

Stromsparende LED-Bandanzeige

Diese 11stellige Bandanzeige mit Überlauf und Nullanzeige zeichnet sich durch einen sehr geringen Stromverbrauch aus und ist somit auch für Batterieanwendungen geeignet.

Allgemeines

In vielen Anwendungen bieten quasi analog arbeitende Balkenanzeigen gegenüber digitalen Ziffernanzeigen Vorteile. Bei den Balkenanzeigen unterscheidet man zwischen den Leuchtpunktanzeigen (DOT) und den LED-Bandanzeigen (Bargraph), bei denen die Anzahl der leuchtenden LEDs direkt proportional zur Eingangsspannung ist.

Leider haben die Bandanzeigen in der Regel den Nachteil, daß sie aufgrund ihres relativ großen Strombedarfs nicht gerade energiesparend und somit für Batterieanwendungen kaum geeignet sind. Üblicherweise steigt bei den meisten Bandanzeigen der Strombedarf proportional zur Anzahl der leuchtenden LEDs.

Bei der hier vorgestellten „stromsparenden LED-Bandanzeige“ treten die zuvor genannten Nachteile nicht auf. Durch eine ausgeklügelte Schaltung wird bei einer voll ausgeregelten Bandanzeige eine Reduzierung des Strombedarfs im Vergleich zu herkömmlichen Schaltungen bis zum Faktor 10 erreicht. Handelsübliche Bauelemente erleichtern den Nachbau und sorgen zudem für eine kostengünstige Realisierung.

Des Weiteren bietet die hier vorgestellte Schaltung Features, die bei üblichen Bandanzeigen nicht zu finden sind.

Unter 10%-Eingangsspannung leuchtet die 0%-Anzeige und unter 1%-Eingangsspannung blinkt diese LED. Während ab 100%-Eingangsspannung die 100%-Anzeige ständig leuchtet, blinkt diese ab 101 %.

Durch diese Zusatzfunktionen ist die Schaltung neben vielen anderen Anwendungen für Füllstandsanzeigen geradezu prädestiniert.

Schaltung

In Abbildung 1 ist das Schaltbild der stromsparenden LED-Balkenanzeige dargestellt. Trotz der unüblichen externen Beschaltung wird der LM3914 von National

Semiconductors voll innerhalb seiner Spezifikationen betrieben.

Üblicherweise werden die am LM3914 angeschlossenen Leuchtdioden jeweils über eine Stromsenke betrieben, die an den Pins 1 sowie 10 bis 18 des Chips zur Verfügung steht. Der durch die einzelnen LEDs fließende Strom ist zwischen 2 mA und 30 mA programmierbar, und die LEDs leuchten dann proportional zur Eingangsspannung an Pin 5 des Bausteins auf.

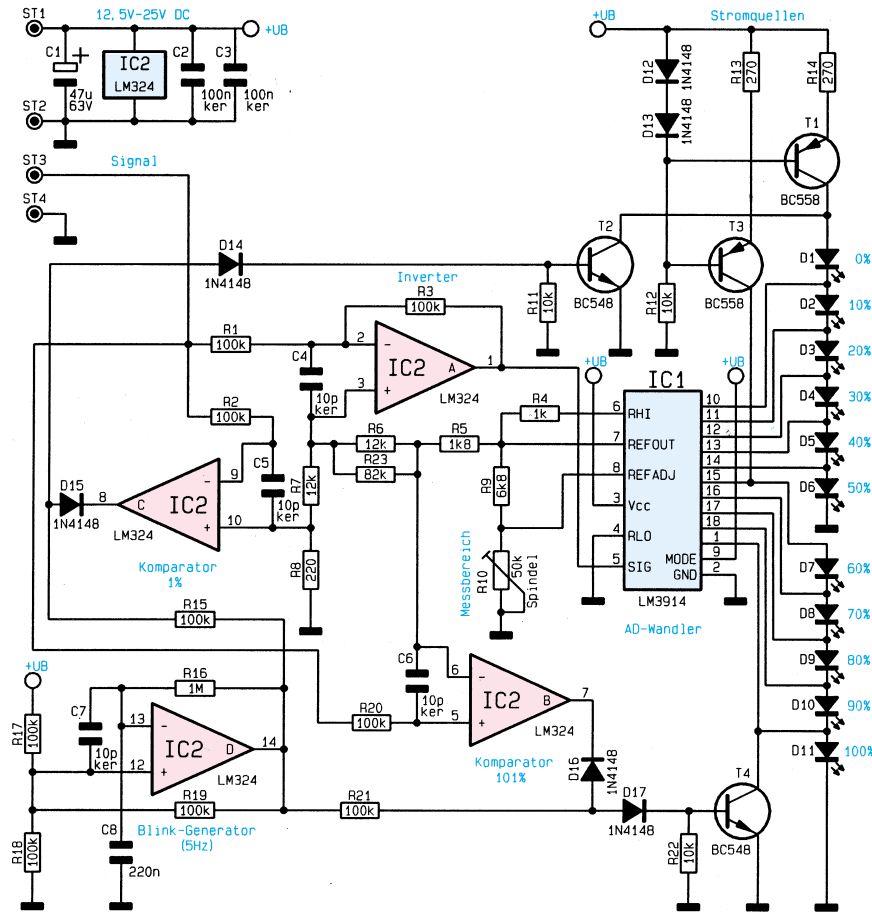
In unserer Schaltung sind die Leuchtdioden in 2 Strompfade aufgeteilt, die jeweils aus einer mit T1 und T3 aufgebauten Stromquelle gespeist werden.

Die Aufteilung der LEDs in 2 Strompfade ist notwendig, da die Summe der 11 LED-Diffusionsspannungen sonst in den meisten Fällen die Versorgungsspannung der Schaltung übersteigen würde. Erst ab

Technische Daten: Stromsparende LED-Bandanzeige

Anzeigebereich: 0 % bis 100 %, zusätzlich wird <1 % und >101 % durch Blinken der untersten bzw. obersten LED angezeigt
 Eingangsspannungsbereich (max. Aussteuerung): einstellbar von 2 V bis 14 V
 Versorgungsspannung: 12,5 V bis 25 V DC
 Stromaufnahme: alle LEDs aus <17 mA
 alle LEDs leuchten <15 mA
 Abmessungen der Leiterplatte: 95 x 58 mm

Bild 1: Schaltbild der stromsparenden LED-Bandanzeige



einer Versorgungsspannung von über 20 V wäre es möglich alle LEDs in Reihe zu betreiben. In diesem Fall könnten T 3 und R 13 entfallen und die Verbindung der Katode von D 6 nach Masse müßte aufgetrennt und die Katode mit der Anode von D 7 verbunden werden.

Die Spannungsreferenz für die Stromquellen wird mit Hilfe der beiden Dioden D 12, D 13 und dem Widerstand R 12 erzeugt. Da in unserer Schaltung Low-Current-LEDs eingesetzt werden, liegt der erforderliche LED-Strom bei ca. 2 mA. Der Strom I_{LED} errechnet sich nach der Formel:

$$I_{LED} = \frac{0,6 V}{R 13} \quad \text{bzw.} \quad I_{LED} = \frac{0,6 V}{R 14}$$

Die Leuchtdioden D 2 bis D 11 sind durch die internen Stromquellen von IC 1 kurzgeschlossen, wenn am Eingang des LM 3914 (Pin 5) eine Spannung in Höhe von U_{ref} anliegt, und bei 0V-Eingangsspannung sind alle Stromquellen gesperrt, d. h. alle LEDs leuchten auf.

Da das Aufleuchten der LEDs somit genau umgekehrt zur Eingangsspannung erfolgt, ist dem Eingang des IC 1 der mit IC 2 A und externer Beschaltung aufgebaute Verstärker mit der Verstärkung -1 (Inverter) vorgeschaltet. Als Bezugspotential für den Inverter dient der Spannungsteilerabgriff zwischen R 6, R 23 und R 7

der mit R 5 - R 8, R 23 aufgebaute Spannungsteilerkette. Der Spannungsabgriff entspricht ziemlich genau der Hälfte der an Pin 7 von IC 1 anstehenden Referenzspannung.

Liegt 0 V am Eingang der Schaltung an, steht am Ausgang von IC 2 A (Pin 1) die Referenzspannung, so daß alle Stromquellen von IC 1 die Leuchtdioden kurzschließen. D 2 bis D 11 leuchten nicht.

Bei einer Eingangsspannung von $\frac{10}{11} U_{Ref}$ beträgt die Ausgangsspannung des Inverters (IC 2 A, Pin 1)

$$\frac{1}{11} U_{Ref}$$

In diesem Fall sind alle Stromquellen von IC 1 inaktiv und sämtliche LEDs leuchten. D 1 entspricht 0 % und D 11 entspricht bei unserer Schaltung 100 % des Eingangsspannungsbereichs. Die zwischen 0 % und 100 % liegenden Eingangsspannungen werden linear auf die Leuchtbandskala aufgeteilt.

Wie bereits vorstehend erwähnt, wird der LM 3914 normalerweise so betrieben, daß alle LEDs parallel angesteuert werden und eine interne, programmierbare Stromquelle die LED speist.

Um in unserer Schaltung die einzelnen LEDs der Reihenschaltung kurzzuschlie-

ßen, müssen die internen Stromquellen mindestens den gleichen Strom wie die mit T 1 und T 3 diskret aufgebauten Stromquellen liefern. Der Strom errechnet sich nach der Formel:

$$I_{LED} = \frac{12,5 V}{R 9} + \frac{U_{ref}}{R 10}$$

Der letzte Term dieser Gleichung ist dabei praktisch vernachlässigbar.

Da die in IC 2 integrierten Operationsverstärker bei etwa 0,7 V in der unteren und ab ca. $U_B - 1V$ in der oberen Begrenzung sind, ist es erforderlich, daß die interne Spannungsteilerkette des LM3914 (siehe interne Schaltungsstruktur in Abbildung 2) um einen Wert der internen Spannungsteilerkette erweitert wird. Deshalb liegt der obere Anschluß der internen Spannungsteilerkette über R 4 (1 kΩ) am Referenzspannungsausgang (Pin 7). Die 10 internen Widerstände und der externe 1kΩ-Widerstand (R 4) bilden zusammen einen linearen 11stufigen Spannungsteiler.

Die Referenzspannung U_{Ref} an Pin 7 des LM3914 richtet sich nach der maximal anzuzeigenden Eingangsspannung:

$$U_{Ref} = U_{in, max} \cdot 110 \%$$

Durch Einfügen des Widerstandes R 4 in die Spannungsteilerkette entsteht sozusagen ein „Fehler“ von 10 %. Deshalb muß die Referenzspannung an Pin 7 um 10 % höher als die maximal zulässige Meßspannung sein.

Der theoretische Wert für R 10, mit dem die Referenzspannung eingestellt wird, errechnet sich folgendermaßen:

$$R 10 = \frac{(U_{ref} - 1,25 V) \cdot R 9}{1,25 V + R 9 \cdot 80\mu A}$$

In unserer Schaltung ist die Referenzspannung mit dem Spindeltrimmer R 10 von 2,2 V bis 15,4 V veränderbar. Der Anzeigebereich ist somit zwischen 2 V und 14 V frei wählbar.

Zur Berechnung der Schwellen, die für das Blinken der Leuchtdioden D 1, D 11 bei 1 % und 101 % notwendig sind, dient wiederum der mit R 5 bis R 8 und R 23 aufgebaute Spannungsteiler.

Die grundsätzliche Funktionsweise dieser Zusatzfunktionen ist einfach. IC 2 D bildet zusammen mit R 16 bis R 19 und C 8 einen astabilen Multivibrator, der eine Blinkfrequenz von ca. 5 Hz liefert.

Die mit IC 2 B und IC 2 C aufgebauten Komparatoren geben beim Erreichen der mit der Spannungsteilerkette R 5 bis R 8 vorgegebenen Schwellen die Blinkfrequenz an die Transistoren T 2 und T 4, die dann wiederum die LEDs D 1 und D 11 im Rhythmus der Blinkfrequenz kurzschließen. R 2 und R 20 schützen in diesem Zusammenhang die Komparatoren vor zu hoher Eingangsspannung.

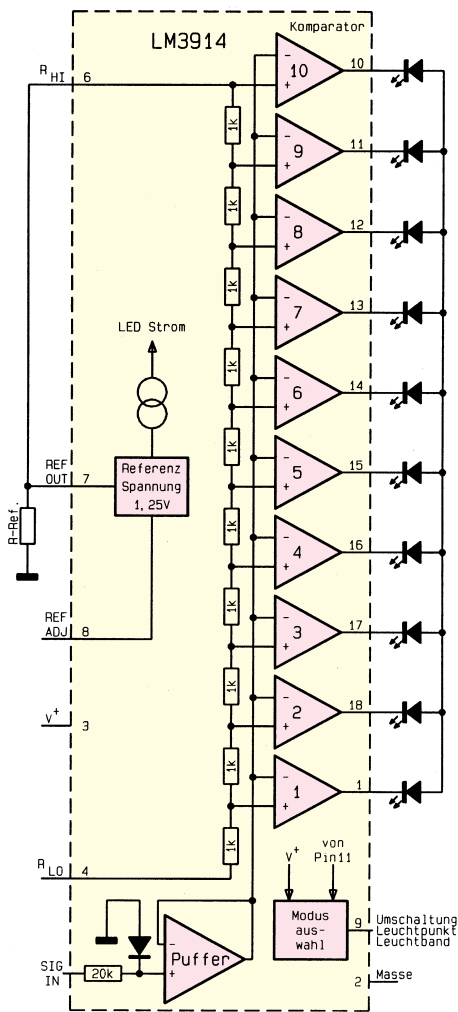


Bild 2: Interne Struktur des LM 3914

Die maximal zulässige Betriebsspannung der Schaltung richtet sich nach der erforderlichen Referenzspannung an Pin 7 des IC 1 und den Diffusionsspannungen der Leuchtdioden. Damit die chipinterne Referenz regelungsfähig bleibt, muß die Betriebsspannung mindestens 2 V über der Referenzspannung liegen. Bei 13V-Betriebsspannung beträgt die Stromaufnahme der Schaltung 15 mA, wenn alle LEDs leuchten und ca. 17 mA, wenn sämtliche LEDs erloschen sind.

Nachbau

Der praktische Aufbau dieser kleinen universell einsetzbaren Leuchtbandanzeige ist einfach.

Zuerst sind 4 Lötstifte mit Öse zum Anschluß der Versorgungsspannung und des Eingangssignals stramm in die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatte zu pressen und mit ausreichend Lötzinn festzusetzen.

Danach werden entsprechend der Stückliste und des Bestückungsplanes die 1%igen Metallfilmwiderstände eingesetzt, verlö-

tet und im Anschluß die überstehenden Drahtenden an der Lötseite so kurz wie möglich abgeschnitten, ohne die Lötstelle selbst zu beschädigen.

Es folgen in gleicher Weise die Dioden, deren Katodenseite durch einen Strich gekennzeichnet ist.

Während die Keramik Kondensatoren und der Folienkondensator C 8 mit beliebiger

zusetzen, daß die Gehäusekerbe des Bauelements mit dem Symbol im Bestückungsdruck übereinstimmt.

Die Einbauhöhe der Leuchtdioden richtet sich nach den individuellen Wünschen des Anwenders. Sowohl eine stehende als auch eine abgewinkelte Montage ist möglich. Zum polaritätsrichtigen Einbau ist der untere „Gehäusekragen“ der Leucht-

Stückliste: Stromsparende LED-Bandanzeige

Widerstände:

220Ω	R8
270Ω	R13, R14
1kΩ	R4
1,8kΩ	R5
6,8kΩ	R9
10kΩ	R11, R12, R22
12kΩ	R6, R7
82kΩ	R23
100kΩ	R1-R3, R15, R17-R21
1MΩ	R16
Spindeltrimmer, 50kΩ	R10

Kondensatoren:

10pF/ker	C4-C7
----------------	-------

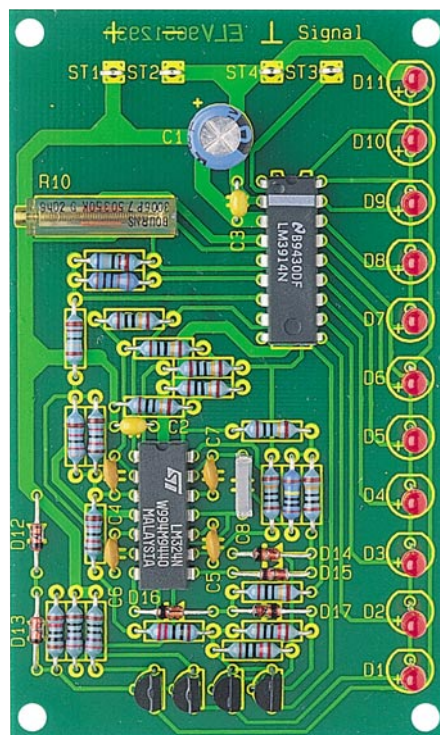
100nF/ker	C2, C3
220nF	C8
47µF/63V	C1

Halbleiter:

LM3914	IC1
LM324	IC2
BC558	T1, T3
BC548	T2, T4
1N4148	D12-D17
LED, 3mm, rot	D1-D11

Sonstiges:

Lötstifte mit Lötöse	ST1-ST4
----------------------------	---------

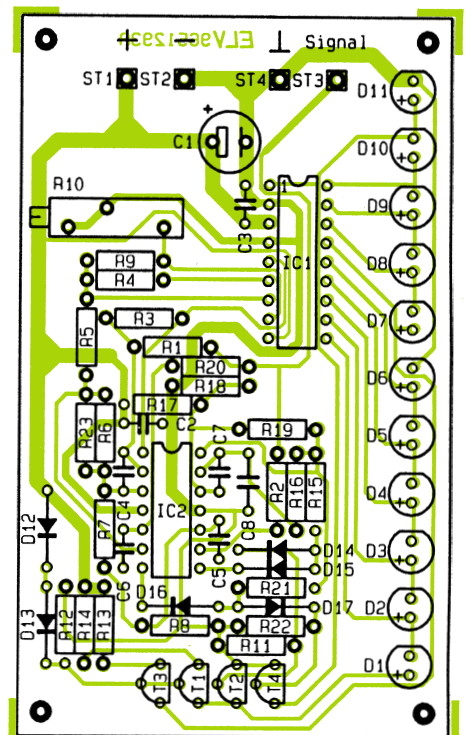


Ansicht der fertig bestückten Leiterplatte

Polarität bestückt werden dürfen, ist beim Elko C 1 unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Üblicherweise ist der Minuspol des Bauelements gekennzeichnet.

Als dann werden der Spindeltrimmer R 10 und die 4 Transistoren mit möglichst kurzen Anschlußbeinchen eingelötet.

Die integrierten Schaltkreise sind so ein-



Bestückungsplan der stromsparenden LED-Bandanzeige

dioden an der Katodenseite abgeflacht (die Katode ist diejenige Seite des Schaltungssymbols, in welche die Pfeilspitze weist).

Die fertig aufgebaute Leiterplatte ist für den Einbau in ein bestehendes Gerät oder in ein geschlossenes Gehäuse vorgesehen.

