LED-Anzeigen

Steuerschaltungen für Bargraph- und Siebensegmentanzeigen

LED-Bargraph-Anzeigen ersetzen heute häufig Zeigerinstrumente. Zur Darstellung alphanumerischer Zeichen (Ziffern und Buchstaben A...F) benutzt man heute nahezu ausschließlich Siebensegment-Anzeigen.

Punkt/Balken-Anzeigen mit LM 3914

Die ICs der Reihe LM 3914 sind recht komplex aufgebaut und sehr vielseitig verwendbar. Sie sind in einem Dual-In-Line-Gehäuse mit 18 Pins untergebracht und können direkt 10 LEDs entweder als Punkt- oder Bargraph-Anzeige steuern. Die LM-3914-Familie besteht aus 3 ICs, dem LM 3914, dem LM 3915 und dem LM 3916. Die ICs verwenden im Prinzip die gleiche interne Schaltung (Bild 1), unterscheiden sich aber in der 'Skalierung' der LED-Treiber-Schaltung. Die Tabelle Bild 2 zeigt die Einzelheiten.

Das IC LM 3914 weist eine lineare Anzeigekennlinie auf, so daß es sich z. B. für den Einsatz als LED-'Spannungsmesser' eignet, bei dem die Anzahl der leuchtenden LEDs ein Maß für die Höhe der Eingangsspannung ist.

Das IC LM 3915 besitzt eine logarithmische Kennlinie mit einem Anzeigebereich von —27 dB bis 0 dB in zehn 3-dB-Stufen. Es eignet sich z. B. für Leistungsmesser, da die Verdopplung der Leistung einem 3-dB-Schritt entspricht.

Das IC LM 3916 verwendet eine quasi-logarithmische Kennlinie und ist speziell für den Einsatz als Aussteuerungsmeßgerät (VU-Meter) in der Audio-Technik konzipiert.

Alle drei ICs benutzen im Prinzip die gleiche interne Schaltung. Bild 1 zeigt den Innenaufbau und das Anschlußschema des LM 3914 mit den äußeren Bauelementen, die für den Aufbau eines einfachen Spannungsmessers des Bereichs null Volt bis 1,2 V und einer 10-LED-Anzeige erforderlich sind. Das IC enthält 10 Spannungskomparatoren. Deren nichtinvertierende Eingänge sind parallel geschaltet und liegen am Eingang (Pin 5) unter Zwischenschaltung eines Pufferverstärkers mit dem Verstärkungsfaktor 1. Der Ausgang jedes Komparators ist getrennt zugänglich und kann bis zu 30 mA aufnehmen. Die maximalen Ströme sind intern begrenzt und lassen sich durch einen von außen anschließbaren Strombegrenzungswiderstand (R1) voreinstellen.

Die 1,2-V-Referenzspannung liegt massefrei an den Pins 7 und 8. In der Schaltung nach Bild 1 ist die Referenzspannung mit den Anschlüssen des internen Spannungsteilers (Pins 6 und 4) verbunden, wobei die Pins 8 und 4 an null Volt liegen. Das untere Ende des Spannungsteilers liegt also an null Volt, das obere an 1,2 V.

Typische Schaltspannungen für 10 V Bereichsendwert						
LED	LM 3914 V	LM 3915 V	LM 3915 dB	LM 3916 V	LM 3916 dB	LM 3916 VU
1	1,00	0,447	—27	0,708	—23	—20
2	2,00	0,631	—24	2,239	—13	—10
3	3,00	0,891	—21	3,162	—10	— 7
4	4,00	1,259	—18	3,981	— 8	— 5
5	5,00	1,778	—15	5,012	— 6	— 3
6	6,00	2,512	—12	6,310	— 4	— 1
7	7,00	3,548	— 9	7,079	— 3	0
8	8,00	5,012	— 6	7,943	— 2	+ 1
9	9,00	7,079	— 3	8,913	— 1	+ 2
10	10,00	10,00	0	10,00	0	+ 3

Bild 2. Schaltschwellen der ICs LM 3914/15/16 bei Steuerung von 10 LEDs und einem Bereichsendwert von 10 V.

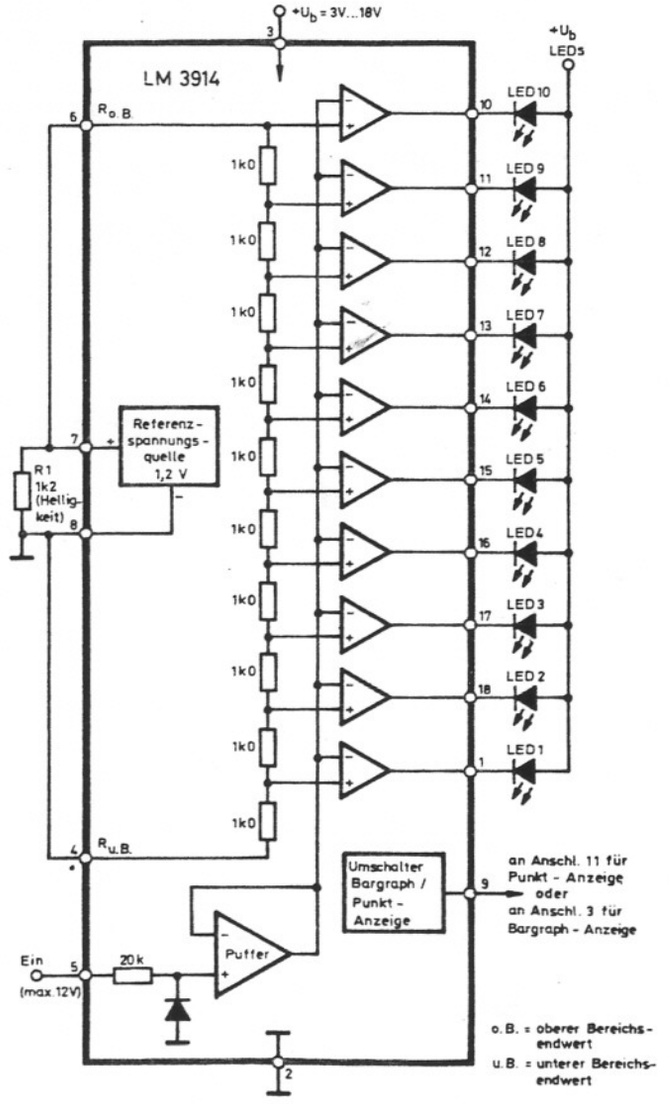


Bild 1. Blockschaltbild des LM 3914 mit äußeren Bauelementen zum Aufbau eines Spannungsmessers mit 10 LEDs und linearer Teilung. Meßbereich: null Volt bis 1,2 V.

Das IC beinhaltet ferner ein Logik-Netzwerk, das über Pin 9 zugänglich ist und zwischen Punkt- und Bargraph-Anzeige umschaltet. Angenommen, die Logik ist auf Bargraph-Anzeige eingestellt und die interne 1,2-V-Referenzspannung liegt an dem internen 10stufigen Spannungsteiler. Dann stehen 0,12 V am invertierenden oder Referenzeingang des untersten Komparators, 0,24 V am zweiten, 0,36 V am dritten usw. Wenn nun eine langsam ansteigende Spannung an Pin 5 des ICs gelegt wird, geschieht folgendes:

Ist die Eingangsspannung gleich Null, sind die Ausgänge aller 10 Komparatoren gesperrt, und alle LEDs sind ausgeschaltet. Erreicht die Eingangsspannung 0,12 V (gleich Referenzspannung des ersten Komparators), wird LED 1 eingeschaltet. Erreicht die Eingangsspannung 0,24 V, schaltet der zweite Komparator LED 2 ein. In diesem Betriebsfall leuchten nun LED 1 und 2 gleichzeitig. Steigt die Ausgangsspannung weiter an, schalten die weiteren Komparatoren ihre zugehörigen LEDs ein. Erreicht die Eingangsspannung 1,2 V, schaltet der letzte Komparator LED 10 ein. Es leuchten alle LEDs.

Es entsteht also ein von der Höhe der Eingangsspannung abhängiger 'Leuchtbalken' (Bargraph). Die Funktionsweise der Punkt-Anzeige ist ähnlich, allerdings schaltet hier nur eine LED bei der entsprechenden Komparatorspannung durch. Bei null Volt sind alle LEDs ausgeschaltet. Oberhalb 1,2 V leuchtet nur LED 10.

In der Schaltung nach Bild 1 liegt R1 zwischen den Pins 7 und 8 (dem Ausgang der 1,2-V-Referenzspannungsquelle) und bestimmt den Strom durch die LEDs. Der LED-Strom ist etwa 10mal so groß wie der eingestellte Ausgangsstrom der Referenzspannungsquelle, die etwa 3 mA liefern kann. R1 ermöglicht einen maximalen Durchlaßstrom für die LEDs von 30 mA. Liegt z. B. zwischen den Pins 7 und 8 ein Widerstand von 1,2 kΩ, liefert die Referenzspannungsquelle nur 1 mA, und der LED-Strom beträgt dann 10 mA.

Feinheiten

In der Betriebsart 'Leuchtbalkenanzeige' muß das IC maximal 300 mA liefern, wenn jede LED 30 mA ziehen soll und alle 10 LEDs eingeschaltet sind. Die maximale Verlustleistung des ICs beträgt jedoch nur 660 mW. Es besteht also die Gefahr, die zulässige Verlustleistung in dieser Betriebsart zu überschreiten. Das IC kann mit Betriebsspannungen zwischen 3 V und 25 V arbeiten. Die LEDs können von der IC-Betriebsspannung oder einer getrennten Spannungsversorgung gespeist werden. Diese Möglichkeit erlaubt es, die Verlustleistung des ICs auf einem niedrigen Wert zu halten.

Der interne 10stufige Spannungsteiler des ICs ist massefrei. Beide Enden sind über die Anschlüsse getrennt zugänglich und können entweder von der internen oder von einer äußeren Referenzspannung gespeist werden. Liegt z. B. das obere Ende des Teilers an 10 V, läßt sich mit dem IC ein Spannungsmesser mit dem Skalenendwert 10 V aufbauen, wenn das untere Ende des Spannungsteilers an null Volt liegt. Man kann auch einen Teilbereichsspannungsmesser konstruieren, indem man z. B. an das obere Ende des Teilers 10 V und an das untere Ende 5 V legt. Die einzige Einschränkung besteht darin, daß die Spannung am oberen Ende des Teilers mindestens um 2 V unterhalb der Betriebsspannung liegen muß. Die maximale Betriebsspannung beträgt 25 V.

Der Eingang (Pin 5) ist gegen Überspannungen bis ±35 V geschützt. Die interne Referenzspannungsquelle erzeugt eine nominelle Ausgangsspannung von 1,28 V (die Grenzwerte sind 1,2 V und 1,32 V), läßt sich jedoch von außen programmieren und kann Spannungen bis zu 12 V abgeben.

Das IC arbeitet in der Punkt-Betriebsart, wenn man Pin 9 mit Pin 11 verbindet, und als Bargraph-Anzeige, wenn Pin 9 mit der positiven Betriebsspannung an Pin 3 verbunden wird.

Der Unterschied der 3 ICs in der LM-3914-Familie liegt in den Widerstandswerten des internen 10stufigen Spannungsteilers. Beim LM 3914 haben alle Widerstände des Teilers den gleichen Wert. Man erreicht so eine lineare Anzeige mit 10 gleichgroßen Stufen. Beim LM3915 sind die Widerstände logarithmisch gestuft. Dies ergibt eine logarithmische Anzeige mit einem Bereich von 30 dB in zehn 3-dB-Stufen. Beim LM 3916 sind die Widerstände quasi-logarithmisch gestuft. Diese Stufung wird speziell bei VU-Metern verwendet.

Praktische Schaltungen: Spannungsmesser mit Punktanzeige

In den Bildern 3...6 sind Schaltungen vorgestellt, die den Aufbau von Spannungsmessern mit 10 LEDs und Punktanzeige beschreiben. In diesen Schaltungen ist der LM 3914 eingesetzt. In allen Schaltungen ist Pin 9 mit Pin 11 verbunden, um die interne Logik auf Punktanzeige zu schalten. Ein zwischen die Pins 2 und 3 geschalteter 10-µF-Kondensator gewährleistet stabiles Arbeiten der Schaltung.

Bild 3 zeigt die Schaltung eines Spannungsmessers, der durch einen entsprechenden Vorwiderstand R_x auf einen Skalenendwert zwischen 1,2 V und 1000 V eingestellt werden kann. Das untere Ende der internen Referenzspannung und des Spannungsteilers liegt an null Volt, das obere Ende des Spannungsteilers an der internen Referenzspannung von 1,2 V.

Der Skalenendwert der Grundschaltung beträgt somit 1,2 V. Ein anderer Endwert läßt sich durch entsprechende Wahl des Spannungsteilers R_x/R1 am Eingang der Schaltung einstellen. Beträgt R_x z. B. 90 kΩ, erhält man einen Skalenendwert von 12 V. Widerstand R2 legt den Strom aller LEDs auf etwa 10 mA fest.

Die Schaltung nach Bild 4 benutzt eine äußere 10-V-Referenzspannung und gestattet somit den Aufbau eines Spannungsmessers mit einem Skalenendwert von 10 V. Die Betriebsspannung dieser Schaltung muß mindestens um 2 V höher als die äußere Referenzspannung sein.

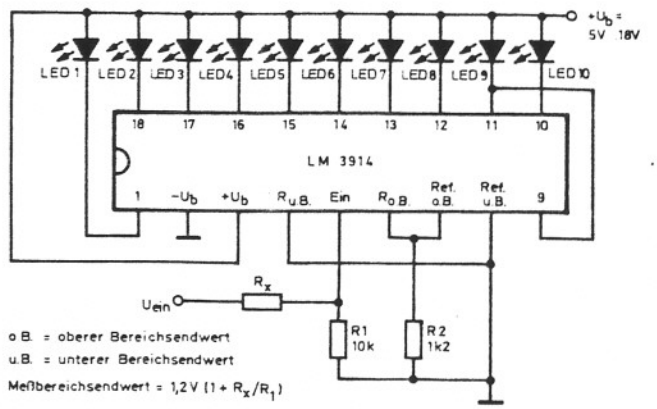


Bild 3. Spannungsmesser mit linearer Teilung und Punktanzeige. Meßbereichsendwert mit R_x zwischen 1,2 V und 1000 V einstellbar.

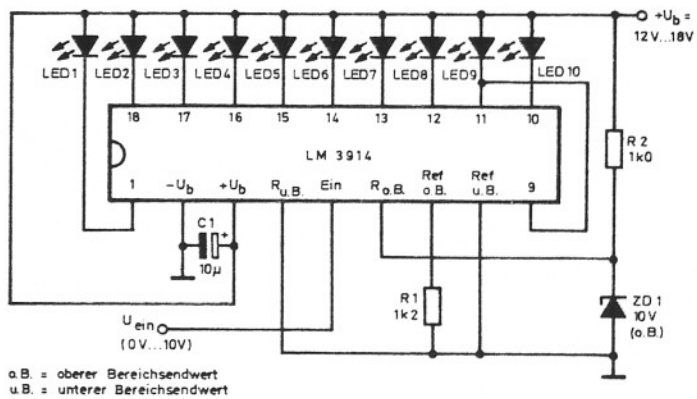


Bild 4. Spannungsmesser mit externer Referenzspannung, Meßbereich 10 V.

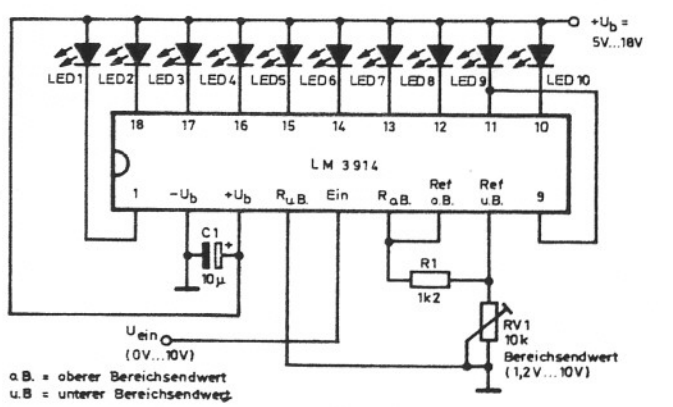


Bild 5. Spannungsmesser mit einstellbarem Bereichsendwert und Punktanzeige. Bereichsendwert zwischen 1,2 V und 10 V einstellbar.

In Bild 5 ist dargestellt, wie sich die interne Referenzspannungsquelle mit einem Spannungsteiler so einstellen läßt, daß sie Spannungen zwischen 1,2 V und 10 V abgeben kann. In diesem Fall fließt der durch den Widerstand R1 festgelegte Strom von 1 mA über den Widerstand RV1 nach Null. Die an RV1 stehende Spannung erhöht die Spannung der Referenzspannungsquelle, bezogen auf das Nullpotential. Wenn z. B. RV1 2,4 kΩ beträgt, steht an Pin 8 2,4 V und an Pin 7 3,6 V. RV1 bestimmt somit die Maximalspannung, die am obe-

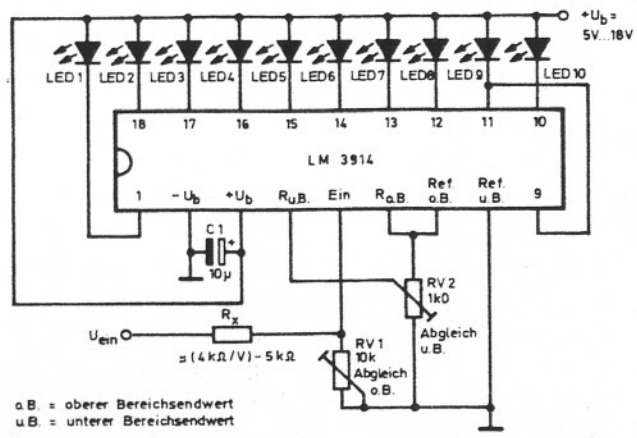


Bild 6. Spannungsmesser mit gespreiztem Anzeigebereich und unterdrücktem Nullpunkt. Bereich: z. B. 10 V ... 15 V.

ren Ende des internen Spannungsteilers liegt. Sie ist zwischen 1,2 V und ca. 10 V stufenlos einstellbar. Damit ist auch der Skalenendwert der Schaltung zwischen 1,2 V und 10 V einstellbar.

Die Schaltung nach Bild 6 zeigt einen Spannungsmesser mit einem erweiterten Skalenbereich, so daß z. B. Spannungen im Bereich 10 V bis 15 V angezeigt werden können. Mit RV1 = 1k0 ist der Durchlaßstrom der LEDs auf etwa 12 mA fest eingestellt. Die am Abgriff von RV2 stehende Spannung liegt am unteren Ende des internen Spannungsteilers. Wenn R2 beispielsweise so eingestellt ist, daß an Pin 4 eine Spannung von 0,8 V gelangt, werden Eingangsspannungen im Bereich 0,8 V ... 1,2 V angezeigt. Wird der Spannungsteiler R_x/RV1 vor den Eingang geschaltet, kann man jeden beliebigen Teilbereich erhalten, z. B. 10 V ... 15 V.

Bordspannungsmesser im Auto: 10,5 V ... 15 V in 10 Stufen

In Bild 7 ist die Schaltung eines im 'Punkt'-Modus arbeitenden Spannungsmessers mit gespreiztem Anzeigebereich und unterdrücktem Nullpunkt dargestellt, der speziell als Batteriespannungsindikator (12 V nominell) in Autos gedacht ist.

Hier wird der interne Anzeigebereich mit dem Spannungsteiler R2/RV1 auf 2,4 V ... 3,6 V eingestellt. Die Eingangsspannung gelangt über den Spannungsteiler R1/RV1 an das IC, so daß der tatsächliche Anzeigebereich ein Vielfaches des intern eingestellten ist. Wie in der Schaltung angedeutet, kann man grüne und rote LEDs so anordnen, daß die grünen LEDs leuchten, wenn die Batteriespannung im normalen Bereich, also zwischen 12 V und 14 V, liegt.

Zum Abgleich der Schaltung zunächst 15 V an die Schaltung legen und RV1 so abgleichen, daß LED 10 gerade zu leuchten beginnt. Dann die Betriebsspannung auf 10 V reduzieren und RV2 abgleichen, bis LED 1 gerade zu leuchten beginnt. Der Abgleich der beiden Endwerte muß mehrmals durchgeführt werden, da sich beide Abgleichvorgänge gegenseitig etwas beeinflussen.

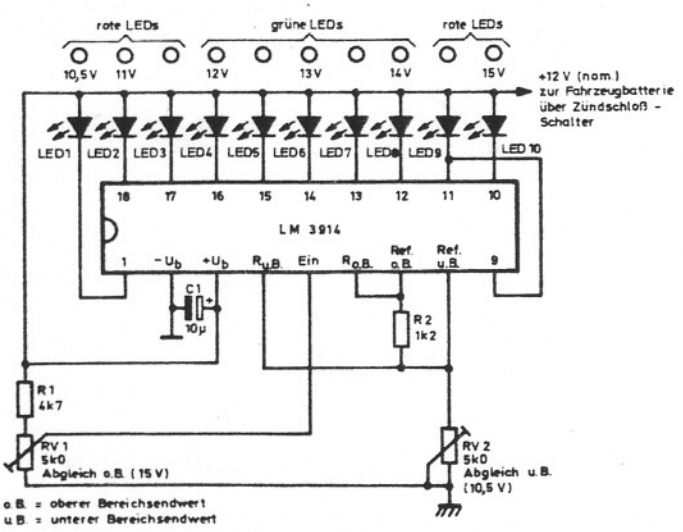


Bild 7. Spannungsmesser mit gespreiztem Anzeigebereich (10 V ... 15 V) und unterdrücktem Nullpunkt für Fahrzeuge.

daß die zulässige Verlustleistung des ICs nicht überschritten wird, wenn alle 10 LEDs eingeschaltet sind. Die Durchlaßspannung der LEDs beträgt etwa 2 V. Ein Weg, die Verlustleistungsfrage zu umgehen, besteht darin, die LEDs mit einer eigenen Betriebsspannung (3 V ... 5 V) zu speisen, wie in Bild 8 dargestellt.

Man kann auch das IC und die LEDs mit der gleichen Betriebsspannung speisen, wenn man in Reihe mit jeder LED einen Strombegrenzungswiderstand schaltet (Bild 9), so daß das IC nicht überlastet werden kann, wenn alle LEDs leuchten.

Eine weitere Möglichkeit, eine Bargraph-Anzeige ohne zu hohe Verlustleistung zu realisieren, ist in

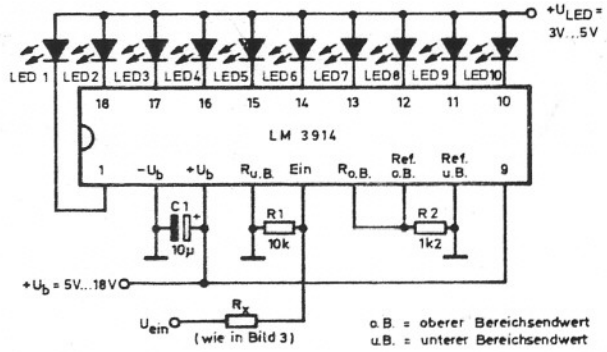


Bild 8. Bargraph-Anzeige mit getrennter Speisung der LEDs.

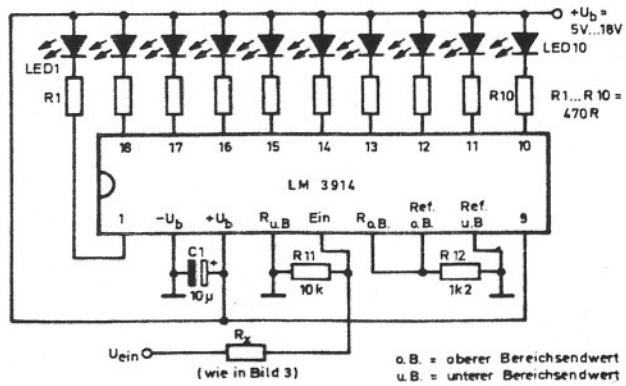


Bild 9. Bargraph-Anzeige mit gemeinsamer Speisung des ICs und der LEDs.

Bargraph-Anzeigen

Die in den Bildern 3...7 vorgestellten Schaltungen mit Punktanzeige sind sehr einfach auf Bargraph-Anzeige umschaltbar, indem Pin 9 mit Pin 3 verbunden wird. In dieser Betriebsart muß man aufpassen, daß die LEDs nicht überlastet werden. Bild 10 aufgezeigt. Hier sind alle LEDs in Reihe geschaltet, wobei jede LED an dem zugehörigen Ausgang des ICs liegt, das IC jedoch auf Punktanzeige geschaltet ist. Wenn nun z. B. LED 5 gesteuert wird, zieht sie auch Strom durch die LEDs 1 bis 4, so daß alle 15 LEDs leuchten. In diesem Fall ist

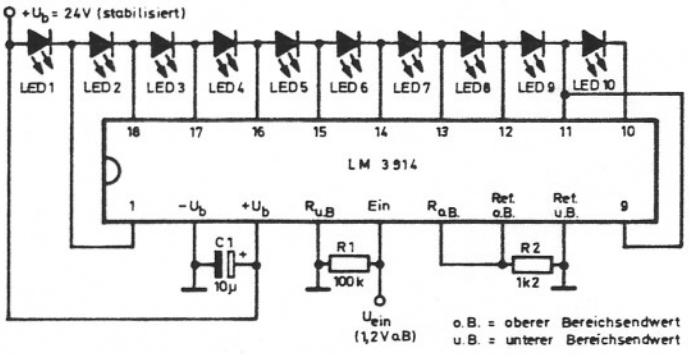


Bild 10. Bargraph-Anzeige mit Punktanzeige-Betrieb des ICs und geringer Leistungsaufnahme.

Spannungsmesser mit 20 LEDs

ICs sind parallel geschaltet. IC1 wird so eingestellt, daß es den Bereich null Volt bis 1,2 V übernimmt, IC2 übernimmt den Bereich 1,2 V ... 2,4 V. In diesem Fall liegt das untere Ende des internen Spannungsteilers von IC2 an der 1,2-V-Referenzspannung von IC1. Das obere Ende des internen Spannungsteilers von IC2 ist mit der internen Referenzspannung des IC2 verbunden, die somit — auf null Volt bezogen — gerade 2,4 V beträgt (die Referenzspannungsquellen des ICs 1 und 2 sind in Reihe geschaltet).

Die Schaltung nach Bild 12 ist für Punktanzeige ausgelegt. Pin 9 von IC1 ist mit Pin 1 von IC2 verbunden, und Pin 9 von IC2 geht an Pin 11 von IC2. Außerdem liegt parallel zu LED 9 von IC1 ein 22-kΩ-Widerstand.

Die Schaltung nach Bild 13 arbeitet als Bargraph-Anzeige. Die Schaltung entspricht der nach Bild 12, jedoch ist Pin 9 jedes ICs mit $+U_b$ (Pin 3) verbunden. Außerdem liegt in Reihe mit jeder LED ein

der Gesamtstrom gleich dem Strom durch eine einzelne LED. Die Gesamtverlustleistung ist dann recht gering. In dieser Schaltungsart arbeitet das LM 3914 auf ähnliche Art und Weise wie das IC U 237. Die Betriebsspannung der LEDs muß in dieser Schaltung höher als die Summe der Durchlaßspannungen der 10 LEDs sein, darf aber die Grenzbetriebsspannung des ICs nicht überschreiten. Im vorliegenden Fall beträgt daher die Betriebsspannung 24 V.

Bild 11 enthält eine Erweiterung der Schaltung nach Bild 10, die es erlaubt, eine ungeregelte Betriebsspannung zwischen 12 V und 18 V zu verwenden. Die LEDs sind in 2 Zweige zu je 5 LEDs aufgeteilt, und die Transistoren werden dazu benutzt, den unteren Zweig (LED 1...5) einzuschalten, wenn der obere Zweig in Betrieb ist. Der maximale Strom durch die LEDs ist etwa doppelt so groß wie der durch eine einzelne LED.

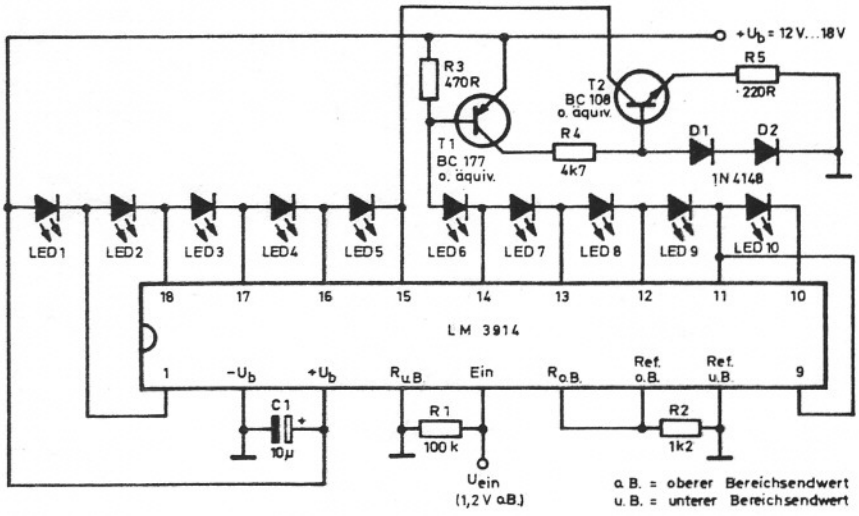


Bild 11. Variante der Schaltung nach Bild 10 zum Betrieb an einer nichtstabilisierten Spannung zwischen 12 V und 18 V.

Zum Abschluß sollen die Bilder 12 und 13 noch zeigen, wie sich zwei LM 3914 so verbinden lassen, daß

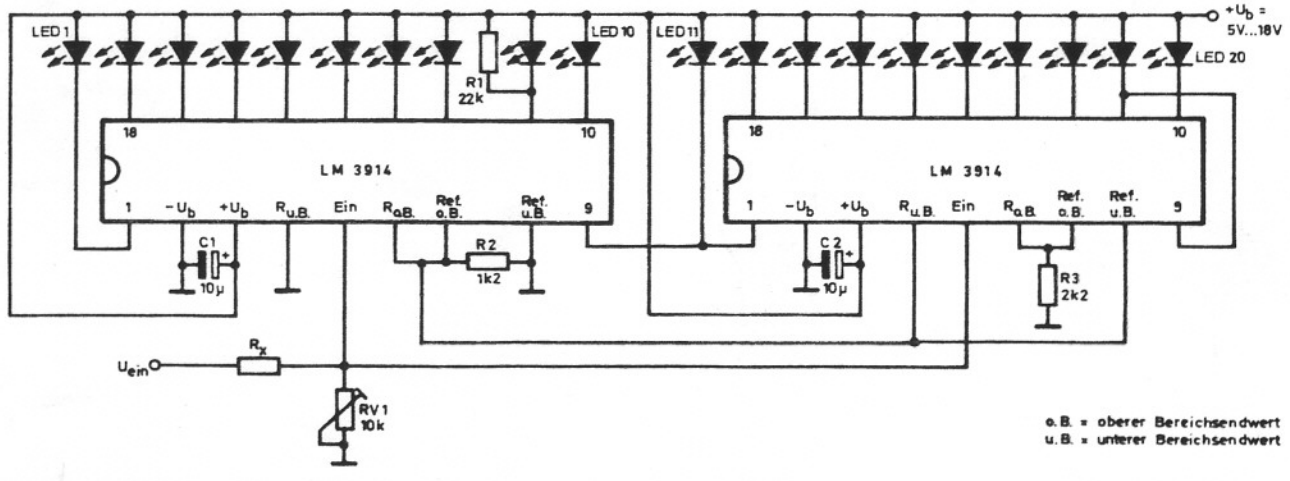


Bild 12. Spannungsmesser mit linearer Teilung und 20 LEDs. Punktanzeige. Mit $R_x = 0$ umfaßt der Meßbereich null Volt bis 2,4 V.

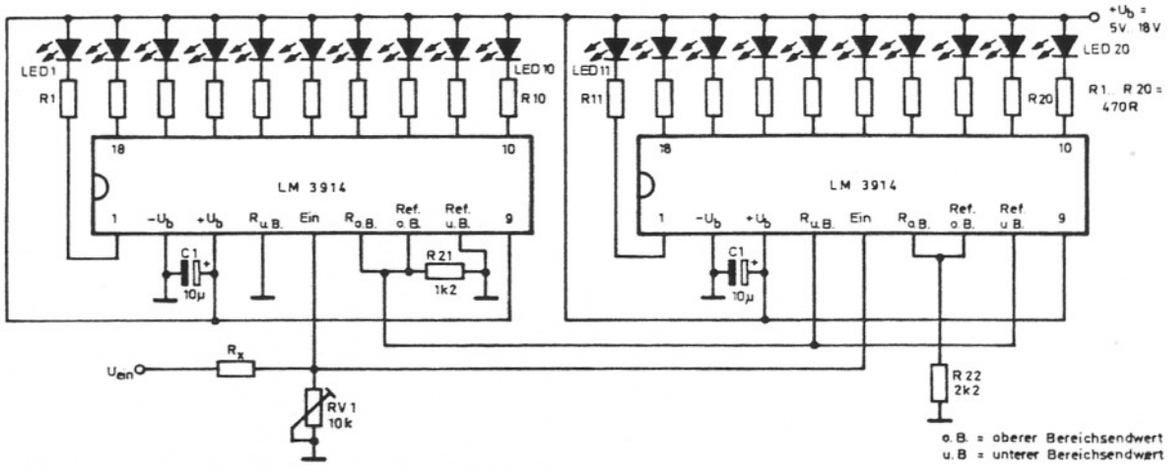


Bild 13. Spannungsmesser mit linearer Teilung und 20 LEDs. Bargraph-Anzeige. Meßbereich wie Bild 12.

470-Ω-Widerstand zur Strombegrenzung. Dadurch wird die Verlustleistung der ICs auf normale Werte reduziert.

Die Meßbereiche der 20-LED-Anzeigen lassen sich ebenfalls beliebig einstellen, wie bereits früher beschrieben.

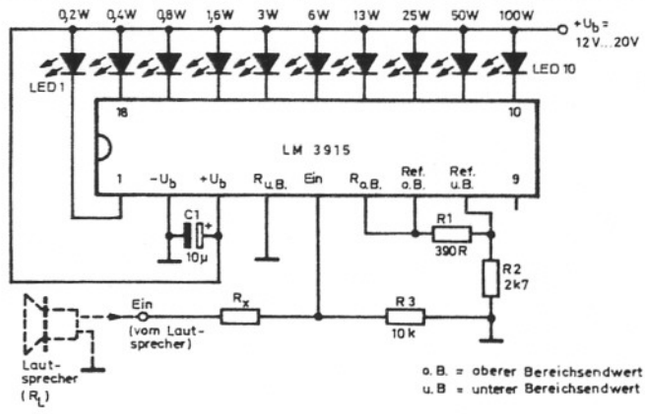
Tachometer fürs Auto

Zum Abschluß der Schaltungen mit dem LM 3914 ist in Bild 14 ein einfacher Frequenz-Spannungs-Umsetzer dargestellt, der unter Verwendung der Schaltungen nach Bild 12 oder Bild 13 den Aufbau eines mit 20 LEDs ausgerüsteten Tachometers oder Drehzahlmessers ermöglicht. Der Unterbrecherkontaktanschluß liegt am Eingang des Umsetzers. Sein Ausgang geht an den Eingang der Spannungsmesser-Schaltung. Der in Bild 14 für C2 angegebene Kapazitätswert von 22 nF ist der optimale Wert für einen Bereichsendwert von 10000 U/min. eines Vierzylinder-Viertaktmotors. Wird ein niedrigerer Bereichsendwert gewünscht, muß man C2 vergrößern. Für Sechs- oder Achtzylindermaschinen sollte der Wert von C2 verringert werden.

Schaltungen mit dem LM 3915/LM 3916

Der LM 3915 mit seiner logarithmischen Kennlinie und der LM 3916 mit seiner quasilogarithmischen Kennlinie arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie der LM 3914. Beide ICs können in den meisten der in den Bildern 3...13 angegebenen Schaltungen direkt anstelle des LM 3914 eingesetzt werden. In den häufigsten Fällen sind die ICs in Schaltungen eingesetzt, mit denen Wechselspannungssignale gemessen oder angezeigt werden sollen, so daß Gleichrichtung des Meßsignals erforderlich wird.

Die einfachste Möglichkeit ist, das Wechselspannungssignal unmittelbar an den Eingang des ICs (Pin 5) zu legen. Das IC verarbeitet nur die positive Halbwelle eines Wechselspannungssignals. Die Anzahl der leuchtenden LEDs entspricht dann dem Spitzenwert dieses Signals. In derartigen Schaltungen sollte das IC im Punkt-Modus arbeiten und der LED-Strom auf etwa 30 mA eingestellt werden.



R_L [Ω]	R_x [Ω]
4	10
8	18
16	30

Bild 15. Einfacher Leistungsmesser für den Audio-Bereich.

In Bild 15 ist die zugehörige Schaltung angegeben. Sie zeigt einen sehr einfachen, mit einem LM 3915 aufgebauten Leistungsmesser für den Audiobereich. Anschluß 9 bleibt unbeschaltet, damit das IC im Punkt-Modus arbeitet. R1 hat einen Betrag von 390 Ω, damit der LED-Strom bei etwa 30 mA liegt. Der Anzeigebereich umfaßt 200 mW ... 100 W.

Eine elegantere Methode zur Messung von Wechselspannungssignalen ist der Einsatz eines Einweggleichrichters, dessen Ausgangssignal dann dem IC-Eingang zugeführt wird.

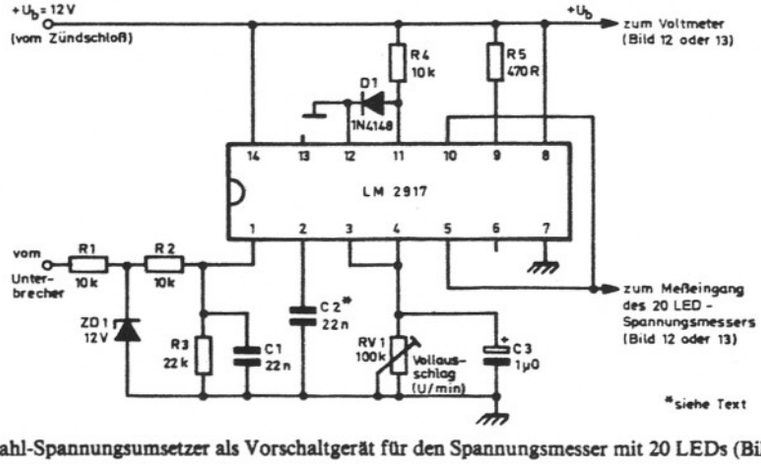


Bild 14. Drehzahl-Spannungsumsetzer als Vorschaltgerät für den Spannungsmesser mit 20 LEDs (Bild 12 und 13).

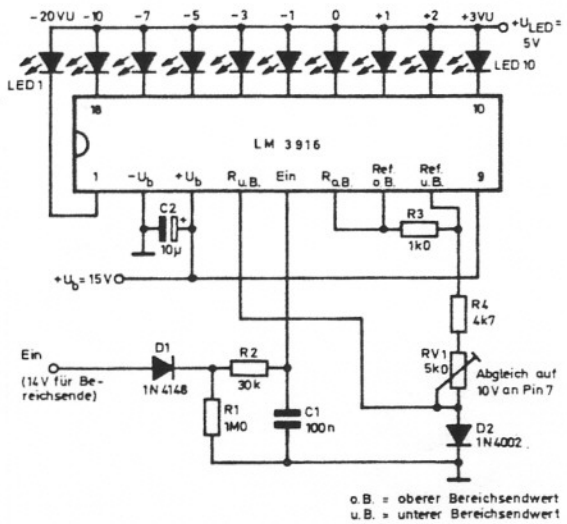


Bild 16. Einfacher Aussteuerungsmesser (VU-Meter).

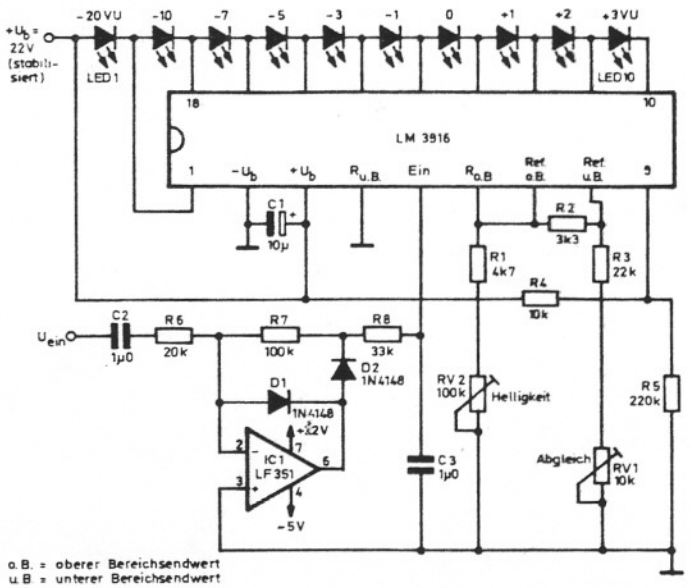


Bild 17. Präziser Aussteuerungsmesser (VU-Meter) mit geringer Stromaufnahme.

In der Schaltung nach Bild 16 besorgt eine Diode mit nachgeschalteter Siebung (R1 — R2 — C1) die Gleichrichtung. Die Diode D2 dient zur Kompensation der Durchlaßspannung der Diode D1. Diese Schaltung arbeitet im Bargraph-Modus und verwendet getrennte Betriebsspannungen für das IC und die LEDs.

Bild 17 zeigt die Schaltung eines recht genauen VU-Meters, das einen mit einem Operationsverstärker bestückten Präzisions-Einweggleichrichter verwendet. Die LEDs sind in Reihe geschaltet, das IC arbeitet im Punkt-Modus. Man erhält durch diese Schaltungsmaßnahme eine geringe Stromaufnahme (vgl. auch Bild 10). Zum Abgleich RV1 so einstellen, daß an Anschluß 7 eine Spannung von 10 V steht. Mit RV2 kann man die Helligkeit der LEDs an die vorhandenen Gegebenheiten anpassen.

Böhm
Elektronische Orgeln im Selbstbau-System
Minden · (Zentrale)
Kuhlenstr. 130-132 · 4950 Minden
Telefon (05 71) 5 04 50

Niederlassungen und Vertretungen*

1000 Berlin 12	(030) 3133020
*1000 Berlin 65	(030) 4511418
2000 Hamburg 6	(040) 4399589
*2300 Kiel 1	(0431) 673664
*2350 Neumünster	(04321) 45358
*2800 Bremen 1	(0421) 13328
*2940 Wilhelmshaven	(04421) 38773
*3000 Hannover 1	(0511) 701978
4000 Düsseldorf 12	(0211) 288363
4630 Bochum 7	(0234) 233949
*5442 Mendig	(02652) 4194
*6095 Ginsheim 2	(06144) 2492
Frankfurt	6236 Eschborn (06196) 46545
*6300 Gießen	(0641) 34610
*6348 Herborn	(02772) 2900
Mannheim	6834 Ketsch (06202) 64740
Stuttgart	7023 Sindelfingen 6 (07031) 32231
*7730 Schwenningen	(07720) 33914
*Freiburg	7803 Gundelfingen (0761) 580504
8000 München 80	(089) 8117595
*8260 Mühldorf	(08631) 8624
8500 Nürnberg	(0911) 314800
*8904 Friedberg	(08821) 603635 und (08134) 6650
*A 1112 Wien	(0222) 765120
*CH 8810 Horgen	(01) 7252477
*CH Dottikon (AG)	(057) 241950

Weitere Auslandsvertretungen auf Anfrage

Die Böhm. Die Orgel, die man selber baut.

Digitale Spitzenleistung MADE IN GERMANY

- ***Orgeln und Keyboards*** von 30,- bis 30.000,- DM
- ***MIDI*** für elektronische Orgeln und Keyboards
- ***MIDI-Expander***
- ***Digital Drums***
- ***u.v.a.m.***

Bitte schicken Sie mir kostenlose Informationen
Name
Straße
PLZ, Ort
Telefon
LS