

Einleitung¹

Stückliste

In Ihrem Experimentierset sind folgende Bauteile enthalten²:

Menge	Bezeichnung	Wert
1	Stecker-Netzteil, unstabilisiert, 500mA	-
1	Steckbrett 640/200 Kontakte	-
1	Steckbrückenset 140-teilig	-
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	100 Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	150 Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	270 Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	470 Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	560 Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	680 Ω
4	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	1k Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	1,2k Ω
..... ³
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	100k Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	220k Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	270k Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	470k Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	680k Ω
2	Metallschicht-Widerstand $\frac{1}{4} W$, 1% Toleranz	820k Ω
1	Metalloxidschicht-Widerstand 2W, 5% Toleranz	18 Ω
2	Folienkondensator, MKS-2	10nF
2	Folienkondensator, MKS-2	100nF
2	Folienkondensator, MKS-2	470nF
2	Elektrolytkondensator, radial bedrahtet	1 μF
2	Elektrolytkondensator, radial bedrahtet	10 μF
2	Elektrolytkondensator, radial bedrahtet	100 μF
1	Potentiometer PT6, liegend	10k Ω
1	Potentiometer PT6, liegend	100k Ω

¹ Stand WS 2010

² Diese Liste entspricht dem ursprünglich konzipierten Startset. Kleine Abweichungen sind möglich

³ Im Set sind alle Widerstandswerte der E12-Reihe zwischen 1,2k Ω und 100k Ω 2-mal enthalten

1	Präzisionsspindeltrimmer	10k Ω
1	Präzisionsspindeltrimmer	100k Ω
2	Si-Diode, 1N4148	-
1	Zener-Diode, BZX79-8V2, 500mW	8,2V
4	LED, 3mm, grün	-
4	LED, 3mm, gelb	-
4	LED, 3mm, rot	-
1	LED, 5mm, weiß, ultrahell, 5500mcd	-
1	Infrarotdiode, LD 271	-
6	NPN Bipolartransistor, BC 547C	-
3	PNP Bipolartransistor, BC 557C	-
1	N-Kanal-MOSFET, IRF 630	-
1	Fototransistor, BPW 40	-
1	Fotowiderstand, A 906012	-
2	Dual OPV, LM 358	-
1	Display Driver LM 3914	-
1	Elektret-Mikrofonkapsel, MCE 100	-
1	Halogenlampe, Sockel G4, 12V, 5W	-
1	Kurzhubtaster 6x6mm, Höhe: 4,3mm	-

Im nachfolgenden Teil der Einleitung finden Sie die wichtigsten Daten zu den verschiedenen Bauteilen. Wenn Sie detailliertere Informationen benötigen, so finden Sie diese im Datenblatt des entsprechenden Bauteils. Ein Datenblatt für ein bestimmtes Bauteil finden Sie sehr einfach im Internet, indem Sie in der Suchmaschine "<BAUTEILNAME> datasheet" eingeben. Bei vielen Versandhäusern mit Elektroniksortiment finden Sie das entsprechende Datenblatt auch direkt im Onlineshop.

Steckbrett

Abb. 1 zeigt, die Kontaktierung des Steckbretts. Alle Kontakte auf einer durchgezogenen Linie sind miteinander verbunden. Die blauen und roten Verbindungen sind für häufig verwendete Potentiale, wie Betriebsspannung, Schaltungsmasse usw. gedacht. Die gelben Verbindungen setzen sich bis zum Ende des Steckbretts im gleichen Raster fort.

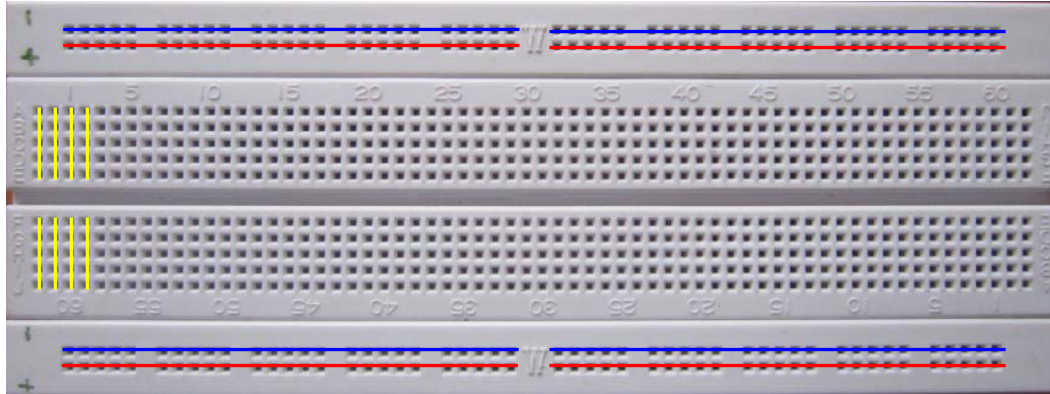


Abb. 1: Steckbrett

Netzteil

Für die Spannungsversorgung der Schaltungen ist im Set ein nicht spannungsstabilisiertes Netzteil enthalten, d.h. die Ausgangsspannung ist vom Laststrom abhängig. Mit dem gelben Wahlschalter können Sie verschiedene Ausgangs(nenn)spannungen einstellen.

ACHTUNG: Das Netzteil liefert die gewählte Spannung nur bei Nennstrom. Im Leerlauf liegt die Ausgangsspannung etwa 3V über dem angegebenen Wert⁴. Da alle Experimentierschaltungen mit einer Betriebsspannung von 12V arbeiten und die meisten lediglich ein paar mA Strom benötigen, ist es ratsam, den Wahlschalter auf 9V zu stellen. Die Ausgangsspannung beträgt dann ca. 12V.

Verbindung mit dem Steckbrett:

Die zuverlässigste Variante ist, wenn Sie den ausgangsseitigen Stecker abschneiden, die Drahtenden abisolieren, verzinnen und direkt in die Klemmen des Steckbretts stecken. Dazu benötigen Sie allerdings einen LötKolben.

Es gibt aber auch eine Möglichkeit, für die Sie keinen LötKolben benötigen. Nehmen Sie sich 2 (lange) Drähte aus Ihrem Drahtbrückenset, biegen Sie jeweils ein Ende gerade und entfernen Sie noch ein Stück Isolierung. Nun biegen Sie dieses Ende so, wie in Abb. 2 gezeigt, um und führen es in eines der Löcher des Ausgangssteckers ein. Eine Spitzzange ist hierbei hilfreich. Das andere Ende verbinden Sie mit dem Steckbrett.



Abb. 2a



Abb. 2b



Abb. 2c

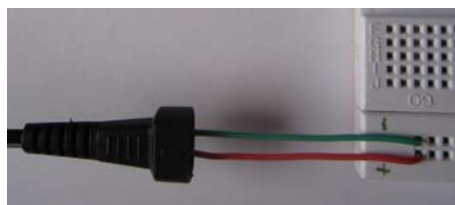


Abb. 2d

⁴ Diese Angabe ist ein Richtwert, ggf. können Sie dies mit einem Multimeter überprüfen.

Polung:

Der Draht mit der weißen Linie ist (normalerweise) der Plus-Pol. Sie können aber zur Sicherheit die Polung sehr einfach mit der Schaltung in *Abb. 3* überprüfen (empfehlenswert). Wenn die grüne LED leuchtet, ist die Polung OK. (Details zu LEDs siehe weiter unten)

Markieren Sie sich am besten die Pole am Steckbrett sowie am Netzteil, denn eine Verpolung der Betriebsspannung kann zur Zerstörung von Bauteilen führen.

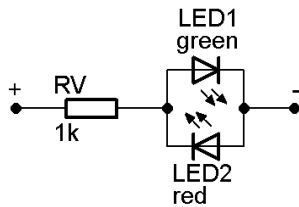


Abb. 3: Schaltung zur Überprüfung der Polung

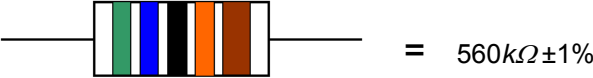
Wenn Sie einen LötKolben zur Verfügung haben, ist es hilfreich, einen EIN/AUS-Schalter in die Plus-Leitung zu hängen, um die Betriebsspannung schnell ein- und ausschalten zu können. So sparen Sie sich andauerndes Ein- und Ausstecken des Netzteils.

Widerstände

Die Metallschichtwiderstände sind für eine maximale Leistungsaufnahme von 250mW ausgelegt. Achten Sie daher bei selbstständiger Dimensionierung darauf, welche Leistung der Widerstand aufnimmt⁵. Im Set sind nur Widerstände aus der E12-Normreihe enthalten, d.h. es gibt nur Widerstandswerte, welche sich aus den Zahlenwerten der nachfolgenden Tabelle und der Multiplikation mit einer Zehnerpotenz zusammensetzen.

E12	1,0	1,2	1,5	1,8	2,2	2,7	3,3	3,9	4,7	5,6	6,8	8,2
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Der Widerstandswert kann anhand der Farbringe abgelesen werden. Die Farbringe sind folgendermaßen zu interpretieren:



	1. Ring 1. Ziffer	2. Ring 2. Ziffer	3. Ring 3. Ziffer	4. Ring Multiplikator	5. Ring Toleranz
schwarz	-	0	0	10^0	-
braun	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
rot	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
orange	3	3	3	10^3	-
gelb	4	4	4	10^4	-
grün	5	5	5	10^5	$\pm 0,5\%$
blau	6	6	6	10^6	-
violett	7	7	7	10^7	-
grau	8	8	8	10^8	-
weiß	9	9	9	10^9	-
gold	-	-	-	10^{-1}	$\pm 5\%$
silber	-	-	-	10^{-2}	$\pm 10\%$

Die Leserichtung ist, zugegeben, oftmals nicht sehr eindeutig. Der letzte Ring sollte aber etwas dünner oder dicker als alle anderen aussehen. Kleiner Hinweis: Da alle Metallschichtwiderstände im Set eine Toleranz von $\pm 1\%$ aufweisen, ist der letzte Ring immer braun.

Anmerkung: Der 2W-Metalloxidschicht-Widerstand besitzt nur 4 Ringe, d.h. es gibt keine 3. Ziffer.

Folienkondensatoren

Folienkondensatoren weisen keine Polung auf und können daher auch für AC-Signale verwendet werden. Sie besitzen im Gegensatz zu Elektrolytkondensatoren eine sehr viel längere Lebensdauer, jedoch werden keine so hohen Kapazitäten wie bei ELKO (s.u.) erreicht. Gängige Kapazitäten liegen in etwa im Bereich von 10nF bis $10\mu\text{F}$. Die Beschriftung des Kapazitätswerts ist nicht immer einheitlich. In Abb. 4 sehen Sie verschiedene Varianten der Beschriftung. Die erste Zahl steht im Normalfall für die Kapazität, die zweite Zahl für die Spannungsfestigkeit in V. Wie weiß man nun aber, wie der Zahlenwert für die Kapazität zu interpretieren ist? Im Normalfall werden Kapazitätswerte entweder in pF oder in μF angegeben. Einzige Ausnahme: Hinter dem Zahlenwert steht noch ein "n". Dann ist der Zahlenwert als Kapazität in nF aufzufassen.

⁵ Wenn Sie aber annehmen, dass in der Schaltung max. 12V auftreten, können Sie schnell berechnen ab welchem Widerstandswert keine Gefahr mehr droht (Anm. des Editors)



Abb. 4a:

Kapazität: $0,047\mu F$

Spannungsfestigkeit: 63V



Abb. 4b:

Kapazität: $0,47\mu F$

Spannungsfestigkeit: 63V



Abb. 4c:

Kapazität: $100nF$

Spannungsfestigkeit: 63V

Wird der Wert in pF angegeben (bei Folienkondensatoren unüblich), so ist die letzte Ziffer als Zehnerpotenz eines Multiplikators zu interpretieren.

z.B.: **474** = $47 \cdot 10^4 pF$

Elektrolytkondensatoren

Bei Elektrolytkondensatoren, kurz ELKO, findet als Dielektrikum ein flüssiger Elektrolyt Verwendung. Da der Elektrolyt mit der Zeit austrocknet, ist bei ELKO meist eine maximale Lebensdauer, abhängig von der Betriebstemperatur, angegeben. Die erzielbaren Kapazitäten im Verhältnis zur Baugröße sind wesentlich höher als z.B. bei Folienkondensatoren. ELKO weisen eine Polung auf, d.h. es dürfen keine negativen Spannungen, bezogen auf die angegebene Polungsrichtung, angelegt werden, da es sonst im Inneren des Kondensators zu chemischen Reaktionen kommt, welche diesen irreversibel schädigen.

ACHTUNG: Bei längerer Verpolung kann der ELKO sogar explodieren.

Der Minus-Pol ist anhand des Streifens auf dem Gehäuse bzw. des kürzeren Anschlussbeinchens zu erkennen (Abb. 5). Die Kapazitätsangabe erfolgt in μF . Die Spannungsfestigkeit ist ebenfalls am Gehäuse aufgedruckt.



Minus-Pol

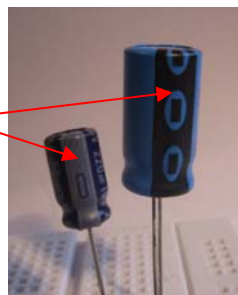


Abb. 5: ELKO, Schaltzeichen und Polung

Potentiometer und Spindeltrimmer

Das Poti ist für eine maximale Verlustleistung von 100mW ausgelegt, wobei jene Leistung gemeint ist, welche an der gesamten Widerstandsbahn "verbraten" werden darf. Ist der Schleifer, wie in Abb. 6a, jedoch nicht auf den vollen Winkel eingestellt, so verringert sich die zulässige Verlustleistung dementsprechend. Achten Sie daher beim Schaltungsentwurf darauf, dass das Poti nicht durch ungünstige Schleiferstellungen zerstört werden kann.

Abb. 6b zeigt, wie Sie das Poti am besten am Steckbrett positionieren.

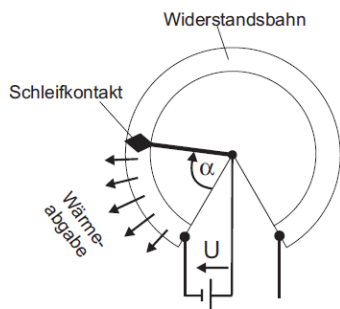


Abb. 6a: Potentiometer

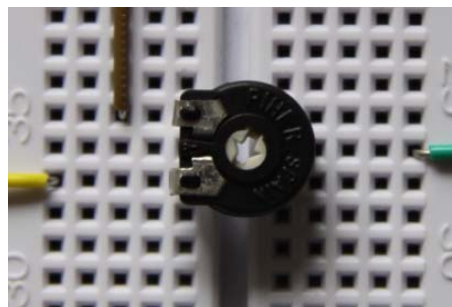


Abb. 6b: Positionierung des Potis

Beim Trimmer wird der Schleifer mit Hilfe eines Gewindes verstellt. Da der Verstellbereich 25 volle Umdrehungen beträgt, kann der Widerstandswert sehr fein eingestellt werden. Die maximale Verlustleistung über die gesamte Widerstandsbahn beträgt 500mW . Bei geringerer Schleiferstellung nimmt die zulässige Verlustleistung ebenfalls entsprechend ab.

Dioden

Die maximal zulässigen elektrischen Kennwerte der 1N4148 Si-Diode, als auch der Zener-Diode finden Sie im jeweiligen Datenblatt. Die Kathode(-) kann man anhand des Rings am Bauteil selbst erkennen.

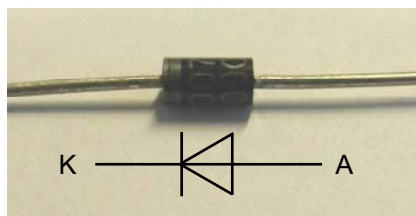


Abb. 7: 1N4148 Polung

Leuchtdioden (LEDs)

LEDs mit verschiedenen Lichtfarben weisen verschiedene Flussspannungen auf. Hier eine kurze Übersicht:

Farbe	Infrarot	Rot	Grün	Gelb	Blau	Weiß
U_F / V	1,5	1,6	2,1	2,2	2,9	3,0

Die Flussspannung ist bei der Dimensionierung von Vorwiderständen zu berücksichtigen. Nehmen Sie dazu die Flussspannung als näherungsweise konstant (entsprechend obiger Tabelle) an und dimensionieren Sie den Vorwiderstand so, dass der Strom durch die LED ca. 20mA beträgt (Ausnahme: IR-LED). Die Lichtstärke nimmt bei höheren Strömen nämlich nicht mehr merklich zu, die Lebensdauer der LED wird aber drastisch reduziert.

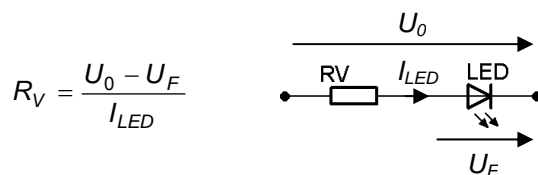


Abb. 8: LED mit Vorwiderstand

Die Kathode(-) können Sie anhand des kürzeren Anschlussbeinchens oder des Innenlebens der LED (Abb. 9) erkennen. Die Abflachung an der Kathodenseite ist bei manchen 3mm LEDs nicht vorhanden.

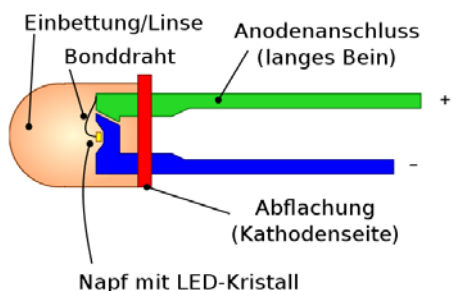


Abb. 9: LED (Quelle: Wikipedia)

Wenn Sie in einer Schaltung überprüfen wollen, ob die Infrarot-LED leuchtet, dann nehmen Sie ein handelsübliches Handy mit Videofunktion zur Hand und betrachten Sie die LED über den Handybildschirm. Das für das menschliche Auge sonst unsichtbare Infrarotlicht wird durch das Handy sichtbar gemacht. So können Sie übrigens auch überprüfen, ob die Batterien in Ihrer Fernfernbedienung in Ordnung sind.

Bipolartransistoren (auch Bipolar Junction Transistors/BJTs)

Als NPN Typ finden Sie den BC 547C und als PNP Typ den BC 557C in Ihrem Set. Die Endung "C" weist auf eine hohe Gleichstromverstärkung (≈ 500) hin. Die elektrischen Eigenschaften finden Sie im jeweiligen Datenblatt. Beide Arten sind als TO-92 Gehäuse ausgeführt und haben eine Anschlussbelegung laut Abb. 10.

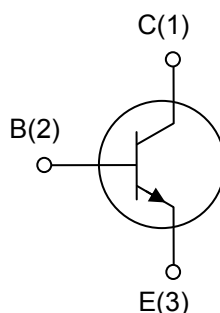
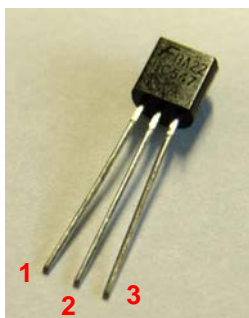


Abb. 10: Anschlussbelegung BC 547C und BC 557C

MOSFET

In Ihrem Set finden Sie einen N-Kanal Leistungs-MOSFET mit der Bezeichnung IRF 630. Der dauerhaft zulässige Drainstrom beträgt $9A^6$, die zulässige Verlustleistung $75W$.

VORSICHT: Diese Leistungsangabe gilt nur bei Verwendung eines entsprechenden Kühlkörpers. Wenn Sie dem MOSFET einfach so $75W$ zumuten, werden Sie nicht lange etwas von ihm haben. Das TO-220 Gehäuse erlaubt die Befestigung an einem Kühlkörper. Dazu wird das Gehäuse mit der Rückseite, welcher zur besseren Wärmeabfuhr aus Metall ist, mit dem Kühlkörper verschraubt. Am Steckbrett ist die Verwendung eines Kühlkörpers jedoch nicht vorgesehen. Wir werden den IRF 630 daher nur als Leistungsschalter verwenden, wodurch die Verlustleistung sehr gering ausfällt. Die Pinbelegung können Sie Abb. 11 entnehmen.

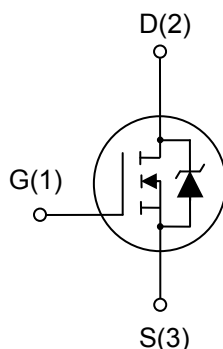
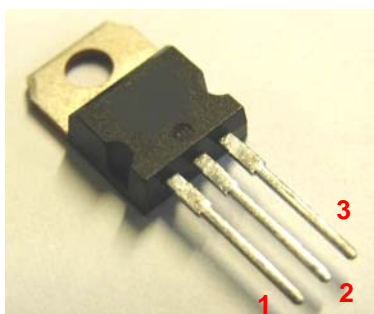


Abb. 11: Anschlussbelegung IRF 630

⁶ Achtung: dieser Drainstrom gilt aber nicht bei beliebigen U_{DS} sondern stellt eine absolute obere Schranke dar! (Anm. des Redakteurs)

Fototransistor

Wenn der npn-Fototransistor von einer Spannungsquelle (mit negativerem Potential am Emitter) versorgt wird und Licht auf die Basis fällt, so fließt ein Strom vom Kollektor zum Emitter. Die Stromstärke ist abhängig von der Lichtstärke am Gate. Der Transistor weist nur in einem Bereich von etwa 20° um die Linsenachse eine hohe Empfindlichkeit auf, d.h. das Licht muss möglichst frontal auf die Linse treffen, damit es vom Transistor "wahrgenommen" wird. Die Empfindlichkeit ist bei einer Wellenlänge des Lichts von 940nm (Infrarot) am größten.

Der Fototransistor sieht genau so aus wie eine weiße 5mm LED und hat somit nur 2 Anschlüsse (Kollektor und Emitter). Die Abflachung am Gehäuse, welche bei einer LED die Kathode repräsentiert, entspricht dem Kollektor. Anstelle eines Fototransistors kann auch eine Fotodiode verwendet werden, diese müssen Sie in Sperrrichtung polen, um einen stark lichtabhängigen Fotostrom zu erhalten. Ein Fototransistor entspricht einer Fotodiode wobei sich noch eine zusätzliche Verstärkung des Fotostromes durch den Transistoreffekt ergibt, was zu einer höheren Empfindlichkeit führt.

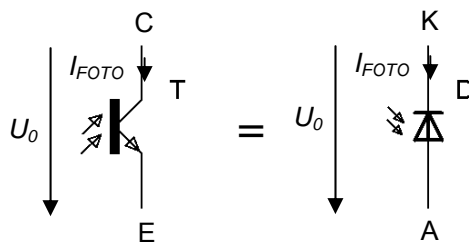


Abb. 12: Fototransistor / Fotodiode

Fotowiderstand

Der Fotowiderstand weist bei voller Dunkelheit einen Widerstandswert von ca. $20\text{-}30\text{M}\Omega$ auf. Wird er jedoch Tageslicht ausgesetzt, so verringert sich der Widerstandswert auf ca. $1\text{-}3\text{k}\Omega$. Im Vergleich zum Fototransistor weist der Fotowiderstand eine viel bessere Empfindlichkeit bei seitlich eintreffendem Licht auf. Er eignet sich daher besonders für Anwendungen, bei denen nicht bekannt ist, wo sich die Lichtquelle befindet. Die Empfindlichkeit ist bei einer Wellenlänge des Lichts von 600nm (Orange) am größten.

Operationsverstärker (OP)

Der LM 358 ist ein gängiger, günstiger zweifach OP, d.h. in dem DIP8 (Dual Inline Package)-Gehäuse sind zwei OPs implementiert. Die elektrischen Eigenschaften finden Sie im Datenblatt. Da wir nur ein einzelnes Netzteil zur Verfügung haben, sind die Experimente so ausgelegt, dass OPs asymmetrisch versorgt werden (pos. Versorgung: 12V , neg. Versorgung: GND). Eine interessante Eigenschaft des LM 358 ist, dass er bei asymmetrischer Versorgung vollständig gegen GND aussteuern kann.

OPs werden, bei fehlender Versorgung, durch Eingangssignale leicht zerstört. Stellen Sie daher immer sicher, dass der OP zumindest richtig versorgt wird. Die Pinbelegung ist in Abb. 13a ersichtlich. Wie Sie ICs am besten am Steckbrett positionieren, zeigt Abb. 13b.

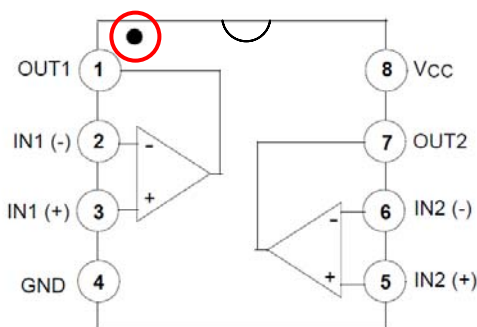


Abb. 13a: Pinbelegung LM 358

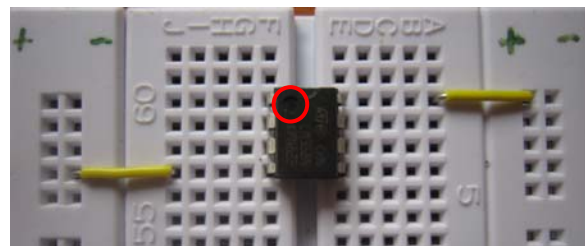


Abb. 13b: Positionierung am Steckbrett

Display Driver LM 3914

Der LM 3914 Display Driver dient uns als Anzeigeelement für mehrere Experimente.

Das Funktionsprinzip ist einfach (Abb. 15): An den sehr hochohmigen Eingang (PIN 5) kann ein beliebiges Spannungssignal gelegt werden, welches intern mit einer Vergleichsspannung verglichen wird. Der obere Wert des Vergleichsspannungsbereichs wird durch RHI (PIN 6) und der untere Wert mit RLO (PIN 4) festgelegt. Der Spannungsbereich zwischen RHI und RLO wird intern in 10 gleich große Schritte aufgeteilt. Diese Spannungswerte dienen nun als Vergleichsspannungen für die 10 Komparatoren. Die Ausgänge der Komparatoren werden also in Abhängigkeit der Höhe der Eingangsspannung durchgeschaltet. Wird PIN 9 mit Betriebsspannung verbunden, so werden alle Komparatoren mit einer Vergleichsspannung kleiner der Eingangsspannung durchgeschaltet. Wird PIN 9 offen gelassen oder an Masse gelegt, so wird nur jener Komparator durchgeschaltet, dessen Schaltschwelle überschritten wurde. Durchschalten eines Ausganges heißt beim LM 3914 übrigens, dass der Ausgang gegen Masse (0V) gezogen wird. Ein nicht durchgeschalteter Ausgang liegt an Betriebsspannung. Verbindet man nun beispielsweise 10 LEDs mit den Treiberausgängen (Kathode an den Ausgang), so kann man das Eingangssignal "sichtbar machen". Jede LED steht nun für einen gewissen Spannungswert. Mit PIN 9 kann man wählen, ob man alle LEDs (BAR-Mode) oder nur die aktuelle (DOT-Mode) ansteuern möchte. Vorwiderstände für die LEDs sind übrigens nicht nötig, da der Treiber intern eine Stromregelung besitzt, wobei der Strom eingestellt werden kann (mehr dazu später).

Wie schon weiter oben erwähnt, ist unser Netzteil und somit unsere Spannungsversorgung relativ ungenau und lastabhängig. Die Spannungswerte für RHI und RLO mit Hilfe der Betriebsspannung und einem Spannungsteiler herzustellen, würde daher zu keinen zufriedenstellenden Ergebnissen führen. Der LM 3914 besitzt für diesen Zweck eine interne Spannungsreferenz von 1,25V, welche (weitgehend) lastunabhängig ist. Mit Hilfe dieser Referenz und einem oder mehreren Spannungsteilern lässt sich jeder beliebige Spannungswert mit guter Genauigkeit herstellen.

Betrachten wir nun das Beispiel in Abb. 14 (vorerst ohne die Ströme I_{ADJ} und I_{RLO}). An PIN 7 wird eine Spannung ausgegeben die (durch Abgriff des Potentials an PIN 8) von der integrierten Schaltung so geregelt wird, dass (unabhängig von der Last) zwischen PIN 7 und 8 immer 1,25V abfallen, d.h. der Strom durch R_1 ist ebenfalls konstant. Die Potentiale an R_3 , R_2 und R_1 (siehe Spannungspfeile in Abb. 14) betragen somit

$$V_{R3} = \frac{1,25V}{R_1} * R_3 \quad V_{R2} = V_{R3} + \frac{1,25V}{R_1} * R_2 \quad V_{R1} = V_{R2} + 1,25V$$

Diese Potentiale können nun beispielsweise für RHI und RLO verwendet werden.

Die Ströme I_{ADJ} und I_{RLO} stellen nicht ideale Eigenschaften des Treibers dar. Er wird im Datenblatt mit 75µA (typisch) angegeben und wurde experimentell zu $I_{ADJ} \approx 50\mu A$ bestimmt. Aus dem Blockschaltbild (Abb. 15) können Sie erkennen, dass der Strom I_{RLO} , unter Vernachlässigung der OP-Eingangsströme, dem Strom durch die 1kΩ - Referenzwiderstände entspricht und sich daher wie folgt berechnen lässt:

$$I_{RLO} = \frac{V_{RHI} - V_{RLO}}{10k\Omega}$$

Für eine genaue Dimensionierung sollten bei genauer Dimensionierung sollten die beiden Querströme I_{ADJ} und I_{RLO} der Widerstände berücksichtigt werden.

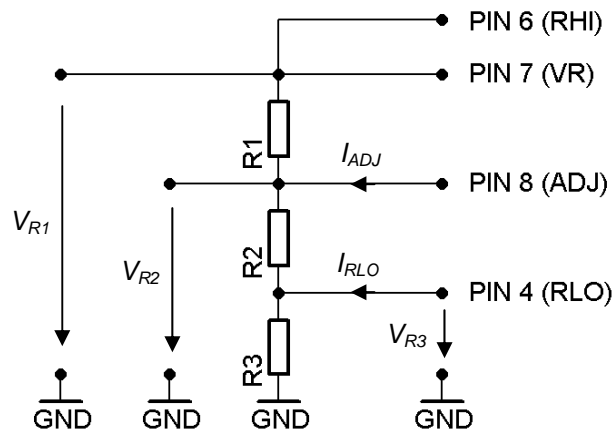


Abb. 14: Beschaltung der Referenzquelle des LM 3914

Bei Berücksichtigung der Fehlerströme gilt nun für die Potentiale an den Widerständen

$$V_{R3} = \left(\frac{1,25V}{R_1} + I_{ADJ} + I_{RLO} \right) * R_3 \quad V_{R2} = V_{R3} + \left(\frac{1,25V}{R_1} + I_{ADJ} \right) * R_2 \quad V_{R1} = V_{R2} + 1,25V$$

Wie bereits oben erwähnt, lässt sich der Ausgangsstrom durch die LEDs einstellen. Und zwar beträgt der Ausgangsstrom das 10-fache jenes Stromes, welcher aus PIN 7 fließt⁷:

$$I_{OUT} = 10 * \left(\frac{V_{RHI} - V_{RLO}}{10k\Omega} + \frac{1,25V}{R_1} \right)$$

Der Ausgangsstrom wird also wesentlich durch R_1 beeinflusst. Wenn der Strom (wie für LEDs empfohlen) im 10-mA Bereich liegen soll, so sollte R_1 im Bereich von $1k\Omega$ gewählt werden. Wesentlich hochohmiger ist ungünstig, da in diesem Fall I_{ADJ} verhältnismäßig groß wird..

⁷ Die $10k\Omega$ entsprechen dem intern zwischen 6 und 4 auftretenden Widerstand, für mehr Details siehe Datenblatt des LM3914 und Abb. 15.

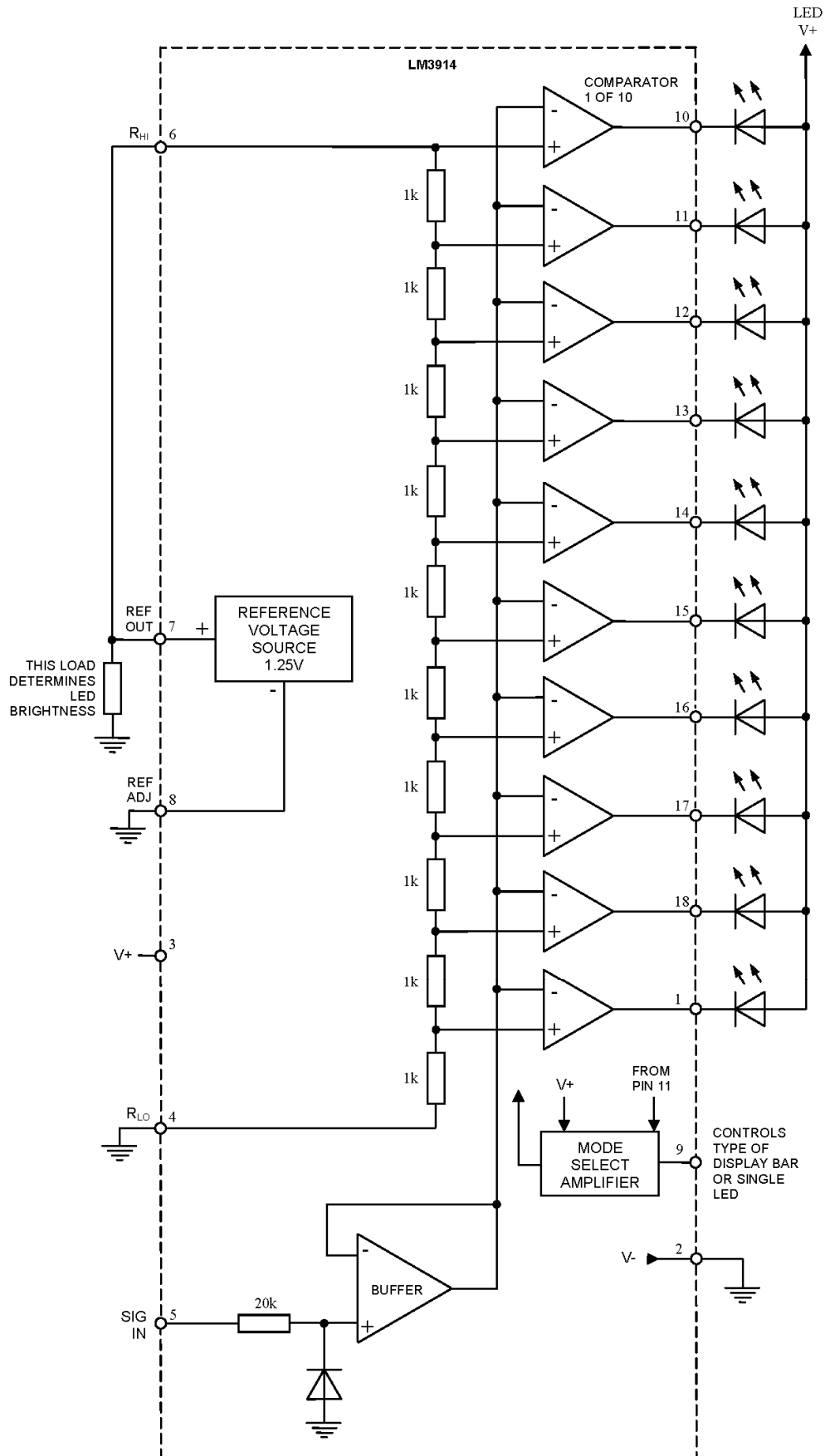


Abb. 15: Blockschaltbild LM 3914

Eine LED-Reihe für den Treiberbaustein lässt sich relativ einfach am Steckbrett aufbauen (Abb. 16).

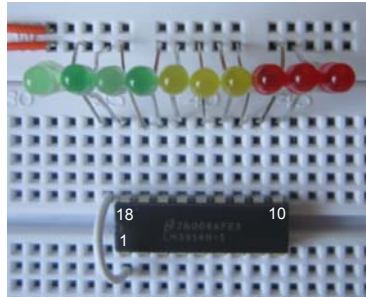


Abb. 16: LED-Reihe am Steckbrett

Mikrofon

In Ihrem Set ist ein sogenanntes "Elektret"-Mikrofon enthalten. Eine Erklärung der Funktion eines solchen Mikrofons finden Sie z.B. bei Wikipedia. Kurz zusammengefasst besteht das Mikro aus einem Feldeffekttransistor (FET) und einem Kondensator mit – durch Verwendung eines permanent polarisierten Materials (Elektret) – eingepprägter Ladung. Der Kondensator verändert durch Anregung von Schallwellen seinen Plattenabstand und somit seine Spannung. Die Kondensatorspannung wird an das Gate des FET gelegt, wodurch dieser mehr oder weniger leitet. Der FET (das Mikro) verändert also seinen Widerstand im Takt der Schallwellen.

Die am Mikro herausgeführten Anschlüsse entsprechen Drain und Source des FETs, wodurch es auch eine Polung gibt. Wenn Sie die Unterseite des Mikros genauer betrachten, werden Sie erkennen, dass von einer der beiden halbkreisförmigen Lötstellen kleine Verbindungsstege (Abb. 17c) zum Gehäuse führen. Dieser Anschluss entspricht Source und muss an GND gelegt werden.

Da der FET bei entsprechend großer Anregung sehr niederohmig wird, würde dies ohne weitere Maßnahmen einen sehr hohen Strom zur Folge haben und das Mikro zerstören. Es ist daher nötig, einen Vorwiderstand vor das Mikro zu schalten, um den Strom bei voller Durchsteuerung zu begrenzen. Der Widerstandswert ist abhängig vom maximal zulässigen Strom durch das Mikro (in unserem Fall 0,5mA).

$$R_V = \frac{12V}{0,5mA} = 24k\Omega \rightarrow 27k\Omega \text{ gewählt}$$

Im Ruhezustand stellt sich am Mikrofonausgang eine Gleichspannung ein, um welche das Mikro bei Anregung aussteuert. Um das Nutzsignal verstärken zu können, ist ein Koppelkondensator, welcher den Gleichspannungsanteil herausfiltert, am Ausgang nötig.

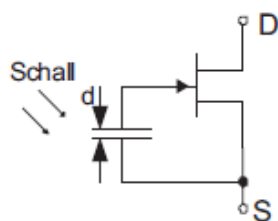


Abb. 17a: Funktionsprinzip des Elektret-Mikros (der Kondensator ist durch ein Elektret vorgespannt bzw. geladen)

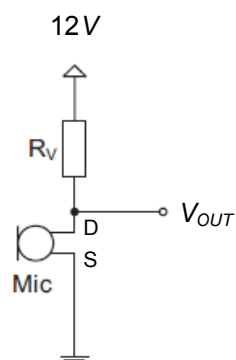


Abb. 17b: Anschluss

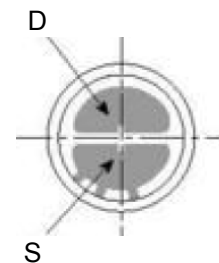


Abb. 17c: Polung

Literatur

In den Anleitungen für die Experimente finden Sie oftmals Verweise auf folgende Literatur:

[*HLST-Skript*]: Univ. Prof. Dr. Bernhard Jakoby - Halbleiterschaltungstechnik 7., korrigierte Auflage