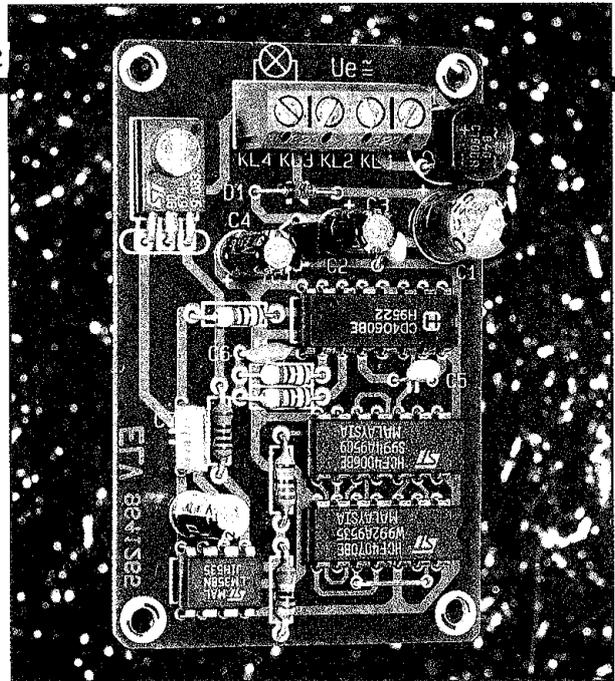


Modellbau-Flackerlicht

Realistische Beleuchtungseffekte sind eine außerordentliche Belebung z. B. der Modellbahnanlage. Einer der beliebtesten Lichteffekte ist die Imitation eines Feuers mit dem typischen flackernden Erscheinungsbild.



Allgemeines

Modellbau lebt von der weitgehenden Nachbildung der Wirklichkeit, und so ist auch jeder, der sich mit diesem interessanten Hobby beschäftigt, bestrebt, seine Modelllandschaft so realistisch wie möglich zu gestalten. Dazu zählen vor allem die kleinen Details, die eine solche Landschaft, etwa auf einer Modellbahnanlage, perfekt nachbilden. Zu den wichtigsten Ausstattungsdetails zählt dabei die Beleuchtung, die, richtig eingesetzt, erst die Faszination einer solchen Anlage ausmacht.

Einen besonders interessanten Beleuchtungseffekt stellt die Imitation eines Feuers dar. Dies kann in der Modellbaulandschaft eine ganze Reihe von Szenen beleben, ob es sich um den Großbrand in der Stadt handelt, ein Kaminfeuer im Landhaus oder das Lagerfeuer eines Schafhirten - der Phantasie sind hier kaum Grenzen gesetzt.

Die hier vorgestellte Flackerlicht-Schaltung realisiert diesen Effekt durch die zufällige Helligkeits-Ansteuerung einer oder mehrerer Glühlampen.

Steuerspannung ändert. Hiermit läßt sich über einen Schalttransistor die Helligkeit einer angeschlossenen Glühlampe nahezu verlustleistungsfrei steuern. Durch die ständige Veränderung des Rechtecksignals ergibt sich das typische Flackern des „Feuers“.

Ein CMOS-Oszillator/Binärzähler des Typs 4060 (IC 3) sorgt für die Erzeugung der Taktfrequenz sowohl für das Schieberegister als auch für den PWM.

Die Oszillatorfrequenz von 128 kHz wird durch R 1, R 2 und C 6 bestimmt.

Die anschließende Teilerkette des 4060 stellt sowohl am Ausgang Q 14 (Pin 3) die auf 8 Hz heruntergeteilte Oszillatorfrequenz für die Steuerung des Schieberegisters als auch am Ausgang Q 7 (Pin 6) die 1kHz-Fre-

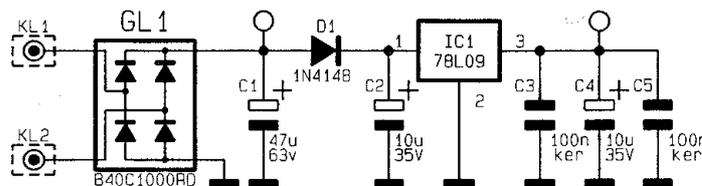
quenz zur Ansteuerung des PWM bereit.

Der eigentliche Zufallsgenerator wird durch die geschickte Kombination des 18-Bit-Schieberegisters IC 2 und der vier XOR-Gatter (IC 4) gebildet. Vier Ausgänge des Schieberegisters werden über die XOR-Gatter (IC 4 A - C) auf den Dateneingang D 1 (Pin 1) zurückgeführt. Durch diese spezielle Schaltungstechnik erreicht man, daß sich am Ausgang der letzten Stufe (Pin 9) eine scheinbar zufällige Bitfolge von „Einsen“ und „Nullen“ ergibt.

Ein solches Signal wird auch als digitales Rauschen bezeichnet und gelangt z. B. in der Kommunikationstechnik bei Verschlüsselungsalgorithmen oder bei NF-Testgeneratoren zum Einsatz.

Wie das Wort „Pseudo“ schon besagt, ist

Bild 1: Schaltbild des Modellbau-Flackerlichts

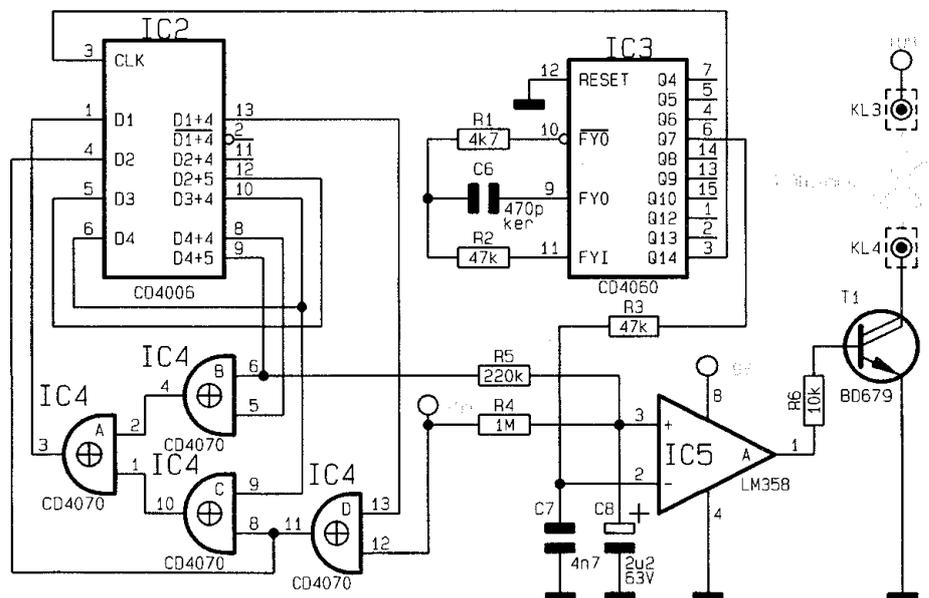


Schaltung

Die Schaltung des Modellbau-Flackerlichts ist in Abbildung 1 dargestellt. Ihre prinzipielle Funktion ist schnell erläutert: Ein Pseudo-Zufallsgenerator erzeugt eine analoge Steuerspannung, die sich scheinbar unregelmäßig ändert. Ein nachgeschalteter Pulsweiten-Modulator (PWM) erzeugt ein Rechtecksignal, dessen Puls-/Pausenverhältnis sich in Abhängigkeit von dieser

Technische Daten:

- Betriebsspannung: ... 12 V - 24 V AC oder DC
- Stromaufnahme ohne Last: 6 mA
- max. Last: 3 W
- Lampenspannung = Betriebsspannung
- Abmessungen: 70 x 45 mm



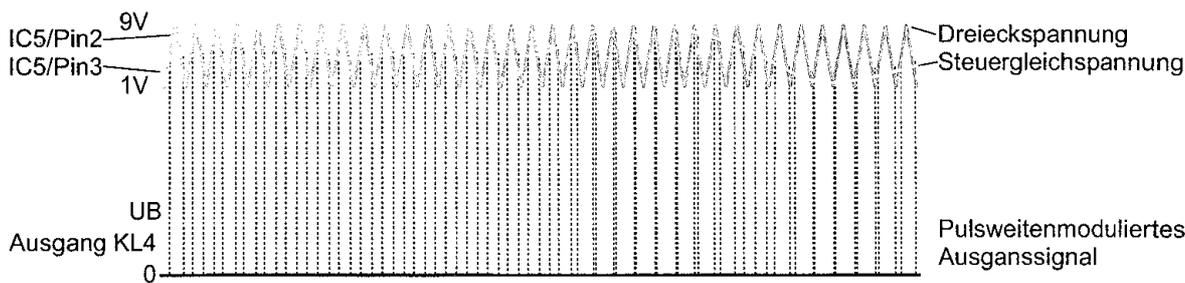


Bild 2:
Moduliertes
Ausgangs-
signal

dies kein echter Zufallsgenerator, denn es wird eine sich ständig wiederholende Sequenz erzeugt. Die Länge dieser Sequenz besteht bei einem 18stufigen Schieberegister aus 262143 Taktzyklen, die bei einer Taktfrequenz von 8 Hz eine Wiederholrate von über 7 Stunden ergeben.

Um das menschliche Gedächtnis zu überlisten, hätte theoretisch schon eine Sequenz von ca. 30 Sekunden Länge ausgereicht. Bei einer Wiederholrate von mehr als 7 Stunden jedoch ist für einen absolut realistischen, weitgehend wiederholungsfreien Effekt gesorgt.

Durch einen Tiefpaß, bestehend aus R 5 und C 8, wird das digitale Rauschen in analoges Rauschen umgewandelt.

Der Pulsweitenmodulator besteht aus dem Komparator IC 5, an dessen invertie-

ein- und ausgeschaltet.

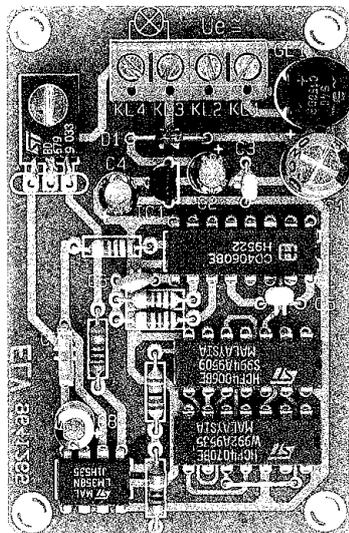
Über die Anschlußpunkte KL 1 und KL 2 wird die Betriebsspannung zugeführt. Die Spannungsversorgung der Schaltung kann wahlweise mit Gleich- oder Wechselspannung erfolgen, wobei sich der Eingangsspannungsbereich von 12 V bis 24 V erstreckt. Bei Wechselspannung erfolgt eine Gleichrichtung durch den Brückengleichrichter GL 1, mit anschließender Siebung durch den Elko C 1. Durch die universelle Auslegung der Spannungsversorgung ist der Einsatz dieser interessanten Schaltung nicht nur auf die Modellbahnanlage beschränkt.

Der nachgeschaltete Spannungsregler IC 1 stellt eine stabilisierte Spannung von 9 V zur Verfügung. Die Kondensatoren C 1 bis C 4 dienen zur Siebung der Betriebsspannung.

Nachbau

Die Schaltung ist auf einer 70 x 45mm messenden einseitigen Platine untergebracht. Die Bestückung der Platine beginnt anhand der Stückliste, des Bestückungsplanes sowie des Platinenfotos mit dem Einsetzen der Widerstände. Diese sind entsprechend dem Rastermaß abzuwinkeln und anschließend in die gekennzeichneten Bohrungen zu stecken. Als nächstes werden die Anschlußbeinchen auf der Platinenunterseite verlötet und überstehende Drahtenden mit einem Seitenschneider abgeschnitten, ohne die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Bei den Elkos und den Halbleitern ist auf die richtige Polung bzw. Einbaulage zu



**Ansicht der fertig
bestückten Leiterplatte**

rendem (-) Eingang die 1kHz-Steuerfrequenz anliegt, die vom Oszillator IC 3 kommt und durch R 3 und C 7 in eine Dreieckform integriert ist.

Am nicht-invertierenden (+) Eingang liegt die Modulationsspannung an (Abbildung 2), die aus dem analogen Rauschen (digitale Zufallssequenz) in Verbindung mit dem Integrierglied R 5/C 8 gewonnen wird. Am Ausgang von IC 5 (Pin 1) erscheint schließlich das pulswidenmodulierte Ausgangssignal, das über R 6 den Leistungstransistor T 1 ansteuert.

Die an KL 3 und KL 4 angeschlossene Glühlampe wird durch T 1 somit ständig

Stückliste: Modellbau-Flackerlicht

Widerstände:

4,7kΩ	R1
10kΩ	R6
47kΩ	R2, R3
220kΩ	R5
1MΩ	R4

Kondensatoren:

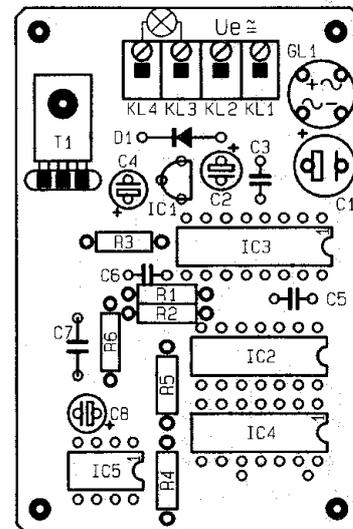
470pF/ker	C6
4,7nF	C7
100nF/ker	C3, C5
2,2µF/63V	C8
10µF/35V	C2, C4
47µF/63V	C1

Halbleiter:

78L09	IC1
CD4060	IC3
CD4006	IC2
CD4070	IC4
LM358	IC5
BD679	T1
1N4148	D1
B40C1000RD	GL1

Sonstiges:

Schraubklemmleiste, 2 polig	KL1 - KL 4
1 Zylinderkopfschraube, M3 x 6mm	
1 Mutter, M3	
3cm Schaltdraht, blank, versilbert	



**Bestückungsplan des
Modellbau-Flackerlichts**

achten, die am Platinenaufdruck erkennbar ist. Der Transistor T 1 wird liegend montiert und mit einer M3x6mm-Schraube und entsprechender Mutter befestigt. Die beiden Schraubklemmleisten sind anreihbar und vor dem Einsetzen zusammenzustecken.

Nach der Montage aller Teile ist die Schaltung sofort einsatzbereit.

Der optische Effekt kann durch den Einsatz mehrerer Kleinglühlampen, die rot und gelb eingefärbt bzw. durch entsprechende Farbfolien abgedeckt sind, noch deutlich verbessert und so ein natürlicheres Aussehen des „Feuers“ erreicht werden.