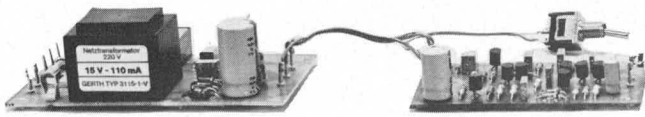
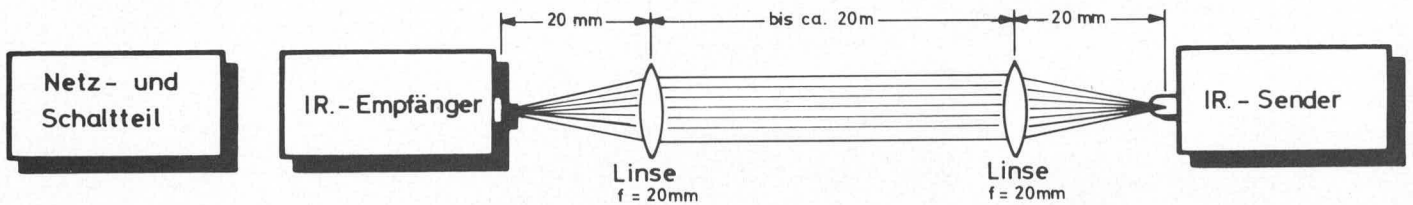


Infrarot-Lichtschranke



Wichtig: Der Abstand von der IR-Sender- bzw. Empfängerdiode zur Linse ist gleich der Brennweite (in unserem Beispiel 20 mm)



Auf die hier vorgestellte Schaltung haben sicherlich viele unter unseren verehrten Lesern schon lange gewartet, was sich auch aus zahlreichen Zuschriften an die Redaktion ergeben hat.

Bei der Konzeption zu dieser universell einsetzbaren Infrarot-Lichtschranke haben wir auf gute Empfindlichkeit, bei hoher Störsicherheit, leicht zu beschaffende Bauelemente sowie hohe Nachbausicherheit, besonderen Wert gelegt. Besonders hervorzuheben ist hierbei die Reichweite von nahezu 5 m, ohne Vorsatzlinsen, die im allgemeinen etwas schwierig zu beschaffen sind. Mit entsprechenden Vorsatzlinsen vor den Sender als auch vor den Empfänger lassen sich Reichweiten von 20 m erreichen, die bei optimaler Linsenausrichtung zum Teil noch deutlich weiter gesteigert werden können.

Aufgrund der universellen Schaltungsauslegung kann die Infrarot-Lichtschranke sowohl mit getrennt plaziertem Sender und Empfänger, bei ebenfalls getrennten Netzteilen, als auch als Reflexionslichtschranke (bei halbiertem Reichweite), eingesetzt werden, wobei dann ein Netzteil zur Versorgung von Sender und Empfänger ausreicht.

Die hier vorgestellte Infrarot-Lichtschranke läßt sich in der Tat universell einsetzen, da sie gute Leistungen in jeder Hinsicht bringt, ob sie nun als Reflexions- oder als Einfach-Lichtschranke, mit getrenntem Sender und Empfänger eingesetzt wird.

Für die Anwendung seien hier stellvertretend nur einige markante Einsatzbeispiele aufgeführt:

- Eines der interessantesten Anwendungsgebiete dürfte wohl der Einsatz als Alarmanlage sein, wobei Fenster, Türen oder andere Durchgänge mit der Ausführung als Reflexionslichtschranke abgesichert werden können.
- Das Schalten von Türöffnern, Garagentoren u.v.a.m. dürfte wohl ein weite-

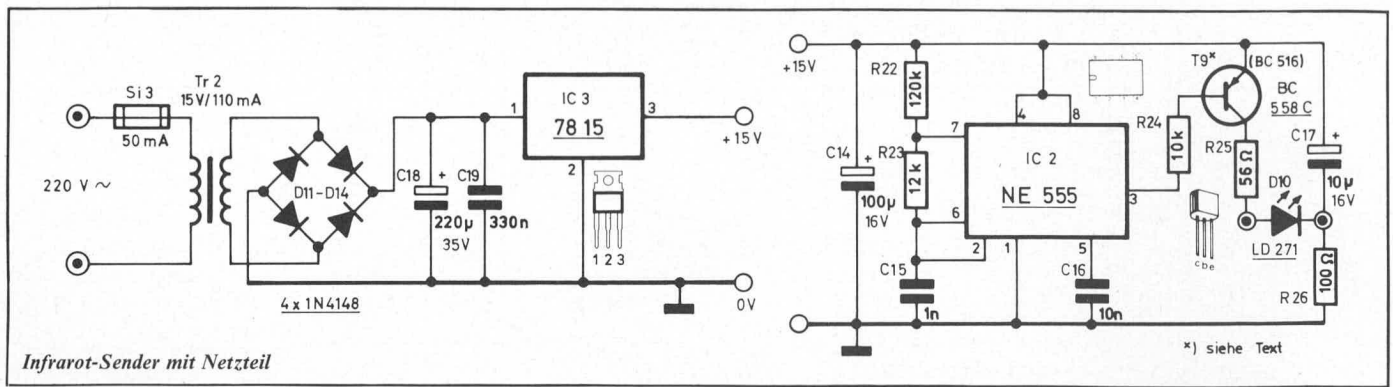
res, interessantes Anwendungsfeld darstellen.

- Durch den Einsatz als Einfach-Lichtschranke, mit getrenntem Sender und Empfänger, lassen sich größere Distanzen, mit entsprechenden Vorsatzlinsen, per Infrarotlichtstrahl überwachen.
- Abschließend sei noch der Einsatz als Abtast-Element einer Zählvorrichtung genannt, sei es für kleine Teile, wie Bauelemente oder auch große Dinge, wie z. B. Personen oder Autos.

Vorstehend aufgeführte Beispiele lassen erkennen, wie vielfältig die Einsatzmöglichkeiten einer solch' universell ausgelegten Lichtschranke sind.

Prinzipielle Funktionsweise

Der Infrarot-Sender strahlt, über eine entsprechende Infrarot-Sende-Diode, Infrarotlicht, mit einer Frequenz von ca. 10 kHz und einem Tastverhältnis von 10 : 1, aus. Eine entsprechende Infrarot-Empfänger-Diode, mit integriertem Infrarotfilter, empfängt nun die Signale des Senders. Ein nachgeschalteter, hochempfindlicher und schmalbandiger Verstärker bereitet diese Signale so auf, daß sie zur Ansteuerung eines Relais geeignet sind. Über das Relais können dann, bei Unterbrechungen des Lichtstrahles vom Sender zum Empfänger, beliebige elektrische Geräte, mit Strömen bis zu 8 A, 220 V Wechselspannung, betrieben werden (auch Alarm-Sirenen, Steuerungseinrichtungen usw.).



Schaltung des Infrarot-Senders

Der Infrarot-Sender ist mit einem als Multivibrator geschalteten Timer-IC des Typs NE 555 (IC 2) aufgebaut. Die Frequenz wird durch die Widerstände R 22/R 23 sowie den Kondensator C 15 festgelegt, wobei die Einschaltzeit $T_{EIN} = 0,693 \times R \times C$ beträgt, während sich die Ausschaltzeit zu $T_{AUS} = (R 22 + R 23) \times C 15$ ergibt. C 16 dient der internen Stabilisierung.

Über R 24 wird das an PIN 3 des IC 2 anstehende Signal auf die Basis von T 9 gegeben, der dann über R 25 die Infrarot-Sende-Diode D 10 des Typs LD 271 ansteuert. Während der sich periodisch wiederholenden, ca. 10 msec. langen Sendezeit, wird der Energiebedarf aus dem Kondensator C 14 entnommen. In der ca. 10 x längeren, 100 msec. andauernden Sendepause, wird C 17 dann über R 26 wieder nachgeladen. Hierdurch wird eine gleichmäßigere Belastung des Stromversorgungsteils, bei gleichzeitiger Ausschaltung von Spannungsabfällen, aufgrund längerer Zuleitungen, erreicht.

C 17 dient der Pufferung der Versorgungsspannung.

Leistungssteigerung des Infrarot-Senders

Bei der angegebenen Dimensionierung dürfte die Leistung der Infrarot-Lichtschranke für die meisten Fälle mehr als ausreichend sein.

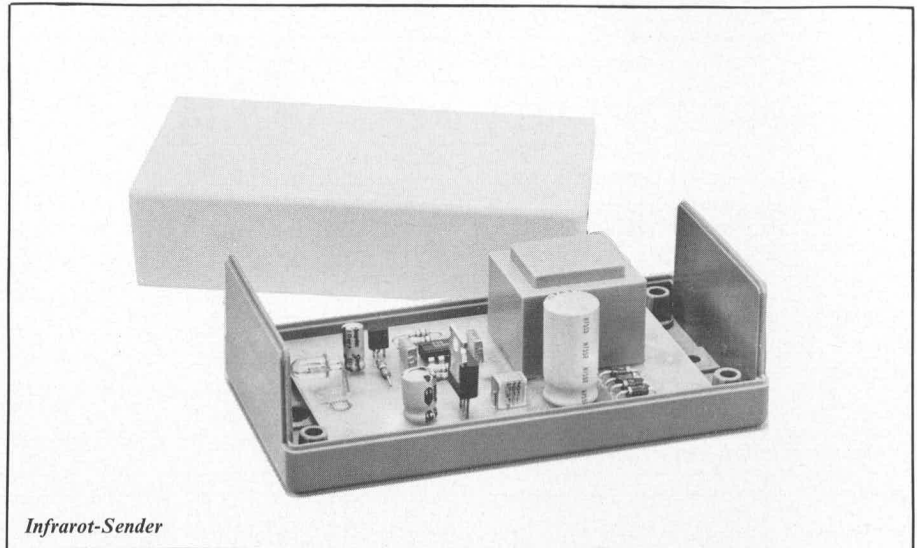
Eine Reichweitensteigerung läßt sich jedoch erreichen, indem der Strom durch die Infrarot-Sende-Diode erhöht wird, was aufgrund des Tastverhältnisses von 10 : 1 auch ohne weiteres möglich ist.

Hierzu ist zunächst der Transistor T 9 durch den Schalttransistor des Typs BC 516 zu ersetzen, der Kollektorströme von 0,4 A zu schalten in der Lage ist. Die Anschlußbelegung dieses Transistors ist mit der des Typs BC 558 C identisch.

Der Widerstand R 25 kann bis auf 18 Ω verkleinert werden und R 26 auf 47 Ω .

Sind diese Änderungen durchgeführt, ist die Sendeleistung ca. 300 % gesteigert, was jedoch einen entsprechend größeren Versorgungsstrom zur Folge hat (vorher ca. 20 mA, jetzt ca. 60 mA).

Durch die größere Belastung der Bauelemente, besonders von T 9 und D 10, sollte man jedoch prüfen, ob etwa größere Widerstandswerte für R 25 und R 26 ausreichend sind.



Schaltung des Infrarot-Empfängers

Das vom Sender, mit einer Frequenz von ca. 10 kHz, abgestrahlte Signal gelangt auf die Infrarot-Empfänger-Diode D 1 des Typs BP 104, die bereits einen entsprechenden Infrarotfilter eingebaut hat, so daß das Tageslicht keine Beeinträchtigung herbeiführen kann.

R 1 dient der Vorspannung von D 1.

Das empfangene Infrarot-Signal gelangt über C 2 auf die Basis von T 1, der als Emitterfolger geschaltet ist und direkt den Transistor T 2 ansteuert. Der Kollektor von T 2 steuert dann T 3 und der wiederum T 4 an, an dessen Kollektorausgang das stark verstärkte Signal zur Verfügung steht. Über R 8 wird eine Gleichspannungsgegenkopplung erreicht, die den Arbeitspunkt automatisch stabilisiert und den Verstärker gegen Temperaturdriften absichert.

R 7 stellt den Ruhestrom von T 3 ein, wobei C 4 den Wechselspannungsverstärkungsfaktor stark erhöht.

In Verbindung mit R 4 siebt der Kondensator C 1 die Versorgungsspannung für die Eingangsstufe des Verstärkers.

Das so verstärkte Eingangssignal wird mittels C 5 ausgekoppelt, durch die Dioden D 2 und D 3 gleichgerichtet und mit C 6/R 10 gefiltert, damit höherfrequente Störimpulsspitzen unschädlich gemacht werden.

Niederfrequente Störanteile sind bereits

durch den Eingangsfilter C 2/R 2 eliminiert worden.

Über R 11 gelangt das Gleichspannungssignal auf T 5, an dessen Kollektor ein problemlos auszuwertendes Schaltsignal zur Verfügung steht, das über R 12/C 7 abfällt.

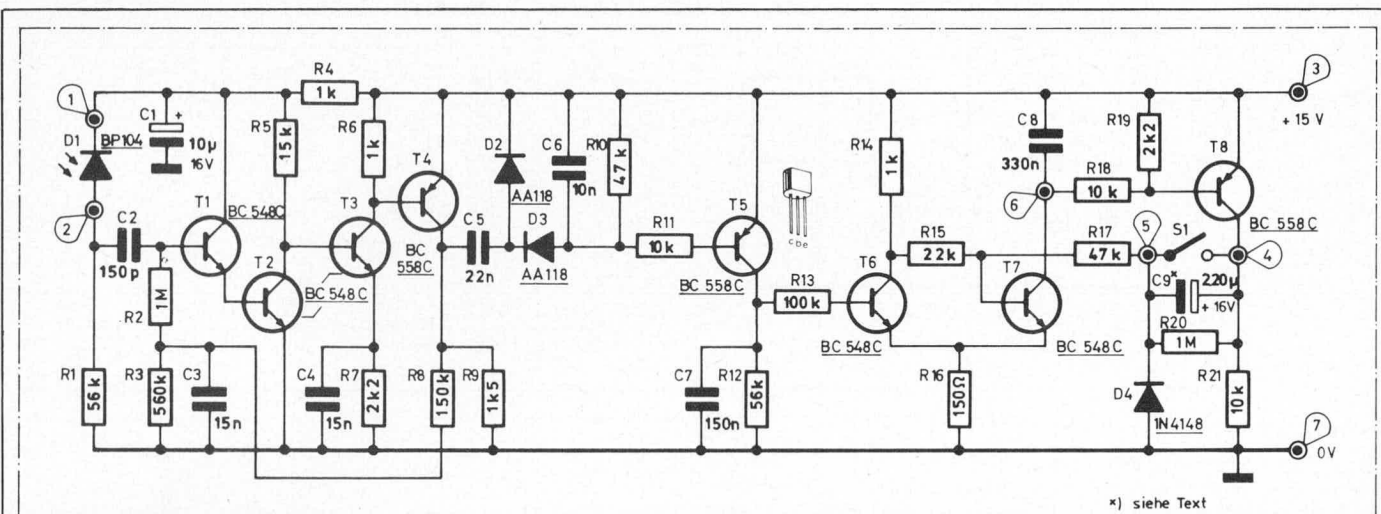
Die Transistoren T 6 und T 7 stellen einen Schmitttrigger dar, der sein Signal über den Widerstand R 13 von dem vorgeschalteten Verstärker erhält.

Gelangt der Infrarotstrahl ungehindert auf die Empfänger-Diode D 1, so ist T 5 mehr oder weniger durchgesteuert, desgleichen T 6, so daß T 7 sperrt und das Relais Re 1 abgefallen ist.

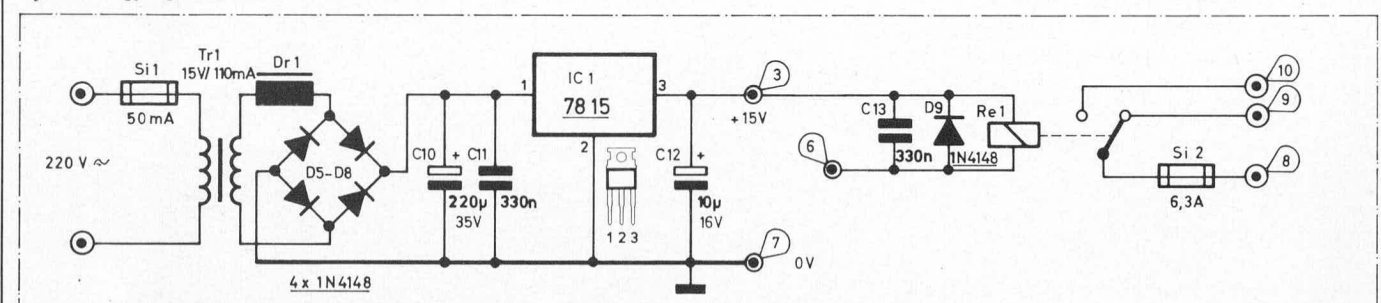
Wird der Infrarotstrahl unterbrochen, sperrt T 5, desgleichen T 6, wodurch T 7 über R 14 und R 15 in den leitenden Zustand übergeht — Re 1 zieht an. Gleichzeitig steuert der Transistor T 8 durch und sorgt dafür, daß bei geschlossenem Schalter S 1, über den Widerstand R 17, ein zusätzlicher Strom in die Basis von T 7 fließt, der dafür sorgt, daß auch bei wieder Durchsteuern von T 5 das Relais angezogen bleibt.

Wird der Schalter S 1 geöffnet, lädt sich der Kondensator C 9 langsam auf, und der über R 17 in die Basis von T 7 einfließende Selbsthaltestrom nimmt ab, so daß nach einer Zeit von ca. 30 sec., nach Durchsteuern von T 5 (Infrarotstrahl gelangt wieder ungehindert auf D 1), das Relais wieder abfällt.

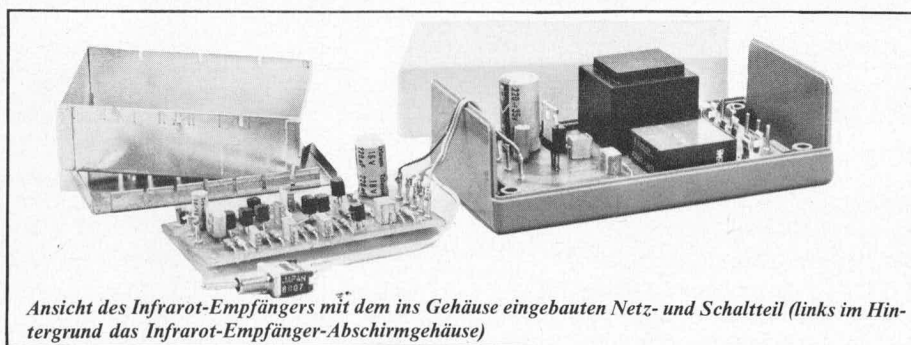
R 20, R 21 sowie D 4 sorgen dafür, daß der Kondensator C 9, nach Abfallen von Re 1 und dadurch Sperren von T 8, kurzfristig



Infrarot-Empfänger



Netz- und Schaltteil zum Infrarot-Empfänger



Ansicht des Infrarot-Empfängers mit dem ins Gehäuse eingebauten Netz- und Schaltteil (links im Hintergrund das Infrarot-Empfänger-Abschirmgehäuse)

entladen wird, damit die Schaltung in ihren Ausgangszustand gelangt.

Wie vorstehend beschrieben, sind mit S1 demnach 2 Betriebsarten möglich:

1. S1 geöffnet:
Wird der Infrarotstrahl kurz unterbrochen, zieht das Relais für ca. 30 sec. an.
2. S1 geschlossen:
Bei auch nur kurzer Unterbrechung des Infrarotstrahls zieht das Relais Re1 an und bleibt angezogen, bis S1 geöffnet wird und die Zeit von zusätzlich 30 sec. abgelaufen ist.

Durch Verkleinern von C9 läßt sich die „Alarmzeit“ verkürzen ($C9 = 47 \mu\text{F}$ — ca. 5 sec. / $C9 = 0,47 \mu\text{F}$ — ca. 0,5 sec.).

3. Eine weitere Betriebsmöglichkeit ergibt sich, wenn R17 entfernt wird, so daß die Selbsthaltungschaltung außer Betrieb ist. Jetzt zieht das Relais Re1 nur so lange an, wie der Infrarotstrahl unterbrochen wird.

Schaltung des Netzteils

Das Netzteil, welches zur Versorgung des Infrarot-Senders und des Infrarot-Empfängers ausgelegt ist, wird mit einem Fest-

spannungsregler aufgebaut. Als einzige Besonderheit weist das Netzteil die HF-Drossel Dr1 auf, die zur Verbesserung der Störsicherheit eingesetzt wurde und im Normalfall durch einen 27 Ohm-Widerstand (oder auch eine Brücke bei größerem Strombedarf) ersetzt werden kann.

Wird der Infrarot-Sender getrennt vom Infrarot-Empfänger betrieben, so ist das zweite Netzteil (ohne Drossel) für den Sender erforderlich.

Zum Nachbau

Der Nachbau gestaltet sich recht einfach, hält man sich genau an die Bestückungspläne.

Um die Störsicherheit noch weiter zu verbessern, kann der Infrarot-Empfänger in ein HF-dichtes Blechgehäuse eingebaut werden, das mit dem Massepotential zu verbinden ist. Das Relais und das Netzteil werden in einem getrennten Gehäuse, das nicht abgeschirmt zu werden braucht, untergebracht.

Der Infrarot-Sender erfordert keine separate Abschirmmaßnahme und kann in ein beliebiges Kunststoffgehäuse eingebaut werden.

Inbetriebnahme

Nachdem die Platinen bestückt und auf eventuelle Fehler hin untersucht wurden, wird der Infrarot-Sender, dessen Sende-Diode in Richtung Infrarot-Empfänger zeigt, in ca. 50 cm Abstand vom Infrarot-Empfänger platziert. Zunächst wird nun der Sender eingeschaltet und danach erst der Empfänger.

Da im Normalfall keinerlei Abgleichmaßnahmen erforderlich sind, müßte das Relais Re1 in stromlosem Zustand bleiben.

Wird nun der Infrarot-Sender ausgeschaltet, bzw. der Infrarotstrahl zum Empfänger hin unterbrochen, müßte das Relais Re1 anziehen und je nach Stellung von S1 angezogen bleiben, bzw. nach der entsprechenden Zeit (je nach Größe von C9) wieder abfallen, sofern der Infrarotstrahl wieder ungehindert auf den Empfänger trifft.

Bleibt der Infrarotstrahl unterbrochen, bleibt auch das Relais Re1 angezogen, unabhängig von der Stellung von S1.

Mit Hilfe eines Oszilloskopes oder eines Frequenz-Zählers kann die Frequenz des Senders überprüft werden (Meßpunkt PIN 3 und Masse), wobei Frequenztoleranzen von $\pm 20\%$, die sich aufgrund von Bauteilentoleranzen ergeben können, völlig unerheblich sind.

Durch Verkleinern von R22 und R23 kann die Frequenz erhöht, bei Vergrößern von R22 und R23 hingegen verringert werden, wobei darauf zu achten ist, daß R22 immer den 10fachen Wert von R23 aufweist.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg beim Nachbau.

Stückliste: Infrarot-Lichtschranke

IR-Sender Halbleiter

IC2 NE 555
T9* BC 558 C
D10 LD 271

Kondensatoren

C14 100 μ F/16 V
C15 1 nF
C16 10 nF
C17 10 μ F/16 V

Widerstände

R22 120 k Ω
R23 12 k Ω
R24 10 k Ω
R25* 56 Ω
R26* 100 Ω

Netzteil zum IR-Sender Halbleiter

IC3 7815
D11 bis D14 1 N 4148

Kondensatoren

C18 220 μ F/35 V
C19 330 nF

Sonstiges

Tr 2 Netztrafo
prim: 220 V/1,6 VA
sek.: 15 V/110 mA

Si3 Sicherung 50 mA
1 Platinensicherungshalter
2 Lötstifte

IR-Empfänger Halbleiter

T1 bis T3 BC 548 C
T4, T5 BC 558 C
T6, T7 BC 548 C
T8 BC 558 C
D1 BP 104
D2, D3 AA 118
D4 1 N 4148

Kondensatoren

C1 10 μ F/16 V
C2 150 pF
C3, C4 15 nF
C5 22 nF
C6 10 nF
C7 150 nF
C8 330 nF
C9* 220 μ F

Widerstände

R1 56 k Ω
R2 1 M Ω
R3 560 k Ω
R4 1 k Ω
R5 15 k Ω
R6 1 k Ω
R7 2,2 k Ω
R8 150 k Ω

R9 1,5 k Ω
R10 47 k Ω
R11 10 k Ω
R12 56 k Ω
R13 100 k Ω
R14 1 k Ω
R15 22 k Ω
R16 150 Ω
R17 47 k Ω
R18 10 k Ω
R19 2,2 k Ω
R20 1 M Ω
R21 10 k Ω

Sonstiges

S1 Kippschalter, 1-polig
7 Lötstifte

Netz- und Schaltteil zum IR-Empfänger

Halbleiter

IC 1 7815
D5 bis D9 1 N 4148

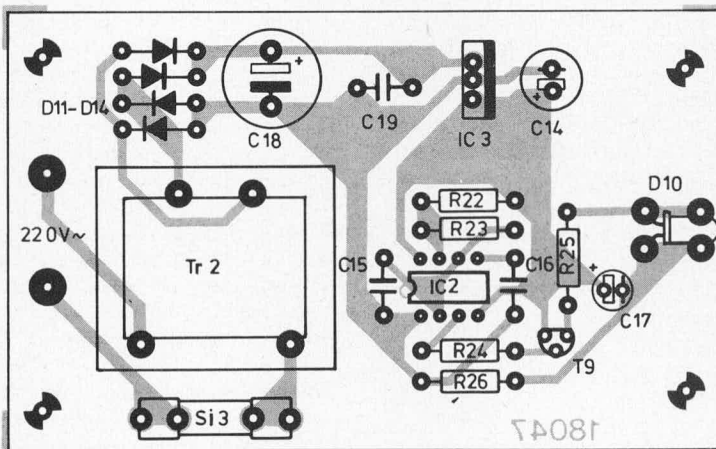
Kondensatoren

C10 220 μ F/35 V
C11 330 nF
C12 10 μ F/16 V
C13 330 nF

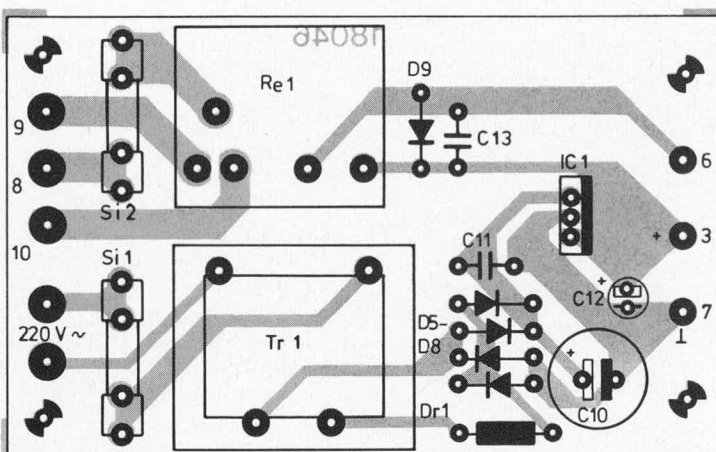
Sonstiges

Re1 Siemens-Kartenrelais
Dr1 HF-Drossel 68 μ H
oder ersatzweise Widerstand 27 Ω
Tr1 Netztrafo
prim: 220 V/1,6 VA
sek.: 15 V/110 mA
Si1 Sicherung 50 mA
Si2 Sicherung 6,3 A
2 Platinensicherungshalter
8 Lötstifte

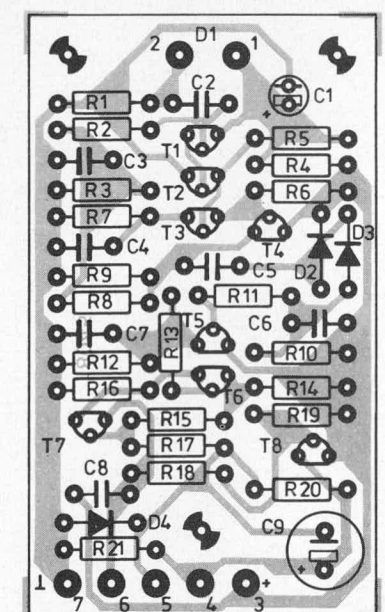
* siehe Text



Bestückungsseite der Platine des Infrarot-Senders mit Netzteil



Bestückungsseite der Platine des Netz- und Schaltteils zum Infrarot-Empfänger



Bestückungsseite der Platine des Infrarot-Empfängers