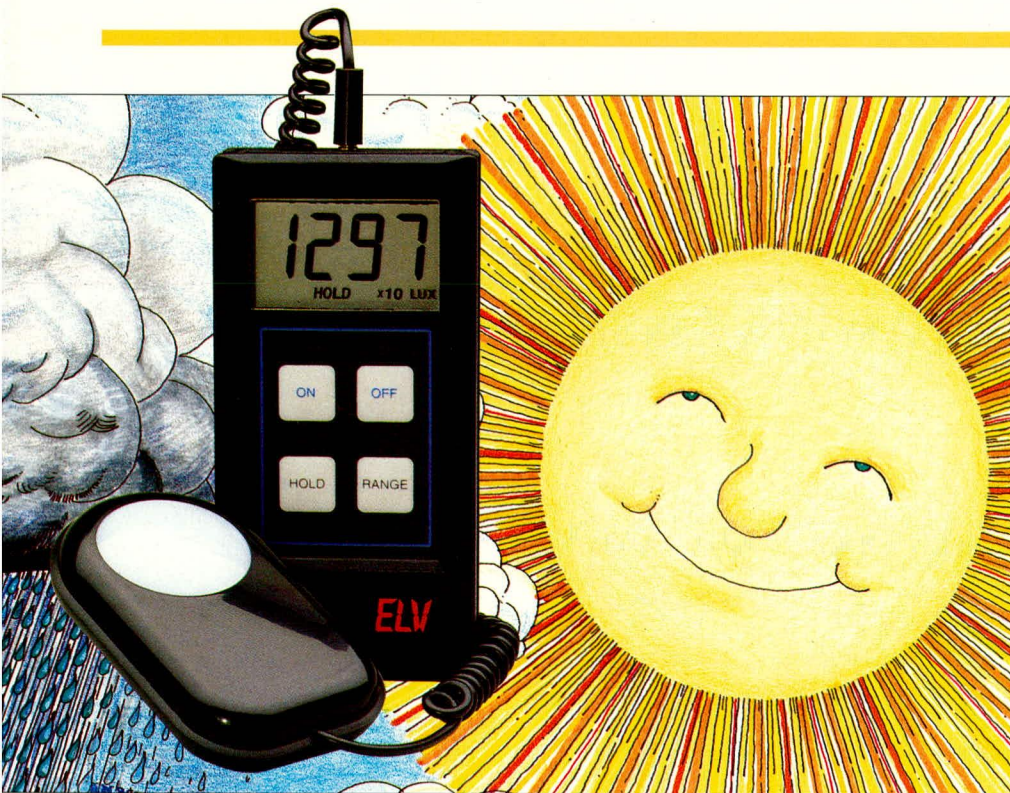




Präzisions-Digital-Luxmeter LM 200

Helligkeitsmessungen in einem riesigen Bereich von 0,1 Lux bis 200.000 Lux ermöglicht dieser neue, professionelle Beleuchtungsstärkemesser.

Allgemeines

In weiten Bereichen der Technik, im beruflichen Alltag und auch im privaten Bereich ist die zuverlässige und genaue Messung der Helligkeit erforderlich. Die richtige und insbesondere ausreichende Beleuchtung ist nicht nur wichtig für Ar-

chitekten, Bauingenieure, Designer, Raumgestalter, Lichtplaner, Fotografen und Künstler, sondern genauso für den privaten Bereich, da man hier einen wesentlichen Teil seiner Zeit verbringt.

Für die verschiedenen Arbeiten und die unterschiedlichen Räume 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.

Ohne geeignete Meßgeräte ist eine Beurteilung der Helligkeit 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 2.000 Lux günstig - je nach Tätigkeitsmerkmal.

In den Tabellen 1 und 2 sind einige Beispiele für die Beleuchtungsstärke angegeben. Wie man daraus ersieht, ist der in der Natur vorkommende Helligkeitsbereich extrem groß. Daß die Empfindlichkeit des menschlichen Auges keineswegs linear ist, kommt dieser Tatsache sehr entgegen.

Wird z. B. die Beleuchtungsstärke um 100 % erhöht (also verdoppelt), so wäre unsere subjektive Empfindung der Art, 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 vorstehenden Gegebenheiten heraus, resultieren an ein entsprechendes Meßgerät völlig andere Genauigkeitsanforderungen. Eine Toleranz von 1 % könnte man schlicht als wahren Unsinn bezeichnen, sehen wir doch erst Unterschiede in der Größenordnung von - 50 bzw. +100 %. Zwar ist es technisch kein Problem und auch mit dem LM 200 möglich, in bestimmten genau definierten spektralen Bereichen reproduzierbare Meßergebnisse mit Abweichungen unterhalb 1 % zu erreichen, jedoch sieht die praktische Meßtechnik ganz anders aus, zumindest in den Bereichen, in denen es auf die richtige Beleuchtung im menschlichen Arbeits- und Wohnbereich ankommt.

Der für den Menschen sichtbare Bereich des Lichtes erstreckt sich über die Regenbogenfarben, angefangen vom Rot bis hin zum Blau. Unterhalb vom Rot liegt der Infrarotbereich. Hier besitzen fast alle handelsüblichen Fotodioden ihre größte Empfindlichkeit und sind daher zur Messung von Beleuchtungsstärken völlig ungeeignet. Oberhalb vom Blau schließt sich der Ultraviolett-Bereich an, der für die Bräunung der Haut verantwortlich ist und den besonders Pflanzen für ihr Wachstum benötigen. Jedoch auch in dem für das menschliche Auge sichtbaren Bereich ist die Empfindlichkeit des Auges unterschiedlich und besitzt in der Mitte zwischen rot und blau ein Maximum.

Für eine möglichst objektive Beurtei-

Tabelle 1: Beispiele für Beleuchtungsstärke (ca. Werte)

Sternenlicht	
(klare Neumondnacht)	< 0,1 Lux
Vollmondnacht	0,3 Lux
Kerzenlicht (1m 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 2: 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, Wohnzimmer,	
Hausarbeits-, Warteraum.	250 Lux
Essen-, Küchen- und	
Hobbyarbeiten, Büro-,	
Labor- und Praxisarbeiten	500 Lux
Lesen, Schreiben, Schul- und	
Handarbeiten, Basteln, Kosmetik...	750 Lux
Techn. Zeichnen, Präzisionsarbeiten,	
genaues Prüfen (Messen, Dia-	
gnostizieren), Sammeln (Briefmarken,	
Münzen), Farben beurteilen.	1000 Lux

lung der Beleuchtungsstärke bietet es sich an, die Empfindlichkeitskurve des Sensorelementes derjenigen des menschlichen Auges möglichst gut anzupassen. Dies ist mit der speziellen Fotodiode des Typs BPW 21 mit integriertem Bewertungsfiler realisiert worden, wobei die zweite Forderung zur Überstreichung eines möglichst großen Helligkeitsbereiches in nahezu optimaler Weise realisiert werden konnte.

Aufgrund des hochwertigen Sensorelementes in Verbindung mit der optimierten Auswertelektronik sind mit dem hier vorgestellten Beleuchtungsstärkemesser LM 200 sehr hohe Meßgenauigkeiten mit Abweichungen von wenigen Prozent erreichbar, obwohl selbst 10 % selbst für hohe Anforderungen im allgemeinen durchaus vertretbar wären.

Mit der hier vorgestellten Schaltung kann der Elektroniker ein professionell arbeitendes und dabei günstig aufzubauendes Beleuchtungsstärkemeßgerät erstellen, womit nun überall die Beleuchtungsstärke auf ihre optimalen Werte hin überprüfbar ist. Auf diese Weise kann Energie gespart (große Helligkeit benötigt viel Energie) und die Augen geschont werden.

Bedienung und Funktion

Der Anzeigebereich des Präzisions-Digital-Luxmeters LM 200 erstreckt sich von 0,1 lx bis hin zu 200.000 lx (lx = Lux). Durch diesen riesigen Meßbereichsumfang können selbst extreme Beleuchtungsverhältnisse zuverlässig erfaßt werden.

Die Bedienung des Gerätes erfolgt über die auf der Frontseite zugängliche wassergeschützte Folientastatur. Die Prägetasten besitzen eine taktile Rückmeldung zur angenehmen Bedienung.

Ein kurzer Druck auf die ON-Taste schaltet das Gerät ein, während die OFF-Taste zum Ausschalten dient.

Über die Range-Taste wird der Meßbereich ausgewählt. Es stehen insgesamt 4 Bereiche zur Verfügung:

0 bis 200 lx, 0 bis 2000 lx, 0 bis 20 klx und 0 bis 200 klx. Im kleinsten Meßbereich beträgt die Auflösung 0,1 lx (!).

Ein Druck auf die Hold-Taste speichert den aktuellen Meßwert auf der Anzeige. Eine weitere Betätigung gibt die Anzeige wieder für aktuelle Meßwerte frei.

Das Handmeßgerät und die Fühlereinheit sind mit einem flexiblen Spiralkabel miteinander fest verbunden. Für die Filterscheibe der Fühlereinheit ist im Lieferumfang eine Schutzkappe enthalten. Zur Stromversorgung dient eine handelsübliche 9V-Blockbatterie. Bei dem geringen Stromverbrauch von nur 3 mA ergibt sich eine Betriebszeit von rund 150 Stunden mit einer Alkali-Mangan-Batterie.

Ein erforderlicher Batteriewechsel wird im Display durch die Anzeige „Bat“ angezeigt, wobei dann im allgemeinen noch einige Betriebsstunden möglich sind.

Schaltung

Abbildung 1 zeigt die Schaltung des Präzisions-Digital-Luxmeters LM 200. Wesentlicher Bestandteil der Schaltung ist der mit IC 3 bezeichnete monolithische CMOS-AD-Wandler des Typs MAX136. Alle aktiven Komponenten wie BCD-7-Segment-Decodierer, Treiberstufen für das LC-Display, Referenzspannungs- und Takterzeugung sind auf einem Chip realisiert. In Verbindung mit den externen Bauelementen R 21, 22 sowie C 6 bis C 9 werden durch die internen Oszillator- bzw. Integrationsstufen die Zeitabläufe und Taktfrequenzen vorgegeben.

Der Meßeingang des IC 3 ist als Differenzeingang (IN+, IN-) ausgeführt. IC 3 ist so beschaltet, daß die interne Referenzspannung genutzt wird. Hierdurch ergibt sich im eingeschalteten Zustand zwischen den Anschlußpins V+ (Pin 35) und dem COMM-Anschluß (Pin 32) eine Spannung von typ. 2,8 V (2,6 V bis 3,2 V). Der gesamte Analogzweig des LM 200, bestehend aus IC 1, IC 2 sowie dem Schaltungsteil um die Trimmer R 10 und R 14, wird mit dieser von IC 3 generierten Spannung betrieben.

An Pin 1 des als Puffer geschalteten Operationsverstärkers IC 1 A liegt die durch R 2, 3 vorgegebene Bezugsspannung für den Meßverstärker IC 1 B an. In Verbindung mit den im Gegenkoppelzweig liegenden Widerständen R 4 bis R 8 sowie dem Meßbereichsumschalter IC 2 bildet IC 1 B eine stromgesteuerte Spannungsquelle. Hierdurch wird der über die Fotodiode D 1 erzeugte Fotostrom an den Eingängen Pin 5 und Pin 6 des IC 1 B durch die Widerstände R 4 bis R 8 in eine dem Fotostrom proportionale Spannung am Ausgang des IC 1 B (Pin 7) umgewandelt. Je nach Lichtstärke wird über den Bereichsumschalter IC 2 der entsprechende Widerstand zwischen Pin 7 und Pin 6 des IC 1 B geschaltet.

Die Ausgangsspannung des Meßverstärkers gelangt über den mit R 9 und C 3 aufgebauten Tiefpaß auf den nicht-invertierenden Eingang (Pin 31) des IC 3.

Die Bezugsspannung des Differenzeingangs am invertierenden Eingang (Pin 30) wird über den Widerstandsteiler, bestehend aus R 10 bis R 13, vorgegeben. Der Trimmer R 10 dient hierbei zur Einstellung des Nullpunktes (Offset). C 4 dient zur Störunterdrückung.

Über die Widerstände R 15 bis R 17 sowie den Trimmer R 14 wird die Referenzspannung (Skala) des AD-Wandlers

IC 3 eingestellt, wobei auch hier ein Kondensator (C 5) zur Störunterdrückung dient. Damit ist der gesamte Analogzweig des LM 200 bereits beschrieben, und wir wenden und der Bedienlogik zu.

Über die Kippstufe, aufgebaut mit den CMOS-Invertern IC 4 A, B in Verbindung mit dem elektronischen Schalter IC 6 B, wird das Gerät ein- bzw. ausgeschaltet. In der eingezeichneten Stellung, die dem eingeschalteten Zustand entspricht, führt der Ausgang IC 4 B (Pin 4) Low-Pegel. Durch die Rückführung über den Widerstand R 28 wird der jeweilige Schaltzustand gehalten.

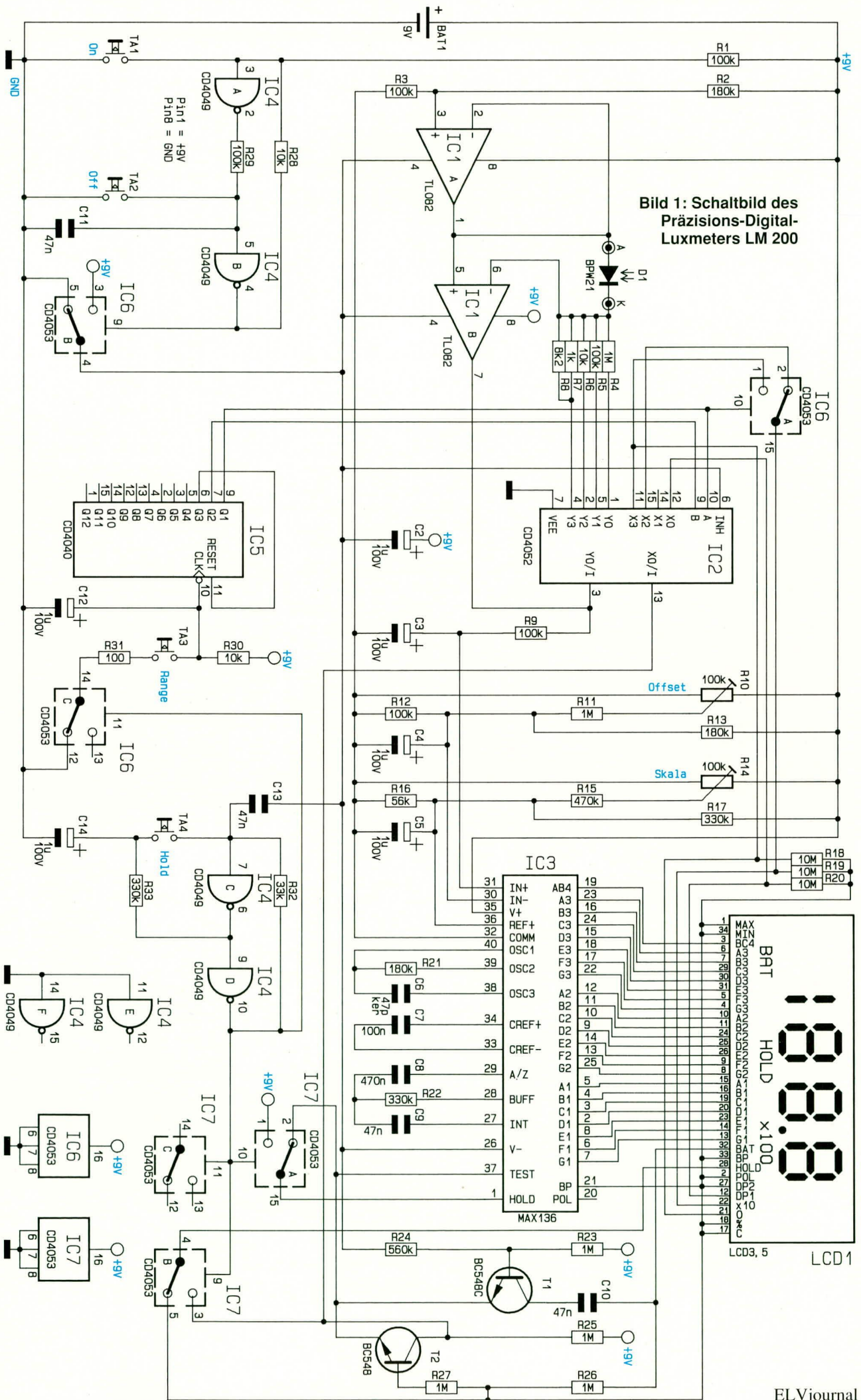
Ein Druck auf die Taste „OFF“ schaltet das Gerät aus. Ein über den Taster TA 2 (OFF) vorgegebener Low-Pegel am Eingang des IC 4 B läßt die gesamten Pegelzustände der Kippstufe wechseln, wodurch das Gerät ausgeschaltet ist.

Die Umschaltung der 4 Meßbereiche ist durch den Taster TA 3 in Verbindung mit dem Binärzähler IC 5 realisiert. Durch die Verbindung des Reset-Einganges mit dem Ausgang Q 3 wird der Zähler automatisch beim Überschreiten des Zählerstandes 4 (entsprechend den 4 Meßbereichen) zurückgesetzt.

Die Zählerausgänge Q 1 und Q 2 sind direkt mit den Steuereingängen A und B des IC 2 verbunden. Beim Meßbereichsschalter IC 2 handelt es sich um einen Doppel-4-Kanal-Multiplexer, bei dem beide Multiplexer gleichzeitig schalten.

Wie bereits beschrieben, erfolgt über den Multiplexer Y0 die eigentliche Bereichsumschaltung des Meßverstärkers. Über den zweiten Multiplexer wird die Displayanzeige entsprechend den Meßbereichen umgeschaltet. Es werden der Dezimalpunkt sowie die Anzeige „x10“ und „x100“ je nach Erfordernis aktiviert. Für die komplette Steuerung dient zusätzlich noch der CMOS-Schalter IC 6 A. Diese 3 Display-Anzeigen werden im ausgeschalteten Zustand durch die Widerstände R 18 bis R 20 mit dem Backplane-Signal des IC 3 C (Pin 21) verbunden, d. h. die Anzeigen sind nicht sichtbar.

Durch den Transistor T 2 in Verbindung mit dem Basiswiderstand R 27 sowie dem Kollektor-Widerstand R 25 wird ein zum Backplane-Signal um 180° verschobenes Steuersignal erzeugt. Zur Aktivierung einer Displayanzeige werden nun die entsprechenden Displayanschlüsse mit dem IC 2 sowie IC 6 A auf dieses Ansteuersignal geschaltet. Die Batterie-Unterspannungsanzeige „Bat“ ist mit T 1 in Verbindung mit R 23, 24, 26 sowie C 10 realisiert. Die Basis von T 1 wird über den Spannungsteiler R 23, 24 mit der Batteriespannung verbunden, während der Emitter auf der internen digitalen Referenzspannung „Test“ liegt. Sobald keine ausreichende



Batteriespannung mehr zur Verfügung steht, schaltet T 1 durch, und es entsteht in Verbindung mit dem Tiefpaß R 26, C 10 eine Phasenverschiebung des Steuersignals für die Bat-Anzeige zum Backplane-Signal - die Unterspannungsanzeige erscheint im Display. Die Ausführung der Hold-Funktion, d. h. das „Einfrieren“ der Anzeige, wird vom IC 3 durchgeführt. Die Aktivierung dieses Betriebszustandes übernimmt der CMOS-Schalter IC 7 C, indem er die IC-Anschlüsse Hold (Pin 1) und Test (Pin 37) miteinander verbindet.

Die Ansteuerung dieser Funktion wird mit IC 4 und Zusatzbeschaltung vorgenommen. Der Kondensator C 13 sorgt im Einschaltmoment für einen definierten Zustand. Die Displayanzeige „Hold“ wird durch den CMOS-Schalter IC 7 A aktiviert. Der weitere CMOS-Schalter IC 6 C im Tasterkreis der Bereichsumschaltung (Range) verhindert im Betriebsmodus „Hold“ ein Umschalten des Meßbereiches, wodurch eine Verfälschung des Meßergebnisses durch falsche Display-Anzeigen unterbunden wird.

Damit ist die Schaltungsbeschreibung des LM 200 abgeschlossen, und wir können uns im folgenden mit dem Nachbau und der Inbetriebnahme befassen.

Nachbau

Der Aufbau des LM 200 gestaltet sich recht einfach und ist innerhalb kurzer Zeit fertiggestellt.

Die komplette Schaltung einschließlich LC-Display findet auf einer 99 mm x 66 mm messenden, doppelseitig durchkontaktierten Leiterplatte Platz.

Zuerst werden anhand des Bestückungsplanes und der Stückliste die passiven Bauelemente wie Kondensatoren, Widerstände und Trimmer eingelötet, gefolgt von den aktiven Komponenten einschließlich des AD-Wandlers.

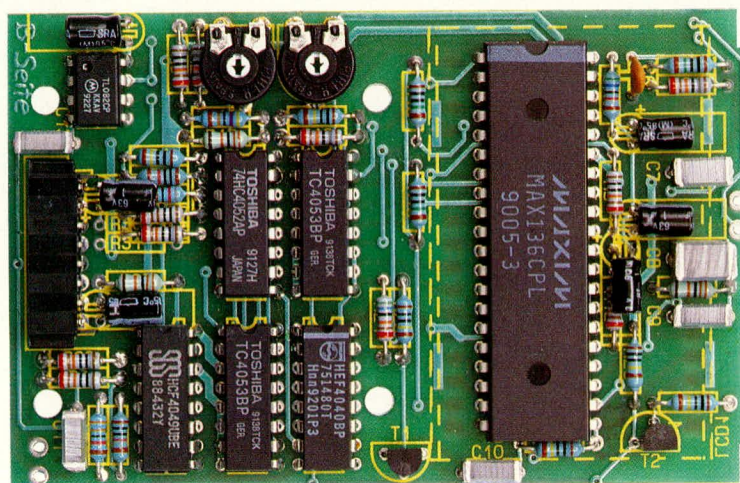
Aufgrund der recht knappen Platzverhältnisse sind die Widerstände R 5 und R 7 auf der Leiterbahnseite einzulöten. Ferner sind sämtliche Elkos liegend einzubauen, wobei C 4 über den Widerstand R 12 und C 12 über R 6/R 8 (siehe auch Platinenfoto) anzuordnen sind.

Als dann wird die Fühlereinheit, beste-

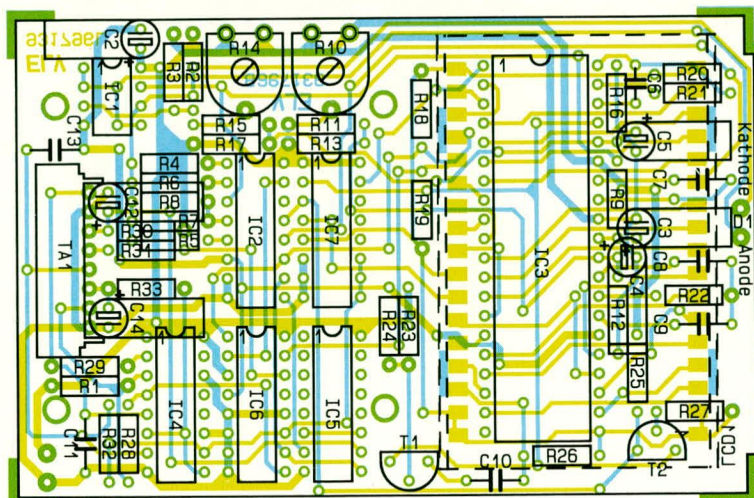


Trägerplatte der Fotodiode BPW 21

Fertig aufgebaute Leiterplatte des Luxmeters LM 200



Bestückungsplan der 99 x 66 mm messenden Hauptplatte. Die Widerstände R 5 und R 7 werden auf der Leiterbahnseite eingelötet.



Stückliste: Präzisions-Digital-Luxmeter

Widerstände:

100Ω	R31
1kΩ	R7
8,2kΩ	R8
10kΩ	R6, R28, R30
33kΩ	R32
56kΩ	R16
100kΩ	R1, R3, R5, R9, R12, R29
180kΩ	R2, R13, R21
330kΩ	R17, R22, R33
470kΩ	R15
560kΩ	R24
1MΩ	R4, R11, R23, R25-R27
10MΩ	R18-R20
Trimmer PT10	liegend
100kΩ	R10, R14

Kondensatoren:

47pF	C6
47nF	C9-C11, C13
100nF	C7
470nF	C8
1µF/100V	C2-C5, C12, C14

Halbleiter:

MAX136	IC3
TL082	IC1
CD4040	IC5
CD4049	IC4
CD4052	IC2
CD4053	IC6, IC7
BC548	T1, T2
BPW21	D1

Sonstiges:

Folientastatur	TA1-TA4
1 LC-Display	
2 Leitgummis	
1 Batterie-Clip für 9V-Block-Batterie	
1 ANP-Steckerleiste	
1 Profi-Handgehäuseoberteil	
1 Profi-Handgehäuseunterteil	
1 Halterahmen für LCD-Display	
1 Distanzrahmen für das Display	
1 Steckerplättchen	
1 Batteriefachdeckel	
1 Plexiglasscheibe klar	
1 Schutzkappe für Fühlergehäuse	
1 Sensor-Gehäuseunterteil	
1 Sensor-Gehäuseoberteil	
1 Streulichtscheibe	
1 Spiralkabel	
2 Kabelbinder 90mm	
1 Knippingschraube 2,2 x 9,5mm	
1 Knippingschraube 2,9 x 9,5mm	
1 Knippingschraube 2,2 x 6,5mm	
2 Knippingschrauben 2,2 x 12,5mm	
4 Knippingschrauben Senkkopf 2,2 x 6,5mm	

hend aus dem Fühlergehäuse, der Streulichtscheibe, der kleinen Trägerplatine für die Fotodiode sowie dem Anschlußkabel und der Fotodiode, selbst vorgefertigt. Dazu wird die Trägerplatine mit der Fotodiode bestückt. Im eingebauten Zustand liegt die Fotodiode direkt auf der kleinen Leiterplatte auf. Danach wird die Spiral-Zuleitung an einem Ende auf 20 mm Länge von der äußeren Ummantelung befreit, die rote und weiße Innenader auf ca. 5 mm abisoliert und in die Leiterplatte eingelötet.

An dem mit „K“ (Katode) bezeichneten Lötunkt wird die rote Leitung und an „A“ (Anode) die weiße Ader angelötet. Nach dem Verschrauben der Leiterplatte mit der 2,2 x 6,5 mm Knippingschraube wird die Anschlußleitung durch die zur Zugentlastung dienenden Kunststoffzapfen geführt und zusätzlich mit einem Kabelbinder gesichert (siehe auch Foto).

Die Oberschale mit der zuvor eingelegeten Streulichtscheibe wird aufgesetzt und von unten mittels 2 Knippingschrauben festgezogen. Damit ist die Fühlereinheit soweit vorbereitet, und wir können mit dem Aufbau der Hauptplatine fortfahren.

Nachdem hier alle aktiven und passiven Bauelemente und auch der Batterieclip sowie der Sockel für die Folientastatur eingelötet sind, wenden wir uns der Montage des LC-Displays zu.

Das Display wird auf der Leiterbahnseite der Platine montiert. Hierzu setzen wir das eigentliche Display in den Kunststoffträherrahmen ein, der mit der Stirnfläche auf der Arbeitsunterlage liegt (die 4 Befestigungszapfen weisen nach oben).

Auf der Rückseite des Displays folgt nun der zweite Kunststoffrahmen mit den Aussparungen für die Leitgummis. Anschließend werden die Leitgummis selbst eingesetzt.

Auf die so vorbereitete LC-Display-Einheit ist nun die vormontierte Leiterplatte mit der Leiterbahnseite voran aufzulegen. Dabei ist sicherzustellen, daß die Kontaktflächen der Leitgummis und der Leiterplatte sauber und fettfrei sind. Gegebenenfalls nimmt man eine Reinigung mit einem fusselfreien Tuch und etwas Alkohol vor.

Bevor das LC-Display seine endgültige Position einnimmt, ist noch die Folientastatur sowie der Fühler mit der Hauptplatine zu verbinden.

Zunächst wird die Gehäusestirnplatte auf die Zuleitung der Fühlereinheit aufgeschoben und dann die elektrische Verbindung zwischen Fühler und Hauptplatine hergestellt. Die Aussparungen (5x5 mm) dieser Kunststoffplatte zeigen später zur Gehäuseinnenseite. Bezüglich der Abschirmung der Zuleitung wird an dieser Stelle genau wie bei der Kabelmontage in der Fühlereinheit verfahren. Schließlich wird die rote Innenader an den Lötstützpunkt „K“ und

die weiße Innenader an „A“ angelötet.

Die Anschlußleitung der Folientastatur ist in den vorgesehenen Sockel einzustekken. Damit das Display sichtbar ist, wird nun die vormontierte Leiterplatte zusammen mit dem Display umgedreht. Nachdem die 9V-Blockbatterie angeschlossen ist, wird das LM 200 für einen ersten Funktionstest eingeschaltet.

Durch leichtes Drücken der Displayeinheit gegen die Leiterplatte müssen die entsprechenden Segmente erscheinen. Es sollten auch die Anzeigefunktionen „Hold, x10, x100“ und der Dezimalpunkt überprüft werden, indem das Luxmeter in die entsprechende Funktion geschaltet wird. Ist die Überprüfung zufriedenstellend verlaufen, folgt die Endmontage des Displays. Das wieder ausgeschaltete Gerät wird vorsichtig zusammen mit dem aufgelegten Display umgedreht, so daß die Leiterplatte wieder nach oben weist. Mit einem nicht zu heißen LötKolben sind die 4 auf der Bestückungsseite der Leiterplatte hervorstehenden Kunststoffzapfen des Displayrahmens so zu verformen, daß sich zwischen Display und Leiterplatte eine einwandfreie mechanische Verbindung ergibt. Bei diesem Vorgang wird die Leiterplatte fest auf die Displayeinheit gedrückt, bis die Kunststoffzapfen wieder abgekühlt sind und eine feste Verbindung gewährleisten. Vor der Endmontage und dem Gehäuseeinbau folgt nun der Abgleich.

Abgleich

Im ersten Schritt wird mit dem Trimmer R 10 der Nullpunkt eingestellt. Hierzu ist die Schutzkappe auf die Fühlereinheit aufzusetzen, damit kein Licht mehr auf den Sensor treffen kann. Als dann ist das LM 200 in den empfindlichsten Meßbereich zu schalten und mit dem Trimmer R 10 die Anzeige auf 00.0 lx einzustellen.

Im nächsten Schritt wird mit dem Trimmer R 14 der Skalenfaktor eingestellt. Hierzu gibt es 2 verschiedene Möglichkeiten:

Besonders einfach ist der Abgleich durch den bereits ausgemessenen Helligkeitsfühler, der jedem LM 200-Bausatz beiliegt. In einer Kalibrierkammer wurde bei genau definierter Lichtstärke jeder Sensor exakt ausgemessen und mit einem individuellen Referenzspannungswert versehen. Dieser, dem Sensor beiliegende Spannungswert, ist dann als Referenzspannung mit dem Trimmer R 14 einzustellen.

Hierzu ist mit einem hochohmigen Voltmeter (mindestens 10 M Ω Eingangswiderstand) die Referenzspannung des IC 3 zwischen den Anschlußpunkten 32 und 36 zu messen und mit R 14 genau auf den angegebenen Wert einzustellen. Damit ist die Kalibrierung genau und zuverlässig ausgeführt.

Als zweite Möglichkeit kann ein Abgleich in konventioneller Weise mittels einer Referenzlichtquelle und einem Vergleichsluxmesser mit hinreichender Präzision vorgenommen werden. Die Beleuchtungsstärke sollte dabei im oberen Viertel eines Meßbereiches des LM 200 liegen. Mit dem Trimmer R 14 wird die Anzeige auf den gemessenen, von der Lichtquelle erzeugten Wert eingestellt. Zu beachten ist hierbei, daß die spektrale Zusammensetzung der Referenzlichtquelle als auch die relative spektrale Empfindlichkeit des Vergleichsluxmessers den Anforderungen entsprechen müssen, d. h. das Bewertungsfilter im Vergleichsluxmesser muß der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen Auges angepaßt sein, ansonsten können erhebliche Abgleichfehler auftreten. Der vorstehend beschriebene zweite Abgleichweg kann auch zur Überprüfung bzw. zur Nachkalibrierung dienen.

Gehäuseeinbau

Die Folientastatur ist wieder aus dem Stecksockel der Leiterplatte herauszuziehen und auf der Oberseite der Fronthalbschale des Gehäuses aufzukleben. Hierzu wird als erstes der Klebeschutz auf der Rückseite der Tastatur abgezogen, die Anschlußfahne durch die betreffende Gehäuseaussparung geführt und die Folientastatur an korrekter Position fest auf die Gehäusehalbschale aufgedrückt. Diese sollte sauber und fettfrei sein.

Als dann wird die Zuleitung der Fühlereinheit 2 mm vor dem Ende der äußeren Ummantelung mit dem beigelegtem Kabelbinder umschlossen und das überstehende Kabelbinderende abgeschnitten. Hierdurch ist eine wirksame Zugentlastung gegeben.

In die mit der Folientastatur versehene Gehäusehalbschale ist nun die Leiterplatte zusammen mit der kleinen Gehäusestirnplatte (17 mm x 54 mm großer Kunststoffeinsatz) einzusetzen und mittels vier 2,2 mm x 6,5 mm Knipping-Senkkopfschrauben an den vorgegebenen Gehäusezapfen anzuschrauben.

Nachdem die Folientastatur wieder in den vorgesehenen Stecksockel eingesteckt ist und die Batterieanschlußleitung in der entsprechenden Gehäuseaussparung der Fronthalbschale liegt, wird das Gehäuse durch Aufsetzen der hinteren Halbschale verschlossen. Zunächst ist dazu die Gehäusehalbschale in die Gehäusestirnplatte einzurasten und dann durch zwei 2,2 mm x 12, 5 mm Knippingschrauben unter dem Batteriefachdeckel mit der Fronthalbschale zu verschrauben.

Zum Abschluß wird die 9V-Blockbatterie eingesetzt und das Batteriefach verschlossen.