

T E X A S I N S T R U M E N T S

EB 70

APPLIKATIONS LABOR FREISING

UNMODULIERTE OPTISCHE STRAHLSSCHRANKE

MIT DEM OPERATIONSVERSTÄRKER SN72741P

DIESER BERICHT BESCHREIBT EINE UNMODULIERTE STRAHLSSCHRANKE
MIT DEN FOTOTRANSISTOREN DER TYPENREIHE LS600, TIL600,
LS400 UND TIL63-67 MIT DEM OPERATIONSVERSTÄRKER SN72741P.

Die vorgeschlagenen Schaltungen, Baugruppen oder Verfahren wurden von Texas Instruments Deutschland (TID) erprobt; darin liegt jedoch keine Gewähr für deren Funktionsfähigkeit.

TID kann auch keine Gewähr dafür übernehmen, daß diese Schaltungen usw. frei von Schutzrechten Dritter sind.

Alle Rechte an diesem Werk sind TID vorbehalten. Ohne ausdrückliche Genehmigung von TID ist es auch nicht gestattet, das Werk oder Teile daraus in irgendeiner Form durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren zu vervielfältigen oder zu verbreiten. Dasselbe gilt für das Recht der öffentlichen Wiedergabe.

Gleichlichtschranken arbeiten mit unmoduliertem Licht oder Strahlungen. Silizium- und Germaniumfototransistoren besitzen ihre maximale spektrale Empfindlichkeit im Infrarotgebiet. Die verwendeten Strahlungsquellen (z.B. Glühlampe) strahlen nicht nur im sichtbaren Bereich, teilweise nur im IR- oder UV-Bereich (z.B. GaAs-Dioden, Entladungslampen). Exakt sollte man von Strahlschranken und nicht von Lichtschranken sprechen.

Die unmodulierte optische Strahlschranke hat gegenüber der modulierten optischen Strahlschranke senderseitig den Vorteil der simplen Einschaltung der Strahlquelle. Empfängerseitig zeigen sich Nachteile. Die Empfänger sind zumeist gleichstromgekoppelte Verstärker. Sie können zwischen der eigenen Senderstrahlung und fremder Strahlung nicht unterscheiden.

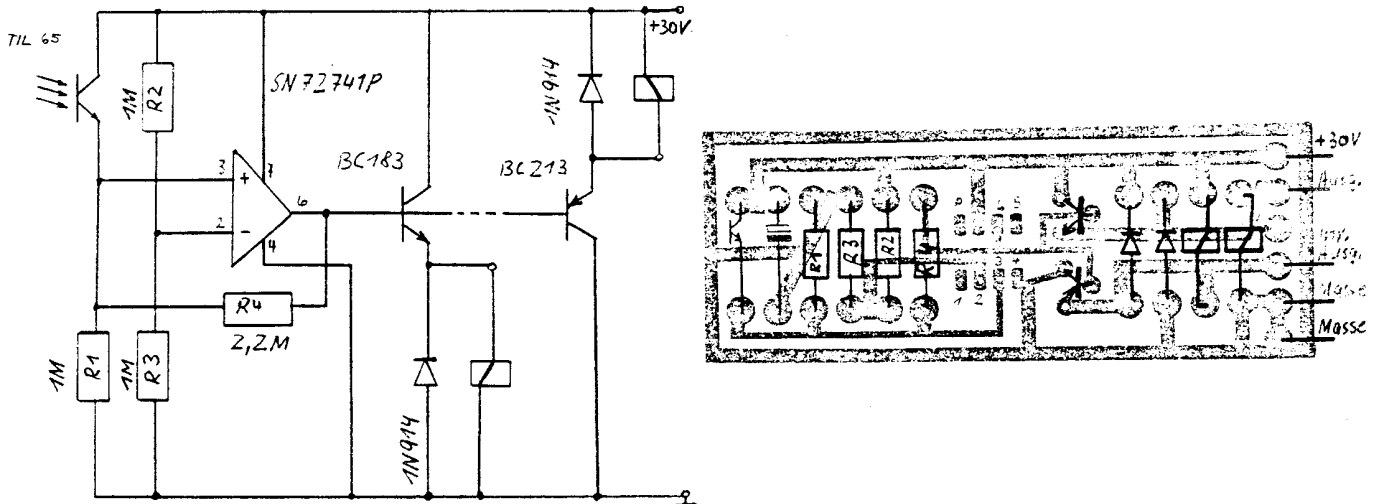
Sehr empfindliche Empfänger sprechen auf reflektierte Umfeldstrahlungen an. Z.B. bei Unterbrechung einer unmodulierten Strahlschranke kann heller Stoff die Umfeldstrahlung auf den Empfänger reflektieren; es folgt kein Auslösebefehl.

Die Sensoren müssen sorgfältig vor Umfeldstrahlung geschützt werden (z.B. Einbau in Röhrchen). Gleichzeitig werden sie durch Vorsatzlinsen von der Strahlungsrichtung wesentlich abhängiger.

Bei den Fototransistoren der Typenreihen LS400, LS600 und TIL600 von Texas Instruments sind Vorsatzlinsen auf den Transistorgehäusen angebracht. Diese Fototransistoren zeichnen sich durch erhöhte Fotostromempfindlichkeit aus (z.B. LS4022 von $>9\text{mA}$ $<16\text{mA}$ bei nur 9mW/cm^2 Bestrahlungsstärke). Somit fallen zusätzliche Linsenanordnungen bei vielen Anwendungsfällen weg.

Die Fototransistoren der Typenreihe TIL63-67 haben keine Linsen. Die Abhängigkeit von der Strahleinfallsrichtung ist kleiner als bei den oben genannten Typen. Die minimale Fotostromempfindlichkeit liegt je nach Typ von $0,5\text{ mA}$ - 6 mA bei 20mW/cm^2 Bestrahlungsstärke. Auch mit diesen preiswerten Typen können einfache und

empfindliche unmodulierte Strahlschranken aufgebaut werden.



In der vorliegenden Schaltung wird der Operationsverstärker SN72741P als Schmitt-Trigger betrieben. Vom Ausgang 6 wird der Mitkopplungswiderstand R_4 an den positiven Eingang 3 geschaltet. R_1 wird nach der geforderten Empfindlichkeit dimensioniert; bei niedriger Empfindlichkeit mit $10\text{k}\Omega$ und bei hoher Empfindlichkeit bis $1\text{M}\Omega$. R_4 bestimmt die Hysterese des Schmitt-Triggers. Je größer das Verhältnis R_4 zu R_1 ist, desto kleiner wird die Hysterese. Eine sehr kleine Hysterese wirkt sich schädlich aus bei Verwendung von Strahlquellen, die z.B. mit 100Hz Modulation beaufschlagt sind. Wird die Schaltung in der Nähe der Grenzemfindlichkeit betrieben, schaltet der Schmitt-Trigger im 100Hz -Rhythmus.

Wird R_4 kleiner als R_1 , so arbeitet die Schaltung infolge der hohen Mitkopplung nicht sicher.

Der Eingang 2 erhält durch die gleichen Werte von R_2 und R_3 die halbe Betriebsspannung.

Bei Bestrahlung des Fototransistors TIL65 steigt das Potential am Eingang 3. Erreicht es die halbe Betriebsspannung, so schaltet der Schmitt-Trigger, wodurch der Ausgang 6 von der Ruhelage (ca. 0V) in die Endlage (Betriebsspannung-Sättigungsspannung der Endtransistoren) gekippt wird.

Die Temperaturabhängigkeit ist vernachlässigbar, wenn die Lichtschranke bei genügend hoher Bestrahlungsstärke im Schaltbetrieb

arbeitet. Der Dunkelstrom des Fototransistors beträgt bei $T_u = 80^\circ\text{C}$ typisch $0,5 \mu\text{A}$. Er ruft an R1 einen Spannungsabfall von ca. 500 mV hervor, welcher gering ist gegenüber der halben Betriebsspannung am Eingang 2. Die Temperaturabhängigkeit des Operationsverstärkers ist noch geringer gegenüber dem Fototransistor und deshalb auch vernachlässigbar.

Zur Umkehrung der Funktion kann der Fototransistor mit R1 oder R2 vertauscht werden.

Der nachgeschaltete Emitterfolger benötigt nur ca. $100 \mu\text{A}$ Basisstrom zur Durchschaltung. Durch das Relais mit $R = 935 \Omega$ fließt ein Strom von $30,5 \text{ mA}$ bei $U_{Em} = 28,5 \text{ V}$. Der Schmitt-Trigger hat einen Ruhestrom von $1,2 \text{ mA}$ und bei Bestrahlung von $5,2 \text{ mA}$ bei $U_B = 30\text{V}$.

Die Empfindlichkeit dieser Schaltung nimmt mit kleinerer Betriebsspannung zu. Der Fotostrom durch den Fototransistor bei konstanter Bestrahlungsstärke ändert sich nur geringfügig in Abhängigkeit von der Betriebsspannung. Bei niedriger Betriebsspannung erhält somit der Eingang 3 im Verhältnis ein höheres Potential als der Eingang 2.

Wird R2 durch eine Konstantstromquelle ersetzt, oder die Betriebsspannung stabil gehalten, ist dieser Effekt eliminiert. Diese einfache Schaltung arbeitet stabil und zeigt keine Schwingneigung.

Volkmar Haertel

Volkmar Haertel

22.2.1972