

LED – Dimmer

Erweiterungen: keine

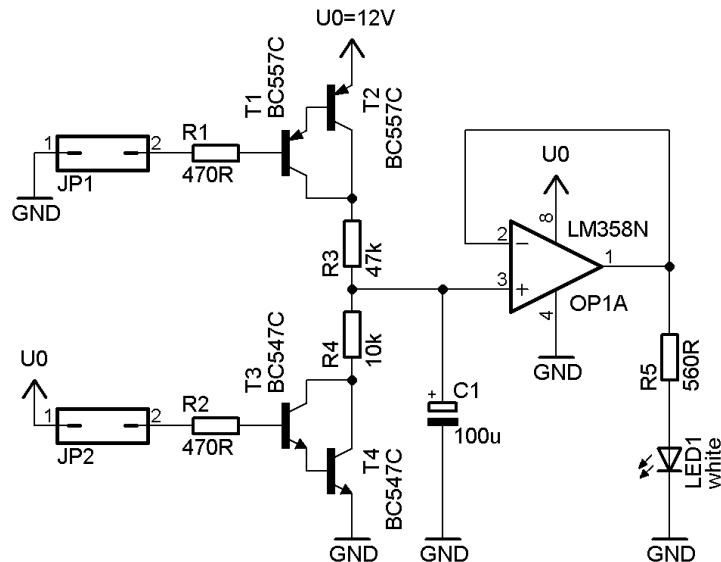


Abb. 1: Schaltplan

Versuchsbeschreibung

Diese Schaltung ermöglicht durch Berührung zweier Kontakte mit den Fingern, die Helligkeit einer LED zu verändern.

Funktionsbeschreibung

Die Transistorpaare T_1 und T_2 sowie T_3 und T_4 sind jeweils als sogenannte Darlington-Schaltung ausgeführt. Dabei wird der Emitter des ersten Transistors direkt an die Basis des zweiten Transistors gelegt. Da $I_{E1} = I_{B2}$ gilt, wird eine sehr hohe Stromverstärkung B_{ges} erreicht.

$$B_{ges} = \frac{I_{C2}}{I_{B1}} = B_2 \frac{I_{B2}}{I_{B1}} = B_2 \frac{I_{E1}}{I_{B1}} \approx B_1 B_2 = 250000$$

Wird nun mit Hilfe des Fingers der Kontakt zwischen der Basis von T_1 und Schaltungsmasse hergestellt, so reicht dieser kleine Basisstrom aus, um einen nennenswerten Kollektorstrom durch T_2 zu erzeugen, welcher den ELKO (C_1) auflädt. Die Entladung erfolgt analog durch den Kollektorstrom von T_4 , welcher zu fließen beginnt, wenn der Kontakt zwischen der Basis von T_3 und Betriebsspannung hergestellt wird.

Die Spannung an C_1 wird nun genutzt, um eine weiße LED zum Leuchten zu bringen. Ein zwischengeschalteter Impedanzwandler sorgt dafür, dass der ELKO nicht durch den LED-Strom entladen wird. Dennoch wird aufgrund von Leckströmen (nicht ideales Verhalten des Kondensators) sowie den Eingangsruhestömen des OPs die Kondensatorspannung im Ruhezustand langsam abnehmen. Somit ist die Schaltung in dieser Form für Dimmeranwendungen weniger geeignet, ermöglicht aber gut das Studium der Selbstentladung eines Elkos.

Versuchsdurchführung

Die Berührkontakte können Sie mit Hilfe der ganz kurzen, blanken Drahtbrücken aufbauen. Platzieren Sie dazu jeweils zwei Brücken nah aneinander, so dass Sie beide gleichzeitig mit dem Finger berühren können (siehe Abb. 2). Sie werden feststellen, dass es sogar ausreicht nur den Kontakt, welcher mit der Basis eines Transistors verbunden ist, zu berühren, um die LED heller oder dunkler zu stellen. Können Sie sich erklären, warum dies so ist?



Abb. 2: Berührkontakt mit Hilfe von 2 Drahtbrücken

Dimensionierung

Die Basisvorwiderstände R_1 und R_2 werden theoretisch nicht benötigt, da der Übergangswiderstand über den Finger ohnehin sehr hochohmig ist. Sie schützen jedoch den Transistor vor Zerstörung, falls die Basis aus Versehen direkt an Betriebsspannung (beim NPN) oder an Masse (beim PNP) gelegt wird. Die Widerstände können relativ niederohmig gewählt werden, es muss jedoch auf die maximal zulässige Verlustleistung geachtet werden.

$$P_V = \frac{(U_0 - 2U_{BE})^2}{R_1} \rightarrow R_1 = \frac{(U_0 - 2U_{BE})^2}{P_V} = \frac{(12V - 2 \cdot 0,7V)^2}{250mW} = 449\Omega \rightarrow 470\Omega \text{ gewählt}$$

R_3 und R_4 bestimmen die Lade- bzw. Entladezeit von C_1 und können je nach gewünschter Empfindlichkeit gewählt werden. Größenordnungsmäßig werden für $C_1 = 100\mu F$ (beliebig gewählt) Widerstandswerte im $10\text{ k}\Omega$ -Bereich sinnvoll sein, da die Aufladezeitkonstante $\tau = RC$ dann im Sekundenbereich liegt. Die Werte in Abb. 1 sind lediglich ein Vorschlag.

Der LED-Vorwiderstand wird so ausgelegt, dass der maximale LED-Strom $20mA$ nicht übersteigt (der OP kann auch nicht mehr liefern). Unter der Annahme, dass der OP vollständig gegen Betriebsspannung aussteuern kann, erhalten wir für R_5 :

$$R_5 = \frac{U_0 - U_F}{I_{LED,max}} = \frac{12V - 3V}{20mA} = 450\Omega \rightarrow 680\Omega \text{ gewählt (Sicherheitsreserve)}$$