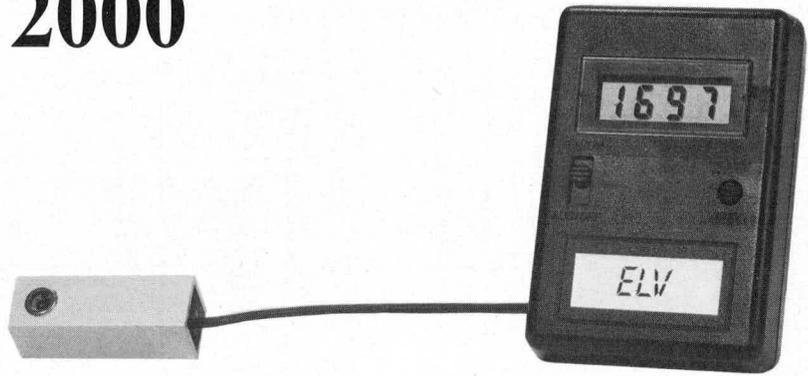


ELV-Profilux 2000



Zusätzlich in dieser Ausgabe: Digitaler Beleuchtungsstärkemesser/Luxmeter

In weiten Bereichen der Technik ist die zuverlässige und genaue Messung der Beleuchtungsstärke, d. h. der Helligkeit, erforderlich. Der hier vorgestellte kleine und handliche digitale Luxmesser erfüllt diese Anforderungen in professioneller Weise.

Allgemeines

„Auf die richtige Beleuchtung kommt es an.“ Dies ist nicht nur wichtig für Architekten, Bauingenieure, Designer, Raumgestalter, Lichtplaner, Fotografen und Künstler, sondern auch in besonderem Maße für den privaten Bereich.

Wenn sich Zierfische und Heimpflanzen nicht wohlfühlen oder wenn Ihnen bei der Arbeit oder beim Lesen die Augen schmerzen, so ist dies häufig eine Ursache für falsche bzw. unzureichende Beleuchtung. Für die verschiedenen Arbeiten und die unterschiedlichen Räume, sowohl im privaten als auch im kommerziellen Bereich, gibt es optimale Beleuchtungswerte, bei denen sich der Mensch behaglich fühlt (nicht zu helle Beleuchtung) und den Augen eine hinreichend große, den jeweiligen Tätigkeitsverhältnissen angepaßte Beleuchtung zur Verfügung gestellt wird.

Dies subjektiv zu beurteilen ist praktisch unmöglich, da das menschliche Auge sowohl bei Sternenlicht (Beleuchtungsstärke kleiner als 0,1 Lux) als auch bei strahlender Sonne (Beleuchtungsstärke ca. 100 000 Lux) noch zu sehen in der Lage ist. Das menschliche Auge kann also über mehr als 6 Dekaden (1 000 000:1) Helligkeitsunterschiede verarbeiten. Für den Wohn- und Arbeitsbereich hingegen ist lediglich ein schmaler Bereich von 250 Lux bis 2000 Lux günstig — je nach Tätigkeitsmerkmal.

In den Tabellen I und II sind einige Beispiele für die Beleuchtungsstärke angegeben. Wie man daraus ersieht, ist der in der Natur vorkommende Helligkeitsbereich extrem groß. Dies resultiert aus der Tatsache, daß die Empfindlichkeit des menschlichen Auges keineswegs linear ist.

Wird z. B. die Beleuchtungsstärke um 100 % erhöht (also verdoppelt), so wäre unsere subjektive Empfindung derart, daß wir sagen würden: „Es ist ein klein wenig heller geworden.“ Wir müssen also schon wesentlich mehr an Beleuchtungsstärke aufbieten, damit unsere Empfindung sagt: „Es ist doppelt so hell.“

Aus dieser Tatsache heraus ergeben sich auch völlig andere Genauigkeitsanforderungen an das Meßgerät.

Eine Genauigkeitsforderung von 1 % könnte man schlicht als baren Unsinn bezeichnen, sehen wir doch erst Unterschiede in der Größenordnung von -50 bzw. +100 %, einmal ganz abgesehen davon, daß dies technisch auch kaum realisierbar wäre, denn wir haben es hier mit einer meßtechnischen Größe (dem Licht) zu tun, bei der wir die Messung über einen gewissen Frequenzbereich des Lichtes durchführen müssen und sich die Empfindlichkeit des Auges mit der Frequenz ändert.

Aufgrund der guten Anpassung der relativen spektralen Empfindlichkeit des verwendeten Fotoelementes an die des menschlichen Auges, sind Genauigkeiten bei der Beleuchtungsstärkemessung mit der hier vorgestellten Schaltung von einigen % erreichbar, obwohl Abweichungen von 10 % selbst für hohe Anforderungen im allgemeinen durchaus vertretbar sind.

Mit der hier vorgestellten Schaltung kann der Hobby-Elektroniker ein professionell arbeitendes und dabei günstig aufzubauendes Beleuchtungsstärkemessgerät erstellen, das ihn in die Lage versetzt, überall die Beleuchtungsstärke prüfen zu können. Auf

diese Weise kann Energie gespart (große Leuchtstärke benötigt viel Leistung) und die Augen geschont werden.

Der Anzeigebereich des ELV-Profilux 2000 reicht von 0 bis 2000 Lux, mit einer Auflösung von 1 Lux, der im allgemeinen für alle vorkommenden künstlichen Beleuchtungszwecke ausreicht. Zusätzlich kann durch eine Taste der Meßbereich verzehnfacht werden, so daß auch Messungen bis 20 000 Lux möglich sind — allerdings dann mit einer Auflösung von 10 Lux.

Abschließend soll noch erwähnt werden, daß die professionelle Messung der Beleuchtungsstärke auf einfache Weise möglich geworden ist, seitdem die Firma Siemens einen neuartigen Lichtsensor des Typs BPW 21 auf den Markt gebracht hat, der bereits einen Spezialfilter integriert hat, dessen Filtercharakteristik dem menschlichen Auge sehr nahe kommt.

Erst hierdurch sind zuverlässige, reproduzierbare und genaue, dem menschlichen Auge entsprechende Beleuchtungsstärkemessungen möglich.

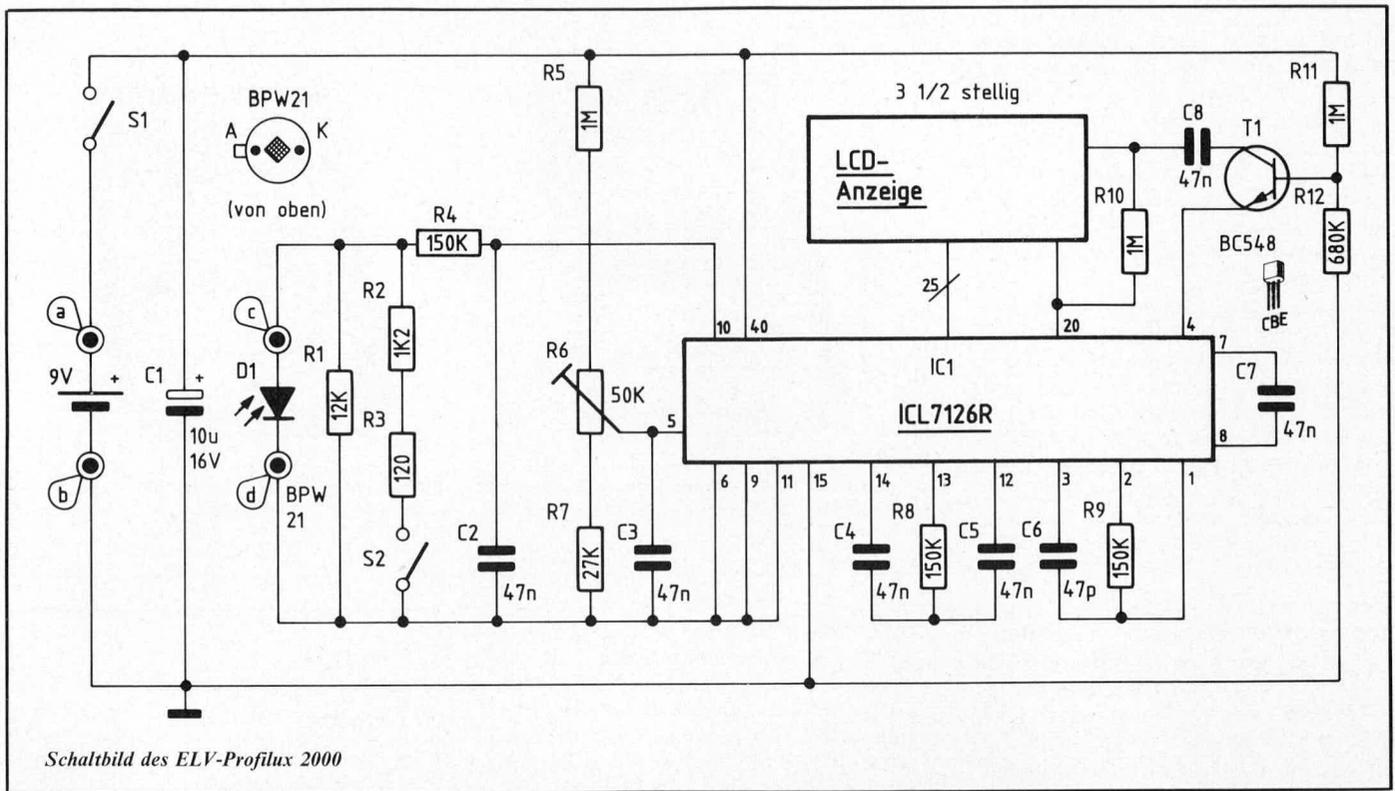
Vom dem ELV-Profilux 2000 kann man daher sagen, daß es sich wirklich um ein Präzisionsmeßgerät auf diesem Sektor handelt.

Tabelle I: Beispiele für Beleuchtungsstärke (ca. Werte)

Sternenlicht (kl. Neumondnacht)	<0,1 Lux
Vollmondnacht	0,3 Lux
Kerzenlicht (1 m Abstand)	1 Lux
Gute Straßenbeleuchtung	20 bis 40 Lux
Küche	250 Lux
Schularbeitsplatz	500 Lux
Büroarbeitsplatz	750 Lux
Technisches Zeichnen	1000 Lux
Olympiastadion München	1800 Lux
Goldschmied	2000 Lux
trüber Wintertag	3000 Lux
im Schatten (bei Sonne)	10 000 Lux
trüber Sommertag	20 000 Lux
bei strahlender Sonne	100 000 Lux

Tabelle II: Beleuchtungswerte für Räume und Tätigkeiten

Treppen, Keller, Dachboden	30 Lux
Garage, Flur, Abstellraum	60 Lux
Diele, Garderobe, WC, Bad,	
Kinderzimmer, Vorratsraum	120 Lux
Küche, Hobbyraum, Wohn- und Speisezimmer, Hausarbeits-, Warter.	250 Lux
Essen-, Küchen- und Hobbyarbeiten,	
Büro-, Labor- und Praxisarb.	500 Lux
Lesen, Schreiben, Schul- und Handarbeiten, Basteln, Malen, Kosmetik	750 Lux
Techn. Zeichnen, Präzisionsarbeiten, genaues Prüfen (Messen, Diagnostizieren), Sammeln (Briefmarken, Münzen), Farben beurteilen.	1000 Lux.



Schaltbild des ELV-Profilux 2000

Zur Schaltung

Als Meßwertaufnehmer dient bei der hier vorliegenden Schaltung der Lichtsensor (Fotodiode) des Typs BPW 21. Der Kurzschlußstrom dieses Bauelementes ist mit guter Linearität direkt der Beleuchtungsstärke proportional.

Schließt man also die beiden Anschlüsse der Fotodiode D 1 über ein niederohmiges Amperemeter kurz, so steigt der gemessene Strom mit wachsender Beleuchtungsstärke (Helligkeit). Das zur Auswertung kommende Meßsignal ist also der Kurzschlußstrom und keinesfalls die an der Diode sich aufbauende Spannung.

Um den Kurzschlußstrom mit hinreichend guter Genauigkeit messen zu können, ist es erforderlich, daß der angeschlossene Belastungswiderstand so niederohmig bemessen wird, daß die an ihm abfallende zur Weiterverarbeitung dienende Meßspannung ganz erheblich unter der Leerlaufspannung der Fotodiode bleibt.

Bei der vorliegenden Schaltungsdimensionierung dient R 1 als Belastungswiderstand. Die an ihm maximal abfallende Meßspannung beträgt im Meßbereichsendwert ungefähr 200 mV. Sie liegt somit weit genug unterhalb der Leerlaufspannung von ca. 500 mV. Nicht lineare Einflüsse sind praktisch ausgeschlossen.

Mit dem Taster S 2 kann der Meßbereich verzehnfacht werden, indem R 2 und R 3 parallel zu R 1 geschaltet werden, so daß dann der Gesamtwiderstand 10 % von R 1 entsprechend 1,2 kΩ beträgt.

Der invertierende (-) Eingang des A/D-Wandlers des Typs ICL 7126 R (Pin 11), ist an die Katode (Pfeilspitze) der Fotodiode mit dem Belastungswiderstand R 1 angeschlossen, während der nicht invertierende (+) Eingang des IC 1 (Pin 10) über R 4 mit der Anode (Punkt „c“) und der anderen

Seite des Belastungswiderstandes R 1 verbunden ist. C 2 dient hierbei zur Rauschunterdrückung, ebenso wie auch C 3.

Mit dem Spannungsteiler R 5 bis R 7 wird aus der internen Referenzspannung des IC 1 eine mit dem Trimmer R 6 einstellbare Referenzspannung erzeugt, die an den entsprechenden Referenzeingängen (zwischen Pin 5 und Pin 6) des IC 1 anliegt.

Auf die detaillierte Beschreibung des ICL 7126 R wollen wir an dieser Stelle nicht näher eingehen, da die Arbeitsweise mit dem hinreichend bekannten IC des Typs ICL 7106 R weitgehend identisch ist. Lediglich die Stromaufnahme des hier verwendeten Schaltkreises ist deutlich geringer und liegt typ. bei 0,08 mA.

R 10/C 8 bewirken eine Phasenverschiebung des Backplane-Signales zur Ansteuerung der Unterspannungsanzeige (linker Punkt erscheint im Display). Dies jedoch nur, wenn der Transistor T 1 durchgesteuert ist. Bei ausreichend großer Versorgungsspannung ist T 1 über den Spannungsteiler R 11/R 12 gesperrt. Erst wenn die Batteriespannung auf zu geringe Werte absinkt, reicht die negative Vorspannung über R 12 nicht aus und T 1 steuert über R 11 durch. Hierdurch kann C 8 eine Phasenverschiebung bewirken. Der Punkt erscheint im LC-Display.

Zum Nachbau

Da die Schaltung von ELV für einen namhaften deutschen Hersteller zur Großserienfertigung entwickelt wurde, sind beim Nachbau einige Besonderheiten zu beachten. In diesem Zusammenhang muß allerdings angemerkt werden, daß die kommerziellen Nutzungsrechte für diese Schaltung bereits vergeben sind, der private Nachbau in Einzelstücken jedoch selbstverständlich, wie bei allen ELV-Schaltungen, gestattet ist. Wir möchten Ihnen, verehrte Leser,

diese interessante Schaltung nicht vorenthalten.

Als erstes fällt dem interessierten Leser sicherlich auf, daß die LCD-Anzeige weder Anschlußbeinchen noch einen Sockel besitzt. Sie wird, wie bei Großserienfertigungen heutzutage vielfach üblich, über einen speziellen Leitgummistreifen mit der Leiterplatte verbunden. Hierzu später jedoch mehr.

Zunächst wird die Platine in gewohnter Weise bestückt. Sämtliche Bauelemente finden auf der Bestückungsseite Platz, mit Ausnahme des Lichtsensors der beiden Kontaktstreifen sowie der LCD-Anzeige.

Eine weitere Besonderheit der Schaltung liegt im Aufbau der beiden Schalter S 1 und S 2. Die beiden zugehörigen Schalterknöpfe befinden sich jeweils im Gehäuseoberteil und sind mechanisch nicht direkt mit den zugehörigen Kontaktstreifen verbunden.

Bei den Schalterkontakten handelt es sich um zwei Federmetallstreifen, die in einen kleinen Schlitz jeweils an entsprechender Stelle auf der Leiterbahnseite fest eingelötet werden, so daß sie ca. 1 bis 2 mm von der zugehörigen zweiten Kontaktstelle entfernt sind. Durch Betätigen der Schalterknöpfe wird der Federmetallstreifen auf die Leiterplatte gedrückt und der Kontakt hergestellt.

Nachdem die bestückte und gelötete Platine noch einmal sorgfältig kontrolliert und auch der Batterie-Clip angeschlossen wurde, kann nun die LCD-Anzeige in die dafür vorgesehene Aussparung ins Gehäuseoberteil lose eingelegt werden. Das Gehäuseoberteil liegt hierbei zweckmäßigerweise mit der Frontseite nach unten weisend auf der Arbeitsplatte. Die einseitige Kontaktierungsleiste des LC-Displays weist hierbei zur Gehäusestirnseite (entgegengesetzte Seite zum Batteriefach).

Als nächstes legt man vorsichtig den Leitgummistreifen der Länge nach auf die Kontaktierungsleiste des LC-Displays, und zwar so, daß eine der beiden schmalen Längsseiten auf dem LC-Display aufliegt. Im unteren Drittel des LC-Displays wird zusätzlich ein Stückchen Schaumstoff aufgebracht, wodurch später über die Leiterplatte ein leichter Druck auf das LC-Display ausgeübt wird, damit es gut am Gehäuseoberteil anliegt.

Jetzt kann die Leiterplatte in das Gehäuseoberteil eingelegt und mit den drei entsprechenden kleinen Knipping-Schrauben festgezogen werden. Zu beachten ist hierbei, daß sich der Leitgummistreifen nicht verschiebt. Die zweite der beiden schmalen Längsseiten dieses Leitgummistreifens drückt jetzt auf die Leiterbahnseite der Platine, und zwar genau an den Stellen, an denen sich die entsprechenden Ansteuerkontakte für das LC-Display befinden.

Zum besseren Verständnis muß hierzu noch gesagt werden, daß es sich bei dem Leitgummistreifen um ein verhältnismäßig kompliziertes, in Sandwich-Bauweise gefertigtes Gebilde handelt, das aus hauchdünnen Schichten sich abwechselnd leitender und nicht leitender Zonen besteht, wodurch sich die Übertragung der Steuerungssignale von Leiterplatte zum LC-Display ergibt (aus diesem Grunde sind entsprechende Leitgummistreifen verhältnismäßig teuer).

Sollte sich beim späteren Betrieb des Gerätes ein Ausfall einiger Segmente zeigen, so ist die Leiterplatte noch einmal zu lösen und die LCD-Anzeige nachjustieren (etwas verschieben). Es schadet dem Leitgummistreifen nicht, wenn er mehrfach ein- und wiederausgebaut bzw. neu positioniert wird.

Der Lichtsensor wird in ein gezogenes ca. 50 mm langes Stück Aluminium-Vierkantrohr eingebaut und mit einem ca. 1 m langen abgeschirmtem Zuleitungskabel an die Platine gelötet. Das Alu-Rohr sollte zweckmäßigerweise an den Stirnseiten mit Klebstoff, Vergußmasse o. ä. abgedichtet bzw. komplett vergossen werden.

Abschließend wird das Gehäuseunterteil mit einer Knipping-Schraube an das Gehäuseoberteil geschraubt. Nach Einsetzen der Batterie und durchgeführter Kalibrierung ist das Gerät betriebsbereit.



Innenansicht der Gehäusefrontheilshälfte mit eingelegter LCD-Anzeige und darüber angeordnetem Leitgummi

Rückansicht des ELV-Profilux 2000 mit abgenommenen Gehäuserückhalbschale

Kalibrierung

Steht eine Referenzlichtquelle bzw. ein Vergleichsluxmesser mit hinreichender Präzision zur Verfügung, kann die Kalibrierung bei einer Beleuchtungsstärke zwischen 1000 und 2000 Lux vorgenommen werden, indem mit dem Trimmer R 6 die Anzeige des ELV-Profilux 2000 auf den entsprechenden Wert eingestellt wird. Zu beachten ist hierbei, daß die spektrale Zusammensetzung der Referenzlichtquelle als auch die relative spektrale Empfindlichkeit des Vergleichsluxmessers den Anforderungen entsprechen, d. h., daß der Bewertungsfilter im Vergleichsluxmesser dem Kurvenverlauf des menschlichen Auges angepaßt sein muß (ansonsten können sich extreme Abgleichfehler ergeben).

Als zweite Möglichkeit bieten wir unseren Lesern die Möglichkeit an, einen bereits ausgemessenen Lichtsensor direkt von ELV zu beziehen, bei dem die Angabe der einzustellenden Referenzspannung (zwischen den Anschlußpunkten 5 und 6 des IC 1) mitgeliefert wird. Es ist dann lediglich mit einem hochohmigen Voltmeter (mindestens 10 M Ω Eingangswiderstand) diese Spannung zwischen den Anschlußpunkten 5 und 6 des IC 1 zu messen und mit R 6 genau auf den angegebenen Wert einzustellen. Die Kalibrierung ist damit genau und zuverlässig ausgeführt.

Stückliste: ELV-Profilux 2000 Halbleiter

IC1 ICL 7126 R
T1 BC 548
D1 kpl. im Alurohr mit
1 m Anschlußkabel BPW 21

Kondensatoren

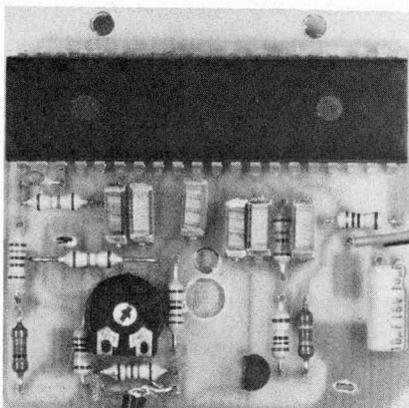
C1 10 μ F/16 V
C2-C5, C7, C8 47 nF
C6 47 pF

Widerstände

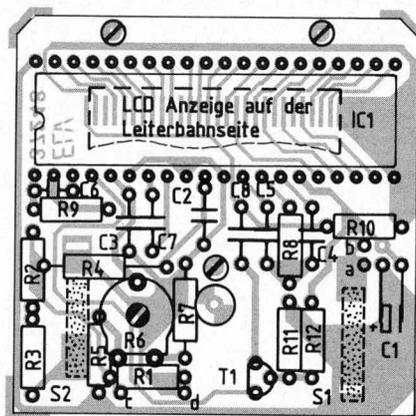
R1 12 k Ω
R2 1,2 k Ω
R3 120 Ω
R4, R8, R9 150 k Ω
R5, R10, R11 1 M Ω
R6 50 k Ω , Trimmer, liegend
R7 27 k Ω
R12 680 k Ω

Sonstiges

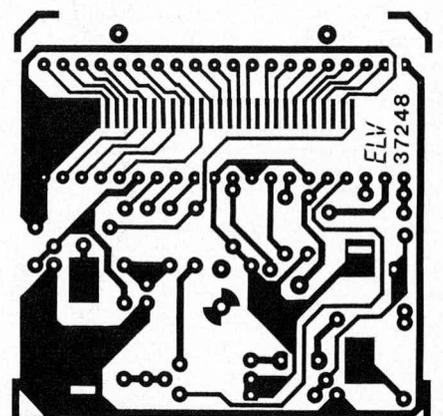
1 9V-Batterieclip
1 3 $\frac{1}{2}$ stellige LCD-Anzeige, einseitig kontaktiert
1 Leitgummi
2 Federmetallstreifen



Ansicht der fertig bestückten Platine des ELV-Profilux 2000



Bestückungsseite der Platine des ELV-Profilux 2000



Leiterbahnseite der Platine des ELV-Profilux 2000