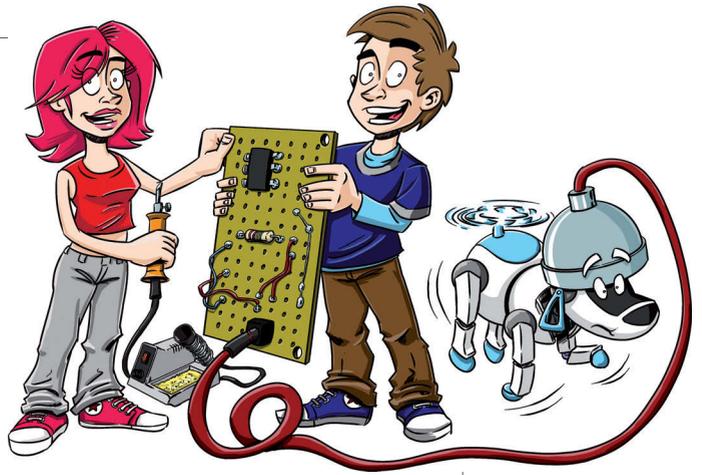


Elektronik- Experimente

FÜR **KIDS**



Inhalt

Einführung	7
Einführung	8
Für die Eltern	8
Was du für deine Versuche brauchst	10
Eins zurück, zwei vor: die ersten Schritte	19
Was bisher geschah	19
Zusammenfassung	25
Ein paar Fragen	25
... und ein paar Aufgaben	27
Kondensatoren: Ladungsspeicher für schlechte Zeiten	31
Mehr als gar nichts	32
Laden, entladen, laden, entladen	44
Kurvenverlauf mit dem Scope anschauen	59
Ein paar Tipps zum Oszilloskopkauf	82
Jetzt lassen wir es krachen	86
Das Fass läuft über	98
Zusammenfassung	100
Ein paar Fragen	101
... und ein paar Aufgaben	101

1



2



3



Heiß und ätzend	105
Löten für den Praktiker	106
Die ersten Lötübungen	112
Liebling, ich habe den Schlauch geschrumpft	117
Elektronische Geschenkideen	121
Bauteile in eine Platine einlöten	127
Platinen selber herstellen	137
Zusammenfassung	164
Ein paar Fragen	164
... und ein paar Aufgaben	165

4



Die passende Spannung besorgen	167
Gib mir zehn	167
Feste Spannung mit dem Festspannungsregler	173
Mit dem Labornetzteil von der Batterie verabschieden	181
Zusammenfassung	187
Ein paar Fragen	187
... und ein paar Aufgaben	188

5



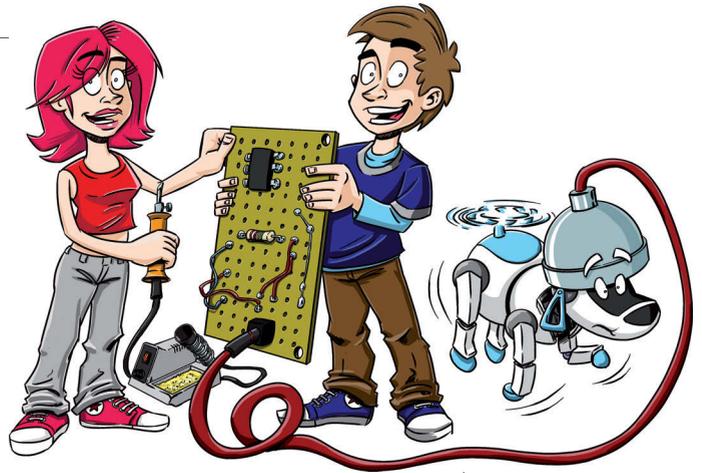
Klein, aber fein: ICs	189
Integrierte Schaltkreise	189
Ein OPA bitte in den OP	196
Flip-Flops sind nicht nur Badelatschen	207
101+10 soll 6 sein	215
Zusammenfassung	229
Ein paar Fragen	230
... und ein paar Aufgaben	230

Anhang	233
---------------------	------------

Lösungen	239
-----------------------	------------

Stichwortverzeichnis	253
-----------------------------------	------------

1



Eins zurück, zwei vor: die ersten Schritte

In diesem Kapitel lernst du:

- ⊙ ASIMO kennen
- ⊙ dein Wissen über bereits bekannte Bauteile zu überprüfen
- ⊙ welche Kenntnisse vorausgesetzt werden, damit du mit diesem Buch Spaß hast

Hast du vielleicht bereits wieder ein wenig vergessen oder willst einfach noch mal alles im Schnelldurchlauf wiederholt haben, dann bleibe bei der Stange und stöbere durch dieses Kapitel, in dem wir einen Schritt zurückgehen werden und noch einmal einen Blick auf das bisherige Wissen werfen.

Was bisher geschah

Interesse an etwas Auffrischung? Dann findest du hier noch mal kurz die wichtigsten Erkenntnisse aus dem ersten Buch zum Nachlesen und Nachschlagen. Experimente werden hier keine gemacht, sondern es wird nur die Theorie wiederholt. Bist du der Meinung, dass noch alles bekannt ist, dann überspringe den Abschnitt einfach und stürze dich in neue Entdeckungen.

1



ASIMO ist ein dem Menschen nachempfunderer Roboter, der sich auf zwei Beinen fortbewegen kann. Er vereint alle Inhalte der Elektrotechnik und Elektronik und ist etwa so groß wie ein Jugendlicher. Urheber: Wwgcc, CC BY-SA 2.0

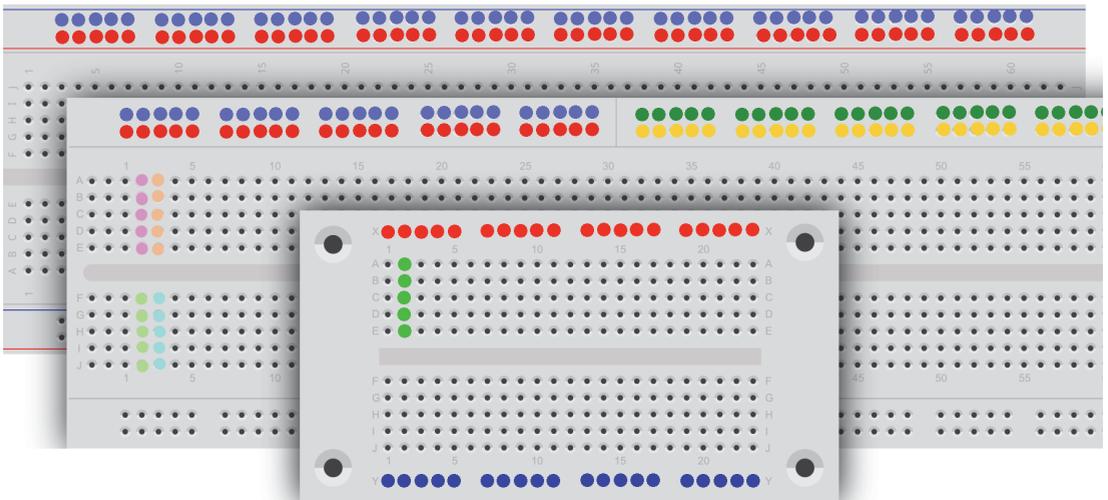


Was ist der Unterschied zwischen Elektrotechnik und Elektronik? Vereinfacht ausgedrückt, beschäftigt sich die Elektrotechnik mit den physikalischen Eigenschaften und der Energie. Die Elektronik befasst sich mehr mit der praktischen Anwendung der Bauteile. Ganz grob unterscheiden kann man auch, indem man sagt, dass alle klobigen, eher mechanischen Bauelemente wie Motoren, Transformatoren oder auch Stromleitungen zur Elektrotechnik gehören und die Elektronik sich der kleinen Bauteile wie Widerstände, Transistoren usw. bedient. Heute sind die Themengebiete deutlich stärker unterteilt und es gibt zahlreiche Überschneidungen in den Bereichen Energie-, Nachrichten-, Mess- und Automatisierungstechnik bei den Elektrotechnikern. Zur Elektronik werden alle Vorgänge in Steuer-, Regel- und Verstärkerschaltungen gezählt und es gibt dann auch noch die Digitaltechnik und Mikroelektronik, die sich vor allem mit großen und ganz kleinen Computern beschäftigt. Bei der Optoelektronik wird mit Halbleitern Licht gemacht (z. B. LEDs) und verarbeitet.

Batterie und Steckboard

Die 9-V-Blockbatterie versorgt die meisten Experimente im Buch mit der notwendigen Energie. Werden elektrische Bauteile wie Schalter, Glühlampen und eine Batterie mit Drähten oder Ähnlichem miteinander verbunden, handelt es sich um eine elektrische Schaltung. Die Spannung der Batterie ist immer vorhanden und liegt an der Batterie an. Die Maßeinheit für Spannung ist Volt. Die Spannung wird immer parallel zu einem Bauteil gemessen.

Um die Bauteile miteinander zu verbinden, können die Anschlüsse in ein Steckboard, das auch Experimentierboard oder Breadboard genannt werden kann, gesteckt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Steckplätze reihenweise miteinander verbunden sind. Die oberen und unteren quer verlaufenden Reihen sind ebenfalls miteinander verbunden, können aber bei längeren Exemplaren auf der Hälfte unterbrochen sein.

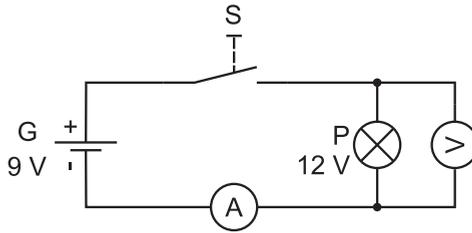


Verschiedene Steckboardtypen

Sobald ein geschlossener Stromkreis besteht, kann Strom von der Batterie durch die Schaltung und die Bauteile hindurch wieder in die Batterie fließen. Die Stromstärke gibt an, wie viele Elektronen sich durch den Leiter bewegen, und wird in Reihe gemessen. Die Einheit für den Strom ist Ampere.

Das Produkt aus Strom und Spannung gibt an, wie viel Leistung die Schaltung oder ein Bauteil aufnimmt. Die Leistung wird in Watt angegeben, kann aber nicht direkt gemessen werden.

1

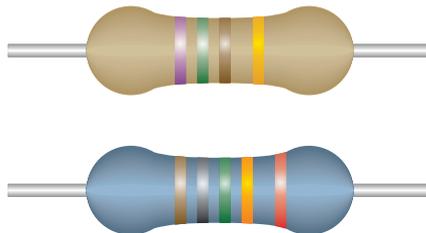


Eine einfache Schaltung mit Batterie, Taster und Lampe. Es können die Spannung über der Lampe und der Stromfluss gemessen werden.

Der Strom fließt bei der technischen Stromrichtung, die meistens benutzt wird, vom Plus- (rot) zum Minuspol (schwarz) der Batterie. Die zwei kirchhoffschen Regeln besagen in vereinfachter Form: Die Summe aller zufließenden Ströme ist in einem Knoten gleich der Summe aller abfließenden Ströme (Knotenregel). Alle Teilspannungen eines Maschenumlaufs addieren sich zu null (Maschenregel).

Im Widerstand wird's eng

Elektrische Widerstände begrenzen den Stromfluss. Dadurch schützen sie andere Bauteile, wie zum Beispiel Leuchtdioden. Der Widerstandswert wird durch farbige Ringe codiert. Im Anhang findest du eine Übersicht der Farbcodes. Die kleinen Widerstände, die üblicherweise und auch hier im Buch benutzt werden, können maximal 0,25 W Leistung vertragen.



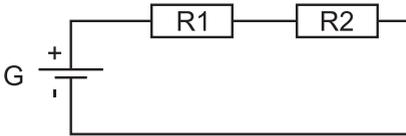
Die Anzahl der farbigen Ringe ist abhängig von der Genauigkeit (Toleranz) des Widerstandes. Oben: Kohleschichtwiderstand mit 5 %. Unten: Metallfilmwiderstand mit 2 %.

Das ohmsche Gesetz zur Berechnung des Widerstandwertes in Ohm (Ω) anhand der an ihm abfallenden Spannung und des durchfließenden Stromes lautet:

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

Werden mehrere Widerstände in Reihe geschaltet, addieren sich die Einzelwerte zum Gesamtwiderstand:

$$R_G = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



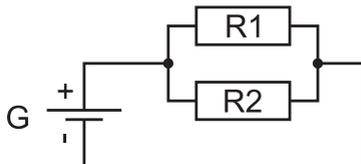
Reihenschaltung zweier Widerstände

Bei der Parallelschaltung von Widerständen ergibt sich ein Gesamtwiderstand, der kleiner als der kleinste Einzelwiderstand ist. Der Gesamtwiderstand kann durch die Addition der Leitwerte ermittelt werden:

$$\frac{1}{R_G} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Bei der Parallelschaltung von nur zwei Widerständen kann man auch diese Formel verwenden:

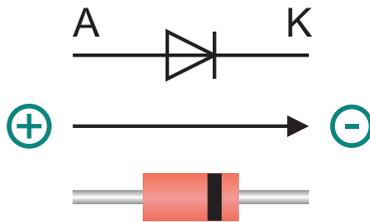
$$R_G = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$



Parallelschaltung von zwei Widerständen

Dioden und Transistoren sind Halbleiter

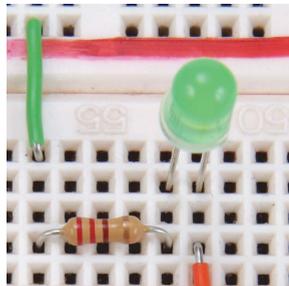
Eine Diode besteht aus zwei verschieden dotierten Halbmetallen (oft Silizium). In der einen Schicht herrscht ein Elektronenmangel (P-Dotierung) und in der anderen ein Überschuss (N-Dotierung). Dazwischen baut sich der PN-Übergang auf. Die Diode funktioniert deshalb wie ein Ventil: In die eine Richtung kann der Strom fließen, in die andere Richtung sperrt die Diode. In Durchlassrichtung wird die Diode aber auch erst ab der Durchbruchspannung leitend. Diese Spannung liegt bei ca. 0,7 V. Ein umlaufender Strich auf der Diode markiert die Kathode.



Diode in Durchlassrichtung: Der Strom kann von der Anode (Pluspol) zur Kathode (Minuspol) fließen.

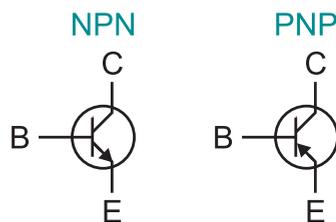
Eine spezielle Form der Diode ist die Leuchtdiode. In Durchlassrichtung leuchtet sie. Die LED ist nicht dafür gebaut, um einen Strom in Gegenrichtung zu sperren, da die Sperrspannung nur einige Volt beträgt. Bei den meisten LEDs erkennt man den Minuspol an der abgeflachten Stelle am Krage. Das Anschlussbeinchen für den Pluspol ist oft länger.

Damit der Strom durch die LED nicht unendlich groß wird, benötigt sie immer einen Vorwiderstand. Die Widerstandsgröße hängt von der LED und deren Kenndaten (Vorwärtsspannung und -strom) ab und kann mit dem ohmschen Gesetz berechnet werden.



LED mit Vorwiderstand im Steckboard

Der Transistor funktioniert ähnlich wie ein Schalter: Ein kleiner Strom an der Basis steuert einen großen Strom zwischen Kollektor und Emitter. Es gibt NPN- und PNP-Transistoren, wobei meistens NPN-Typen benutzt werden.



Schaltzeichen für NPN- und PNP-Transistor

Durch das Hintereinanderschalten von zwei Transistoren kann ein sehr kleines Eingangssignal verstärkt werden (Darlington-Schaltung). Ebenso kann mit zwei Transistoren ein Schmitt-Trigger aufgebaut werden, der dafür sorgt, dass bei Erreichen einer Schwellspannung am Eingang des ersten Transistors schlagartig der Ausgang des zweiten Transistors umschaltet und so dort nur zwei Zustände auftreten können: an oder aus.

Zusammenfassung

Hoffentlich hat dir die kurze Zusammenfassung geholfen und die kleinen Lücken geschlossen, die vielleicht doch noch bestanden. Auf jeden Fall kannst du hier immer wieder das Allerwichtigste nachschlagen.

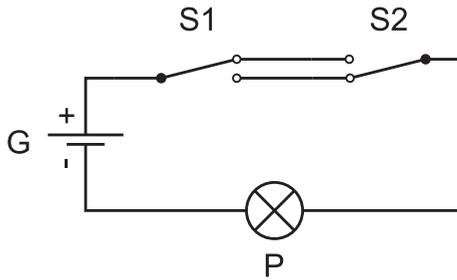
Schau dir doch schon mal den Anhang an. Da findest du alle Schaltzeichen, wichtige Formeln und mehr, die du immer wieder brauchen wirst. So hast du alles zusammen und musst nicht erst durch die Seiten blättern.

Hast du alle Teile aus der Einkaufsliste besorgt, kannst du sie dir ja schon mal anschauen und eventuell in kleine Tütchen oder Dosen verteilen, die du beschriftest, damit du später immer weißt, um welche Teile es sich handelt, sollte einmal der Aufdruck nicht lesbar sein oder fehlen.

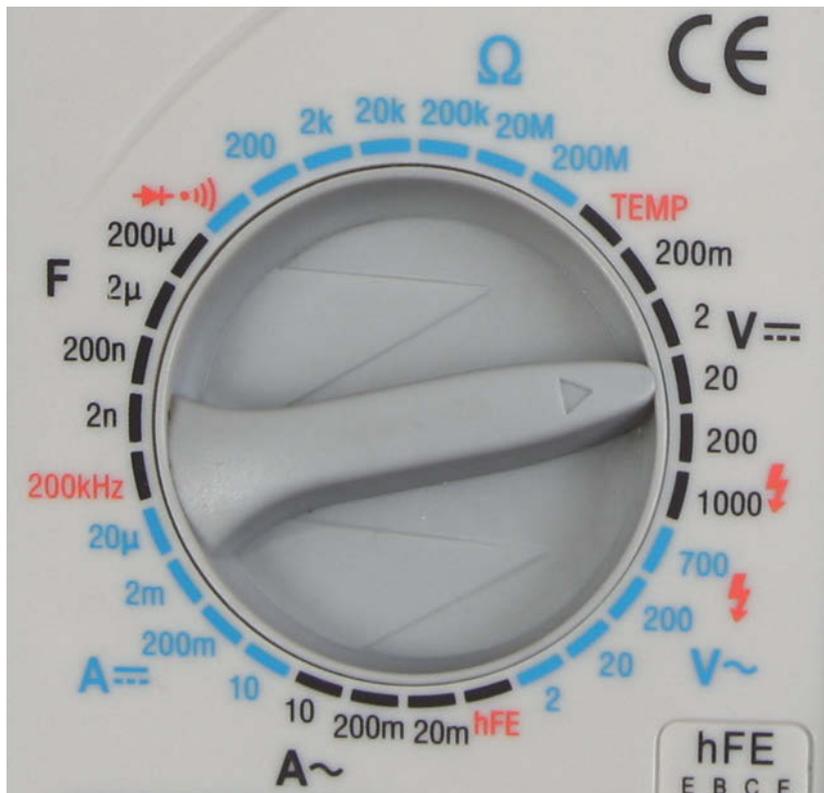
Ein paar Fragen ...

1. Welche Widerstandswerte ergeben sich aus den folgenden Farbcodes: gelb-violett-grün, braun-schwarz-schwarz, orange-orange-rot?
2. Wie lautet die Formel, um bei einer gegebenen Spannung und einem Widerstandswert den fließenden Strom zu berechnen?
3. Eine LED soll an einer Spannung von 6 V betrieben werden. Ihre Vorwärtsspannung beträgt 2,1 V, die Sperrspannung beträgt 5 V und der Durchlassstrom 15 mA. Wie groß muss der Vorwiderstand sein?
4. In welcher Einheit wird der Strom angegeben?
5. Nenne ein paar Bauteile, die mit einer Spule bzw. mit Magnetismus funktionieren.
6. Wie funktioniert die abgebildete Schaltung? Was passiert, wenn du die Schalter betätigst?

1



7. »Tut der Pfeil der Basis weh, handelt's sich um ...«?
8. Die Schaltung in der letzten Aufgabe (bei denen, die gleich folgen) funktioniert, ist aber technisch nicht perfekt. Ein Bauteil wurde vergessen, das zum Schutz immer dabei sein sollte. Welches Bauteil fehlt wo und wozu ist es sinnvoll?
9. Welchen Messbereich darfst du auf dem gezeigten Multimeter einstellen, um den Strom aus Frage 4 zu messen? Was ist noch zu beachten?

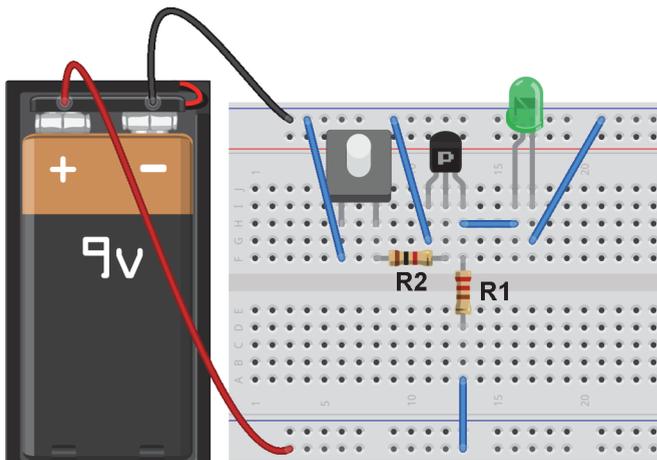


... und ein paar Aufgaben

1. Konvertiere die folgenden Messwerte in die jeweils angegebene Größe:

Wert	sind ...
1,2 A	mA
5,6 k Ω	Ω
120 mV	V
4,7 M Ω	k Ω
80 mA	A

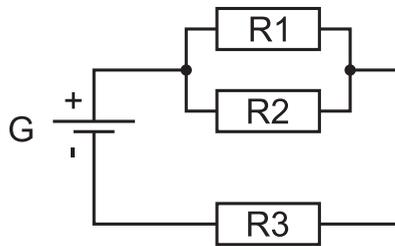
2. Zeichne einen Schaltplan, bei dem ein NPN-Transistor eine LED so steuert, dass die LED leuchtet, wenn der Taster geöffnet ist, und die LED erlischt, wenn der Taster geschlossen ist.
3. Prüfe die Spannung deiner 9-V-Batterien. Wenn diese weniger als 7,5 V liefern, besorge dir neue.
4. Baue die gezeigte Schaltung auf dem Steckboard auf. Achte auf die genaue Bauteilbezeichnung und die Batteriepolung. Worin unterscheidet sich die Schaltung von der vorherigen Aufgabe? Fertige einen Schaltplan an.



1

Bauteil	Wert
G	9-V-Blockbatterie
T	Taster
R1	220 Ω (rot-rot-braun)
R2	1 k Ω (braun-schwarz-rot)
D	grün; 2,4 V; 25 mA
T	BC557

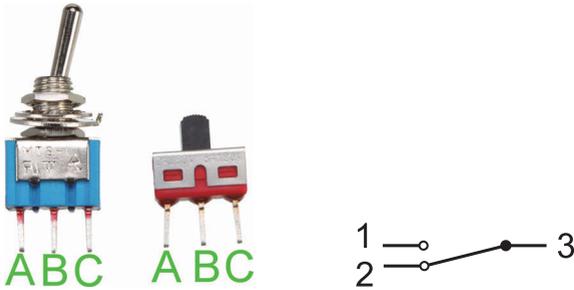
5. Baue die folgende Schaltung auf und bestimme durch Messen die Spannungen und Ströme.



Bauteil	Wert
G	9-V-Blockbatterie
R1	220 Ω (rot-rot-braun)
R2	1 k Ω (braun-schwarz-rot)
R3	470 Ω (gelb-violett-braun)

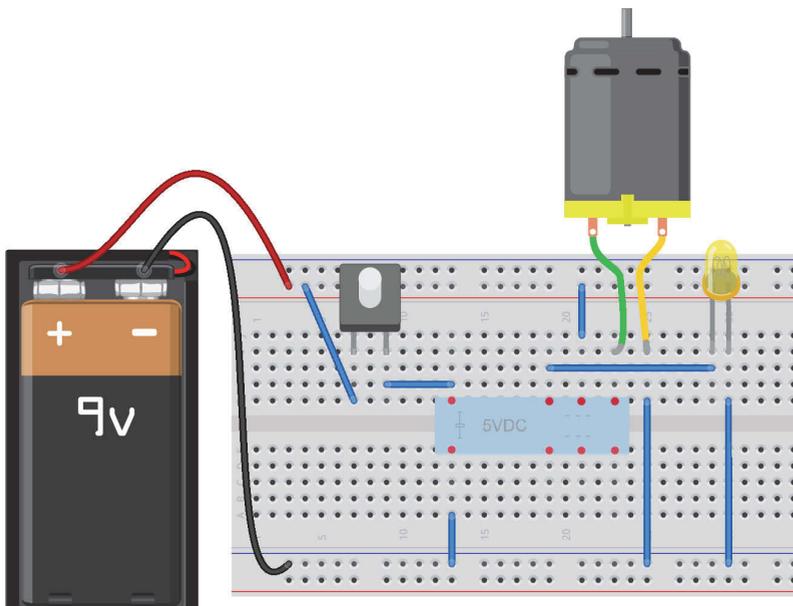
Messpunkt	deine Werte
U_G	
U_{R1}	
U_{R2}	
U_{R3}	
I_{R1}	
I_{R2}	
I_{R3}	

6. Schreibe in die Tabelle, welcher Anschluss eines Umschalters im Schaltplan mit dem Anschlusspin eines echten Umschalters (Kipp- oder Schiebeschalter) übereinstimmt.

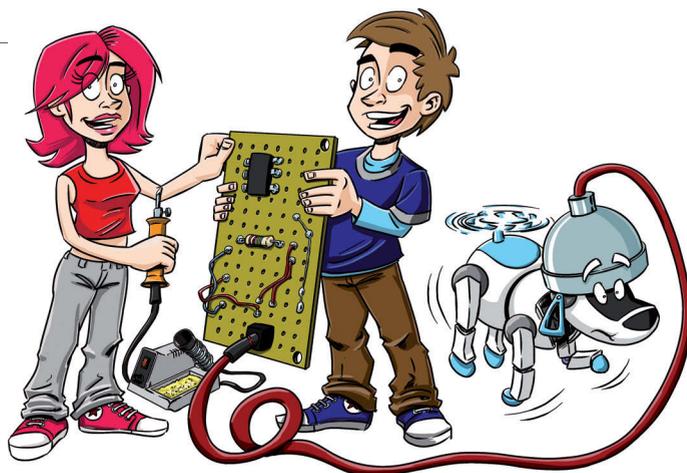


Schaltbild	echter Schalter
1	(A, B oder C?)
2	(A, B oder C?)
3	(A, B oder C?)

7. Schau dir die Abbildung des Steckboards mit dem Relais an und setze die gezeigte Schaltung bei dir um. Beschreibe die Funktionsweise in wenigen Sätzen und zeichne den zugehörigen Schaltplan.



Wenn du keinen Motor hast, kannst du stattdessen auch eine zweite Glühlampe benutzen.



Stichwortverzeichnis

τ 98
 1N4732 169
 4000er CMOS 207
 4043 212
 74er-Reihe 215
 74HC192 220
 78xx 176
 7-Segment-Display 226
 8-4-2-1-Code 220

A

Abfallspannung 176
 Abgleich (Tastkopf) 67
 Abgreifklemme 184
 Abstreifschwamm 108
 Abtastrate (Oszilloskop) 85
 AC 66
 Akku 9
 AMV 88
 Ankörner 160
 Anode 227
 Anreibeschrift 146
 Arzt 150
 ASIMO 20
 Astabiler Multivibrator 86
 Atmung 150

Ätzbad

entsorgen 151
 Ätzen 145
 aufräumen 158
 Sicherheitshinweise 150
 Vorbereitung 151
 Ätzmittel 149
 Auge 150
 Auslöten 135
 Autobatterie
 überwachen 206
 Automatisierungstechnik 20
 Axial 32

B

Bananenbuchse 182
 Bandbreite (Oszilloskop) 85
 Basismaterial 138
 Batterie 9
 ersetzen 181
 Batteriespannung 169
 Batteriewächter 204
 Bauteile
 Platine einlöten 127
 Bauteilseite 139
 Bayonet Neill Concelman 61

- BCD 220
 BCD-Code 226
 BCD-zu-7-Segment-Decoder 227
 Belichtungsmethode 145
 Bestückungsdruck 128, 139
 Bezugsspannung 204
 Binär 218
 zählen 218
 Binärsystem 219
 Binary coded decimal 220
 Bit 219
 Blinkfrequenz 93
 Blinkschaltung 44, 86
 BNC 61
 Bohren 160
 Bohrmaschine 159
 Breadboard Siehe Steckboard
 Breakdown voltage 170
 Brummstrom 176
 Buchsenleiste 144
 Büschelbuchse 182
 Byte 219
- C**
 ca 227
 CC 185
 cc 227
 CDN 231
 Chemie 151
 CMOS 207
 Common anode 227
 Common cathode 227
 Constant current 185
 Constant voltage 184
 Count down 231
 Count up 231
 CUP 231
 Current 185
 CV 184
- D**
 Darlington-Schaltung 25
 Datenblatt 179
 DC 66
 Decimal point 227
 Deutsche Post 10
 Dezimalpunkt 227
 Dezimalsystem 218
 Die (IC) 190
 Dielektrikum 42
 Digitales Speicheroszilloskop 83
 DIL 190
 Diode 23, 167, 205
 Z-Diode 169
 DIP 190
 Diskretes Bauelement 189
 Diskretes Bauteil 189
 Dotierung 23
 DP 227
 Drähte
 verbinden 115
 Drehkondensator 41
 Dreko 41
 Dremel 159
 Dritte Hand 113
 Dropout voltage 176
 DSO 83
 Dual in-line package 190
 Dualsystem 218
 Durchbruchspannung 23, 167
 Durchgangsprüfer 98
 Durchlassrichtung 23, 167
- E**
 Edding 780 146
 Edge 222
 Eisen(III)-chlorid 149
 Electroreturn 10
 Elektro- und Elektronikgerätegesetz
 10
 Elektrofiguren 126
 ElektroG 10
 Elektrolytkondensator 33, 42, 175
 Elektronik 20
 Elektrotechnik 20
 Elko 42
 Energieerhaltungssatz 177
 Energietechnik 20
 Entladungskurve 39
 Entlöten 135
 Entlötlitze 109, 136

Entlötpumpe 110, 135
Entlötstation 135
Entsorgungsbetrieb 151
Erste Hilfe 150
Eulersche Zahl 100
Experimentierboard Siehe Steckboard
Experimentierplatine 127
Exponentiell 40

F

Farad 35
Feinätzkristall 149
Festspannungsregler 173
Feuerzeug 120
Flanke 72, 222
Flankenwechsel 72
Flip-Flop 207
Flussmittel 109, 115, 162
Folienkondensator 42
Fotoschutzlack 145
FR2 138
FR4 138
Frequenz 94
F-SW-xx 162

G

Galvanische Trennung 84
Gasbrenner 120
Gefahrstoffinformationssystem 149
Gehäuse 134
Geroutet 144
Geschenke
 herstellen 121
Gift-Notruf 150
Glasfasermater 138
Gleichspannung 35
Gleichstrom 66
GND 213
Ground 213

H

Halbwertszeit 100
Handbohrmaschine 159

Händler 10
Hartpapier 138
Hausmüll 9
Haut 150
Heat sink 181
Hertz 94
High 214
Höchstwertiges Bit 219
HSS-Bohrer 160

I

IC 190, 201
 Schaltplan 212
Innenwiderstand 91
Integrated circuit 189
Integrierter Schaltkreis 189
Isolierklebeband 117

K

Kabelbruch 115
Kabelenden
 verzinnen 113
Kalte Lötstelle 131
Kanal (Oszilloskop) 61
Kathode 23, 227
Keramikkondensator 42, 96, 194
Kerko 42
Kippstufe 87, 192, 210
Kirchhoffsche Regel 22
Knopfzelle 9
Knotenregel 22
Koaxstecker 61
Kolophonium 115
Komparator 197
Kondensator 32, 175
 Bauformen 42
 entladen 90
 Parallelschaltung 54
 Reihenschaltung 54
 Spannungsfestigkeit 43
 Toleranz 43
Konstantstrom 185
Kühlkörper 179, 181
Kurzschluss 117

L

Labornetzgerät
 kaufen 186
 Labornetzteil 182
 Ladungskurve 39
 Ladungsspeicher 35
 Lagerung
 gasdicht 151
 Laserdrucker 145
 Lauflicht 54
 Lautsprecher 95
 Lawinendurchbruch 51, 170
 Lawineneffekt 51
 LC-Glied 98
 LE 231
 LED 24
 Leidener Flasche 40
 Leiterbahn 139
 vor Ätzen schützen 145
 Leiterplatte 127, 138
 Leuchtdiode 24
 Linear 40
 Linearnetzteil 186
 Lithium-Batterie 9
 LM2940 177
 LM358 200
 LM78xx 176
 In 100
 Lochrasterplatine 127
 log 100
 Lötauge 139
 Lötdampfabsauger 15
 Löten 106
 Einkauf 107
 Vorsichtsmaßnahmen 106
 Werkzeug 106
 Lötfehler 131
 Lötharz 110
 LötKolben 106
 LötLack 162
 LötPad 148
 LötPistole 107
 Lötseite 139
 Lötspitze 108
 säubern 109
 Lötstation 107

Lötstopplack 138
 Löttemperatur 110
 Lötwasser 162
 LötZinn 15, 109
 Low 214
 Low dropout 177

M

Maschenregel 22
 Masse 68, 175
 MCP1700 177
 Messtechnik 20
 Minuspol 22
 Monoflop 192
 Müllentsorgung 151
 Multivibrator (astabil) 86
 Mund 150

N

Na2S2O8 149
 Nachrichtentechnik 20
 NaOH 149
 Natriumhydroxid 149
 Natriumperoxodisulfat 149
 Natriumpersulfat 149, 151
 N-Dotierung 23
 NE555 141, 191, 212
 Negierung 212
 Netzteil 9
 Nibble 219
 Nicht-Q 213
 No clean 162
 Notfall 150
 NPN 24
 Nullpunkt
 Oszilloskop 64

O

Oberflächenmontiert 140
 Ohmsche Gesetz 22
 OP 196
 OPA 196
 OpAmp 196
 Operational amplifier 196

Operationsverstärker 196, 197
Optoelektronik 20
Oszi 39
Oszillation 93
Oszilloskop 38, 59, 221
 notwendige Schritte 73
 Strom messen 78
 Tastverhältnis 68
 Testsignal 70
Oszilloskopkauf 82
Oxidation 162

P

Parallelschaltung 23, 51
 Kondensatoren 54
PCB 138
P-Dotierung 23
Periodendauer 72
Piano 101
Piepton 96
Pinout 201, 213
Platine 127
 bestücken 132
 elektrisch prüfen 161
 herstellen 137
 vervollständigen 159
 verzinnen 162
Platinenlayout 138, 141
Plattenkondensator 41
Pluspol 22
PNP 24
PN-Übergang 23
Polung 32
Post 10
Potenziometer 204
Prellen 221
Printed circuit board 138
Proxxon 159
Pull-Down 211
Pull-Up 211

Q

Q-Nicht 213
Q-Quer 213

R

Radial 32
Rauchmelder 106
RC-Glied 98
Rechner
 analoger 196
Rechtecksignal 70
Referenzspannung 198
Reihenschaltung 23, 51
 Kondensatoren 54
Relais 44
Reset 212
Ripplestrom 176
Rising 222
Rost 149
Routen 144
RS-Flip-Flop 207
Rubbersymbol 146

S

SC39 227
Schadstoffmobil 151
Schalter 210
Schaltnetzteil 186
Schaltplan
 IC 212
Schaumätzanlage 149
Schmelzpunkt 111
Schmitt-Trigger 25, 49
Schrumpfschlauch 118
Schrumpfverhältnis 120
Scope 39
Seitenschneider 132
Selbstentladung 35
Set 212
Setzen 212
Sicherheitsetikett 151
Sicherheitshinweise 9
Signalpegel 211
SK 10 162
SMD 140
Sockel 134
Sondermüll 151
Spannung 21, 198
Spannungen
 vergleichen 202

Spannungsbegrenzung (Labornetzteil)
184

Spannungsversorgung 167

Speicheroszilloskop
digitales 83

Speichertiefe (Oszilloskop) 86

Sperrrichtung 169

Spiralwolle 109

Spule 98

Standbohrmaschine 159

Statische Aufladung 192

Steckboard 21

Steckdose 9

Stoffdatenbank 149

Strom 21, 77

messen mit Oszilloskop 78

Strombegrenzung (Labornetzteil) 184

Stromkreis 21

Stromrichtung 22

Surface mounted device 140

T

Tantalkondensator 42, 175

Tastenprellen

unterdrücken 224

Tastkopf 61, 67

Tastverhältnis

Oszilloskop 68

tau 98

Temperatur 153

Testsignal (Oszilloskop) 70

TH 140

Thermischer Widerstand 180

Thermoelement 111

Through hole 140

Timer 191

TO-220 178

TO-92 177

Tonertransfermethode 145

Transferbogen 146

Transistor 24, 57, 89

Treppenhaus 48

Triggerfunktion 222

Triggern 222

U

Überlastung 178

Unterätzung 153

USB 84

UV-Licht 145

V

VCC 213

Verbrennungen 106

Versandhändler 10

Versorgungsspannung 201

Verzinnen 113

Voltage common circuit 213

Volts/Div 63

Vorkörner 160

Vorwiderstand 24

W

Wärmewiderstand 181

Wechselblinker 88

Wechselspannung 35

Wechselstrom 66

überlagerter 176

Weichlote 110

Werkzeug 106

Widerstand 22

thermisch 180

Z

Zahlensystem 220

Z-Diode 169

Zeitbasis 63

Zeitkonstante 98

Zener-Diode 170

Zener-Effekt 170

Zunderbildung (Lötspitze) 108

Zurückstellen 212