegriffe des Wechselstroms

1.1 Scheitelwert und Momentanwert V 1
1.2 Effektive Stromstärke V 2
1.3 Effektive Spannung V 3
1.4 Effektivwert und Scheitelwert V 4
1.5 Galvanischer Mittelwert und Scheitelwert V 5

2. Gleichrichterschaltungen

2.1 Einweggleichrichtung (langsame Schwingungen 1 Hz) V 6
2.2 Anwendung der Einweggleichrichtung in einem Wechselspannungsmesser (techn. Wechselstrom 50 Hz) V 7
2.3 Zweiweggleichrichtung (50 Hz) V 8
2.4 Graetzschaltung (1 Hz) V 9
2.5 Anwendung beim Voltmeter (50 Hz) V 10
2.6 Glättung mit Ladekondensator bei Einweggleichrichtung (1 Hz) V 11
2.7 Glättung bei Einweggleichrichtung mit Siebkette (1 Hz) V 12
2.8 Glättung mit Ladekondensator (50 Hz) V 13
2.9 Glättung mit Ladekondensator (50 Hz) Nachweis akustisch V 14
2.10 Gleichrichtung mit Spannungsverdoppelung (nach Villard) V 15
2.11 Gleichrichtung mit Glättung und Spannungsverdoppelung (nach Greinacher) V 16
2.12 Gleichrichtung mit Glättung und Spannungsvervielfachung (Kaskadenschaltung) V 17

3. Aufbau eines vielseitigen Wechselstrominstrumentes

3.1 Aufbau und Eichung eines Amperemeters für Wechselstrom, Meßbereich 36 mA V 18
3.2 Aufbau und Eichung eines Amperemeters für Wechselstrom, Meßbereich 3,2 mA und 360 mA V 19
3.3 Eichung der Meßbereiche des Voltmeters V 20

4. Kapazität C und Induktivität L im Wechselstromkreis

4.1 Induktion V 21
4.2 Selbstinduktion V 22
4.3 Nachweis der Selbstinduktion beim Spulenbaustein V 23
4.4 Induktiver Widerstand R_L (informativer Versuch) V 24
4.5 Kapazitiver Widerstand R_C (informativer Versuch) V 25
4.6 Nachweis der Phasenverschiebung beim kapazitiven Widerstand (1 Hz) V 26
4.7 $R_C = \frac{1}{\omega C}$, Nachweis mit 50 Hz V 27
4.8 Induktiver Widerstand einer Spule bei 50 Hz V 28
4.9 Ohmscher Widerstand und kapazitiver Widerstand in Reihe Scheinwiderstand V 29
4.10 Ohmscher Widerstand und induktiver Widerstand in Reihe Scheinwiderstand V 30
4.11 R_Ω, R_C und R_L in Reihe V 31
4.12 R_L und R_C parallel geschaltet V 32
4.13 R_L und R_C parallel geschaltet »3-Lämpchen-Versuch« V 33

5. Generatoren

5.1 gedämpfte elektrische Schwingungen V 34
5.2 Ungedämpfte elektrische Schwingungen (ca. 5 Hz) Meißnerschaltung V 35
5.3 Meißnerschaltung (ca. 5 Hz) Schwingkreis auf der Kollektorseite V 36
5.4 Meißnerschaltung, Tonfrequenz V 37
5.5 3-Punkt-Schaltung, Thomsonformel V 38
5.6 R_C in Abhängigkeit von f und C R_L in Abhängigkeit von f und L V 39
5.7 R_C und R_L in Reihe, Resonanzkurve V 40
5.8 Gleichspannungswandler V 41

6. Impulsumformung

6.1 Dioden mit Vorspannung V 42
6.2 Impulsdehnung V 43
6.3 Rechteckimpulse V 44

7. Transistor als Verstärker

7.1 Niederfrequenzverstärker (langsame Schwingungen) V 45
7.2 Niederfrequenzverstärker (Tonfrequenz) V 46
7.3 Gleichstromverstärker V 47

8. Elektronischer Schalter

8.1 Schmitt-Trigger mit Potentiometer V 48
8.2 Schmitt-Trigger als Zeitgeber V 49
8.3 Astabiler Multivibrator 0,1 Hz Blinkschaltung V 50
8.4 Astabiler Multivibrator 100 Hz Tonfrequenz V 51
8.5 Monostabiler Multivibrator V 52
8.6 Bistabiler Multivibrator V 53
8.7 Flip-Flop V 54

9. Logische Schaltungen

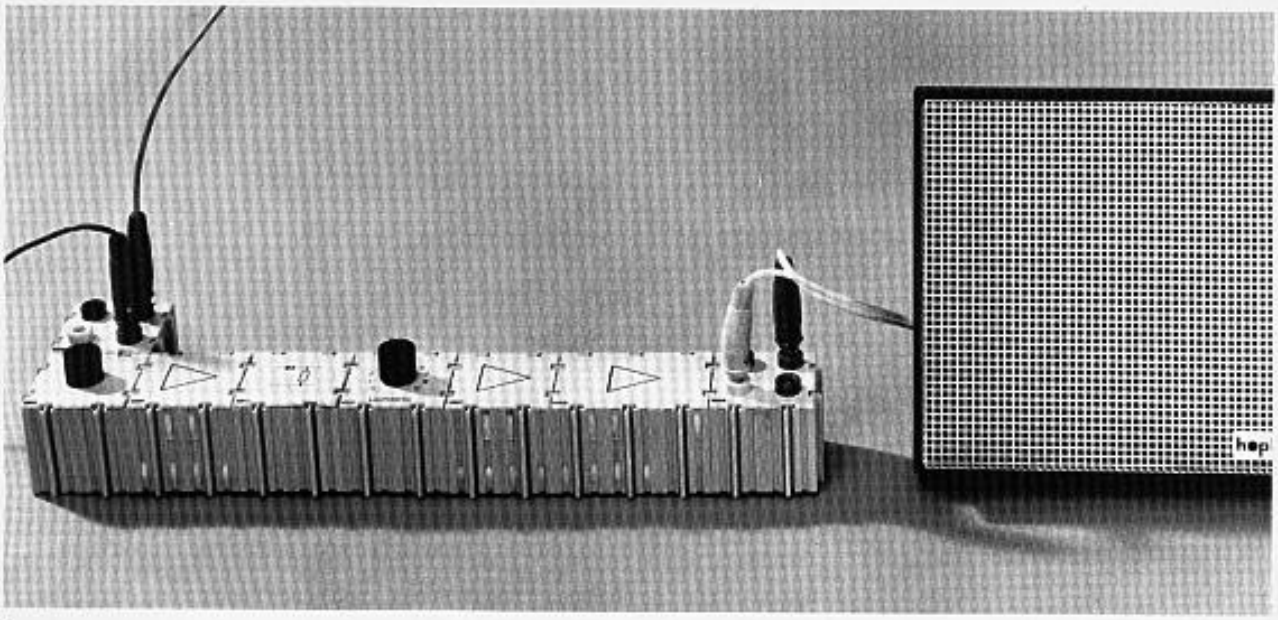
9.1 Und-Gatter V 55
9.2 Oder-Gatter V 56
9.3 Umkehrstufe V 57
9.4 Umkehrstufe und Und-Gatter V 58
9.5 Exklusiv-Oder-Gatter V 59

10. Herstellung eines einfachen Dioden- und Transistorprüfgerätes V 60

Alle vier Kästen werden nicht nur jedem technisch Interessierten gerecht, sondern entsprechen auch den hohen Anforderungen des Unterrichts an Gymnasien, Technischen Instituten und Lehranstalten.

2. Experimentierprogramm

Während beim Lehrprogramm in jedem BIPOL-Würfel wegen der Übersichtlichkeit lediglich ein Bauelement eingelötet ist, werden beim Experimentierprogramm ganze Schaltungen, also eine Mehrzahl von Bauteilen, in einem BIPOL-Würfel untergebracht. Dies hat den Vorteil, daß zu komplizierten Versuchsanordnungen weniger Bausteinwürfel verwendet werden müssen. Grundsätzlich sind die mit den BIPOL-Experimentierbausteinen möglichen Schaltungen in zwei Grundrichtungen aufgeteilt, nämlich in analoge und digitale Schaltungen. Die Vielzahl dieser Schaltungen ist aus einem Übersichtsblatt ersichtlich, aus dem auch hervorgeht, welche einzelnen Bausteine zu der jeweiligen Schaltung notwendig sind. Diese Bausteine können einzeln bezogen werden oder zusammengestellt als Experimentierbaukästen, und zwar den folgenden:



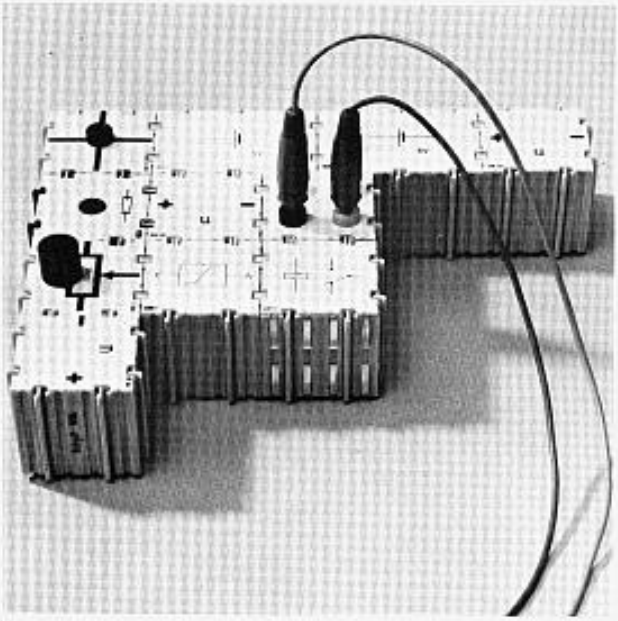
6
Transistor-Radio

Experimentierbaukasten 612 50

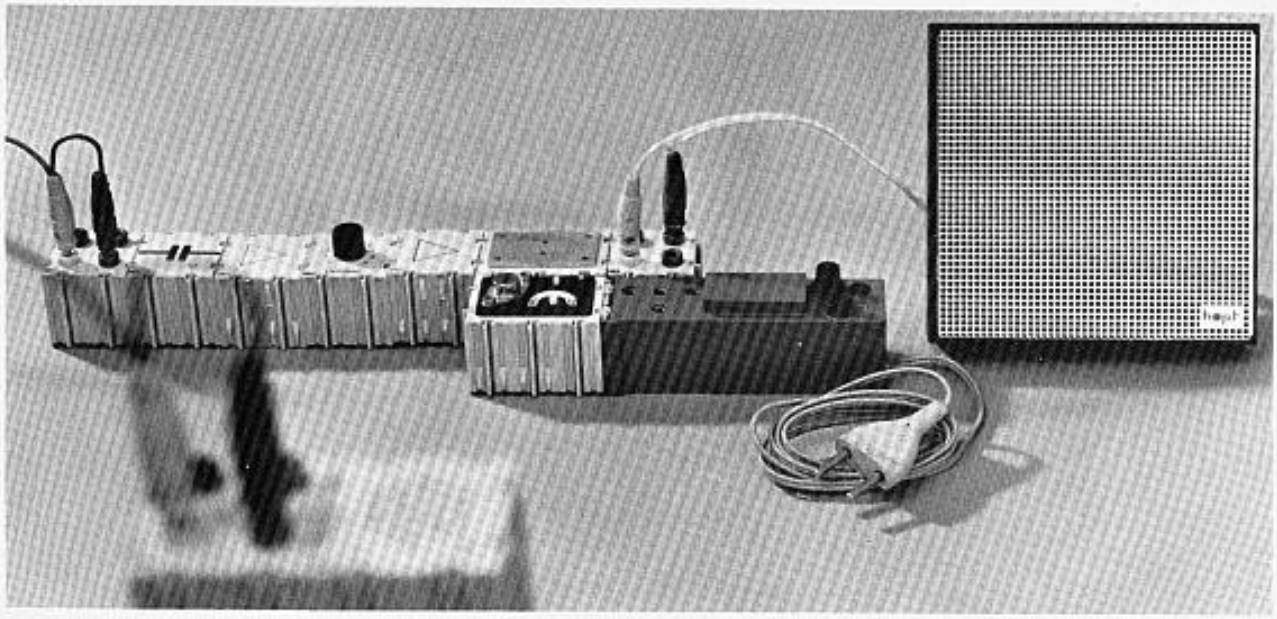
Analogschaltungen:
1-Kanal-Verstärker, Schaltung 8
Mikrophon-Verstärker, Schaltung 9
Babysitter, Schaltung 22
Telephon-Verstärker, Schaltung 23
Wechselsprechanlage, Schaltung 42

Experimentierbaukasten 612 51

Digitalschaltungen:
Dämmerungsschalter, Schaltung 501
Lichtschranke mit Relais, Schaltung 505
Thermostat mit Relais, Schaltung 511
Füllstandmesser mit Relais, Schaltung 514



7
Dämmerungs-Schalter



8
Mikrophon-Verstärker als Babysitter

BIPOL

Experimentierbaukasten 612 60

mit folgenden einfachen Schaltungen:
Wechselsprechanlage
Tongenerator
Morse-Übungsgerät
Morsegerät mit veränderlicher Frequenz
Durchgangsprüfer

Ausbaukasten 612 61

mit Hilfe dessen aus Kasten 612 60 ein Diodenempfänger gebaut werden kann

Ausbaukasten 612 62

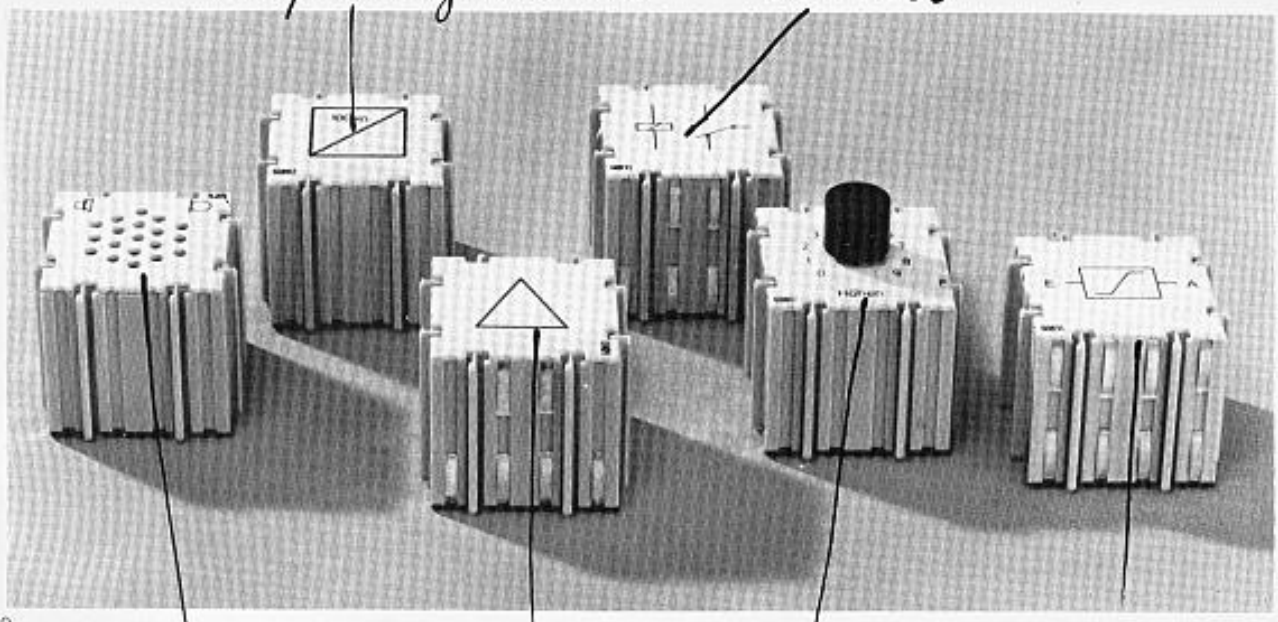
der zusätzlich zum Kasten 612 60 noch folgende weitere Schaltungen zuläßt:
Fotoelektronische Schalter
Lichtschranke
Konstantlicht
Konstantspannung
Blinker mit fester und veränderlicher Frequenz
Lichtgesteuerter Tongenerator
Lichtgesteuertes Morsegerät

Überdies sind lieferbar sämtliche im erwähnten Übersichtsblatt vorhandenen Bausteine 608 00 bis 608 37 und 610 00 bis 610 46, mit deren Hilfe die Schaltungen 1 bis 73 und 501 bis 542 zusammengestellt werden können.

Die Schaltungen und Bausteine des Experimentierprogramms sind in den Heften Experimentiersystem und Bausteinreihe 608/610 00 ausführlich aufgeführt.

608 02 Impedanzwandler

608 33 Relais



608 14 Mikrophonlautsprecher

608 01 Vorverstärker

608 07 Höhenregler

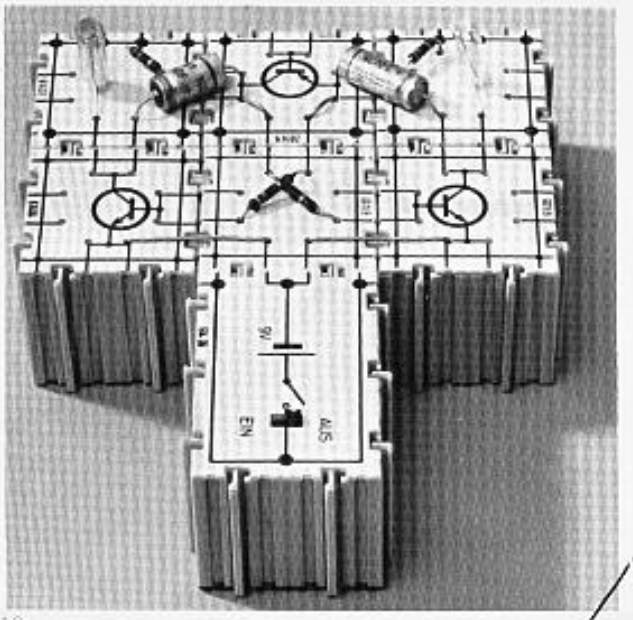
608 31 Impulsformer

BIPOL

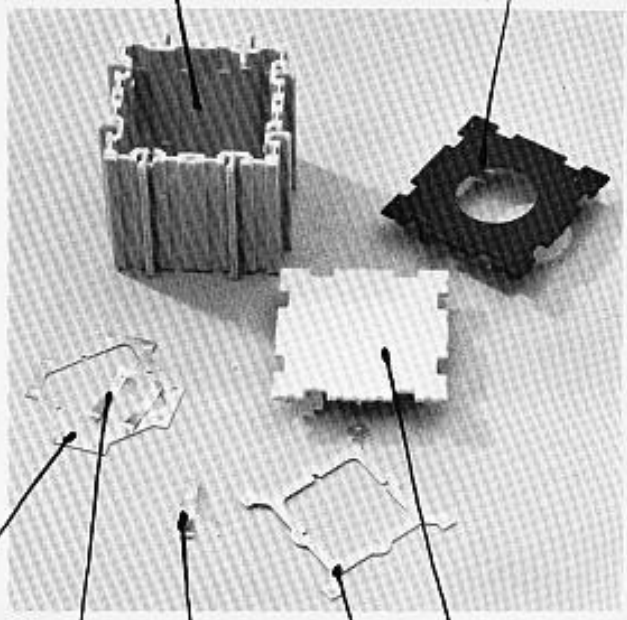
3. Laborprogramm

Sinn und Zweck der dafür vorgesehenen Bausteine soll sein, dem Versuchenden im Labor ein Bausteinsystem an Hand zu geben, das mit Vielfältigkeit eingesetzt werden kann. Lötarbeiten bleiben bei trotzdem sich ergebender Kontaktsicherheit weitgehend erspart. Hierfür gibt es 10 verschiedene Bausteine, in die an der Oberseite elektrische Bauelemente eingesteckt werden können. Die BIPOL-Bausteine selbst stellen praktisch die Stromversorgungen und die Verbindung untereinander her. Diese Bausteine tragen die Typennummer 614 00 ff.

Außerdem stehen leere Würfel mit den entsprechenden Kontaktteilen als Einzelteile zur Verfügung, so daß sich jeder die beabsichtigte Kontaktierung zusammenstellen kann.



10
Schaltungsbeispiel aus der Bausteinreihe 614

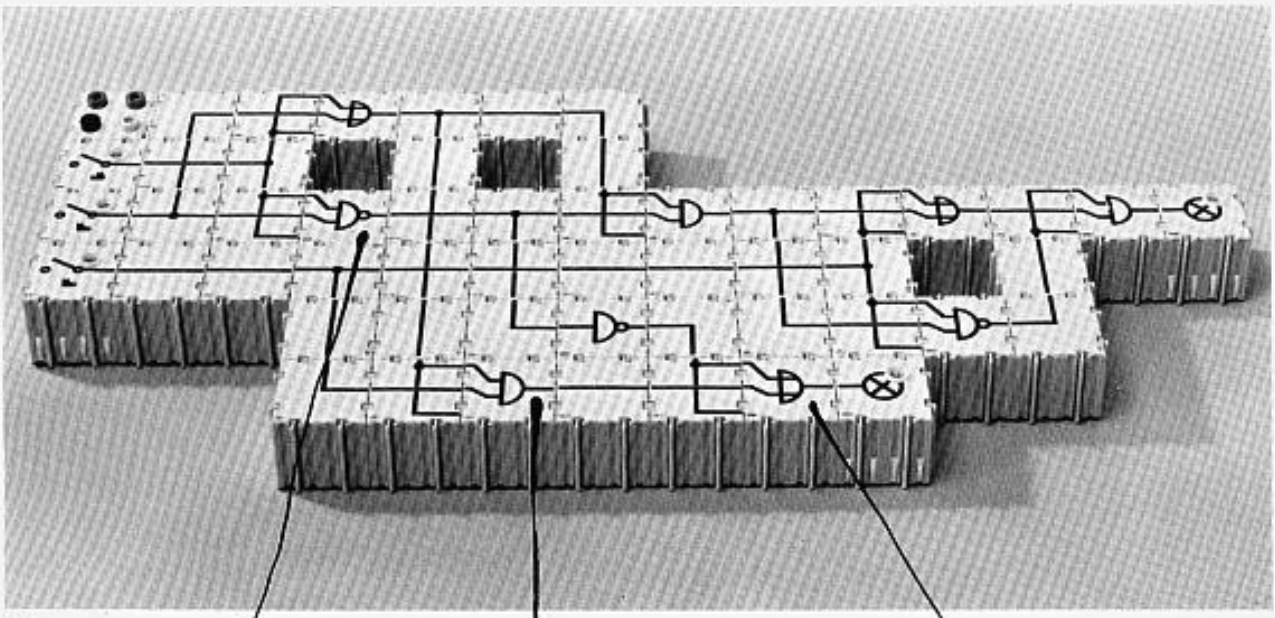


11

4. Computerprogramm

Das Computersystem besteht aus einer Anzahl von Einzelbausteinen, die zum größten Teil mit integrierten Schaltungen bestückt sind. Dadurch wurde es möglich, in die Einzelbausteine komplexe Baugruppen unterzubringen. Mit diesem System können selbst umfangreiche Schaltungen auf relativ kleinem Raum aufgebaut werden. Unter den Bausteinen dieser Reihe finden sich neben einfachen Verbindungen Kontrollampen die den Schaltzustand anzeigen und Schalter zur Eingabe, hauptsächlich die für die digitale Computertechnik typischen Elemente wie z. B. Gatter verschiedener Funktion (und, oder, nand, nor), Inverter, Buffer, Flip-Flops.

Dieses System bietet sich hauptsächlich für die Verwendung in Labors, Schulen und Universitäten an. Es kann sowohl für die Erprobung von Laborschaltungen als auch für den Unterricht und für das Praktikum in Schaltungs-Algebra eingesetzt werden. Auf Grund der in den einzelnen Bausteinen verwendeten Elemente können diese Schaltungen ohne Schwierigkeiten mit vorhandenen digitalen Geräten (Steuerungen, Rechnern oder ähnlichem) kombiniert werden.



12
Binärer Volladdierer

und-Gatter 609 03

nand-Gatter 609 05

oder-Gatter 609 04

Möchten Sie unser BIPOL-System einmal kennenlernen?

Wir sind sicher; denn viele Technische Lehranstalten, Institute und vor allem Gymnasien verwenden unser Baustein-System für den Unterricht. Die Veranschaulichung in der Praxis hilft, den theoretischen Lehrstoff deutlich zu machen und einprägsamer zu gestalten. Die Elektronik wird dadurch sichtbar, sie weckt das Interesse des Studierenden. Doch nicht nur für die Schule, sondern auch für den Studierenden oder Schüler ist das BIPOL-System ein wertvoller Helfer. Mit BIPOL bleibt Elektronik für jeden technisch Interessierten nicht länger Geheimwissenschaft.

Und was nicht übersehen werden sollte, BIPOL ist preisgünstig.

BIPOL

hopt

R+E Hopt KG · 721 Rottweil
Königsberger Straße 12 · Postfach 232