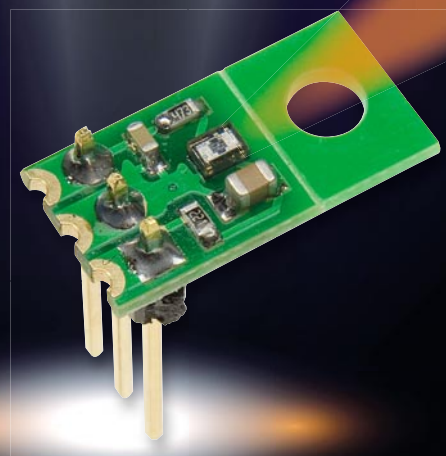


Cadmium-Ersatz – Umgebungslichtsensor ULS 101

Der hochintegrierte Lichtsensor dient als Ersatz für die wegen ihres Schadstoffgehaltes nicht mehr zugelassenen lichtempfindlichen Widerstände (LDR) und ist speziell für die Messung von Umgebungslicht ausgelegt. Die integrierte Elektronik sorgt dafür, dass die Ausgangsspannung logarithmisch zur Umgebungshelligkeit ist. Ein praktisch realisiertes Einsatzbeispiel ergänzt die Vorstellung des Sensors.

Abschied von einem alten Bekannten

Umgebungslichtsensoren werden z. B. in Dämmerungsschaltern, Belichtungsmessgeräten und auch zur Helligkeitsabhängigen Steuerung von Anzeigen eingesetzt. Wie der Name schon sagt, sind diese Sensoren speziell für die Messung von sichtbarem Licht (Umgebungslicht) ausgelegt. Idealerweise sollte der Spektralbereich dem des menschlichen Auges entsprechen. Da unser Auge kein Infrarotlicht wahrnehmen kann, darf diese Wellenlänge bei der Messung von Umgebungslicht nicht berücksichtigt werden. Für solche Anwendungen haben sich lichtempfindliche Widerstände, kurz LDR (Light Dependent Resistor), bewährt. Sicher kennt jeder, der sich mit Elektronik beschäftigt, diese seit Jahrzehnten erhältlichen kleinen Sensoren. Bild 1 zeigt einen solchen Sensor in einer typischen Anwendung in einem Bewegungsmelder. In Bezug auf

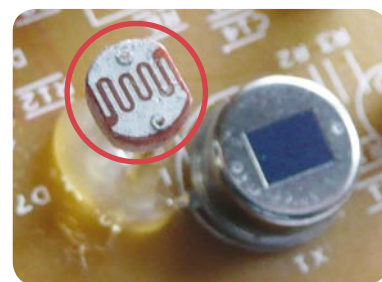


Bild 1: Universal-Bauteil für die Erfassung der Umgebungshelligkeit – der lichtabhängige Widerstand LDR

ihre Funktionalität waren diese Bauelemente nahezu unschlagbar – sie weisen eine der Farbempfindlichkeit des menschlichen Auges fast identische Farbempfindlichkeitskurve (Kennlinie) auf und verändern je nach Lichtintensität ihren elektrischen Widerstand.

LDRs verhalten sich also wie Widerstände und sind dank dieser Eigenschaft besonders einfach in elektronische Schaltungen zu integrieren. Nur leider neigt sich die Ära der LDRs langsam dem Ende zu. Grund hierfür sind die im LDR verwendeten Materialien wie z. B. Cadmiumselenid und Cadmiumsulfid, diese Stoff-

Daten

Spannungsversorgung:	3–5 V _{DC}
Stromaufnahme:	0,5 mA
Ausgangsspannung:	0,2 V bis (UB- 0,2 V)
Abmessungen (Platine):	15,5 x 8 mm

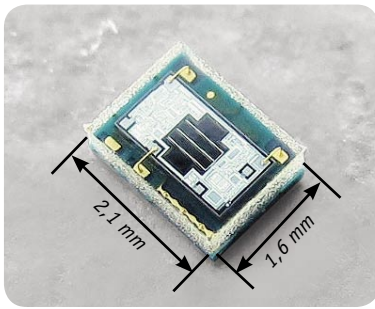


Bild 2: Großaufnahme des Sensors – dieser ist nur 2,1 x 1,6 mm groß!

fe sind für Mensch und Umwelt schädlich bzw. giftig. Eine EU-Verordnung schreibt vor, dass für Neuentwicklungen keine LDRs mit diesen Inhaltsstoffen mehr verwendet werden dürfen – das Aus für den LDR in der herkömmlichen Bauform. Es muss also ein Ersatz für das beliebte Bauelement gefunden werden.

Infrarotdioden und -transistoren sind zwar „Stand der Technik“, doch ihre hohe Empfindlichkeit im Infrarotbereich erfordert spezielle Tageslichtfilter. Ein weiterer Nachteil ist die nichtlineare Kennlinie und der relativ geringe Messstrom, der aufwändige Verstärker notwendig macht. Die Halbleiterhersteller haben dieses Problem erkannt und spezielle Umgebungslightsensoren auf den Markt gebracht.

Einen solchen modernen Sensor mit integrierter Verstärkerelektronik wollen wir hier vorstellen.

Der Sensor

Beim LMSS-101 handelt es sich um einen hochintegrierten Chip, der trotz seiner geringen Größe (Bild 2) einiges zu leisten vermag. Als Aufnehmer dient eine Fotodiode, die in der Mitte des Sensorgehäuses zu erkennen ist. Eine auf dem Chip untergebrachte Elektronik sorgt für die Verstärkung und Aufbereitung des Sensorstroms. Im Blockschaltbild (siehe Elektronikwissen) sind zudem eine interne Spannungsreferenz sowie eine Temperaturkompensation zu sehen, die für stabile Verhältnisse sorgen.

In Bild 3 ist die Kennlinie der spektralen Empfindlichkeit dargestellt. Man erkennt, dass die Kurve des Sensors sehr genau auf die Spektralempfindlichkeit des menschlichen Auges abgestimmt ist. Infrarotanteile (>700 nm) werden weitgehend unterdrückt. Im Diagramm in Bild 4 ist das Verhältnis zwischen Lichtintensität (Lux) und Ausgangsspannung dargestellt. Der Erfassungsbereich ist sehr weit gefasst und erstreckt sich von 0,01 Lux bis ca. 10.000 Lux. Durch diese besondere Eigenschaft ist der Sensor sehr universell einsetzbar.

Wichtig beim Betrieb des Sensors ist die genaue Einhaltung der Betriebsspannungsgrenzen von 3 bis 5 V. Eine Betriebsspannung von mehr als 5 V führt zur Zerstörung der Elektronik.

Schaltung

Für den universellen Einsatz des Sensors in eigenen Schaltungen haben wir für diesen eine kleine Platine entwickelt, die neben dem Sensor selbst noch einige wenige periphere Bauteile enthält. In Bild 5 ist das Schaltbild der Sensorschaltung dargestellt. Hier von ei-

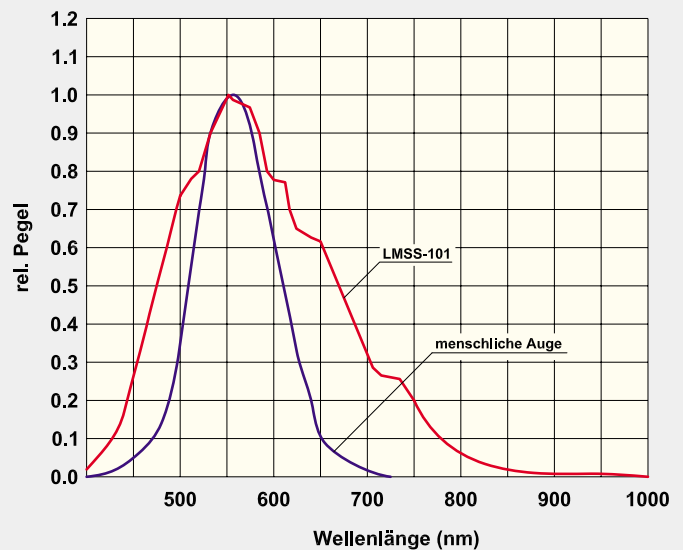


Bild 3: Kennlinie der spektralen Empfindlichkeit des LMSS-101 (rot) im Verhältnis zu der des menschlichen Auges (blau)

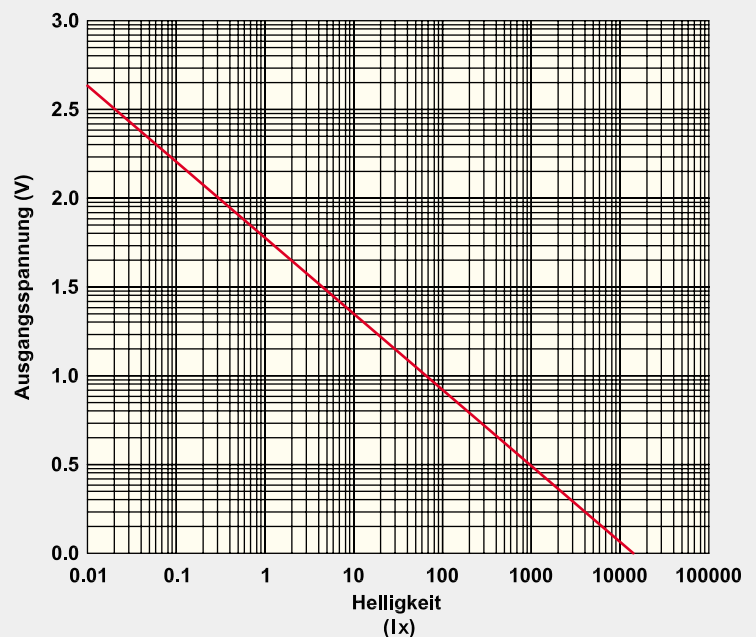


Bild 4: Die Kennlinie des LMSS-101 zum Verhältnis Helligkeit zu Ausgangsspannung der Sensorschaltung

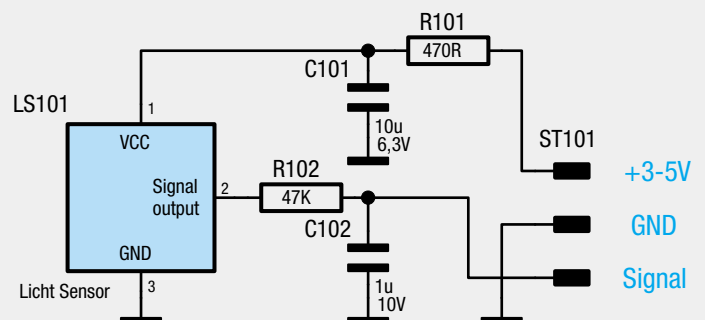


Bild 5: Schaltbild der Sensorschaltung

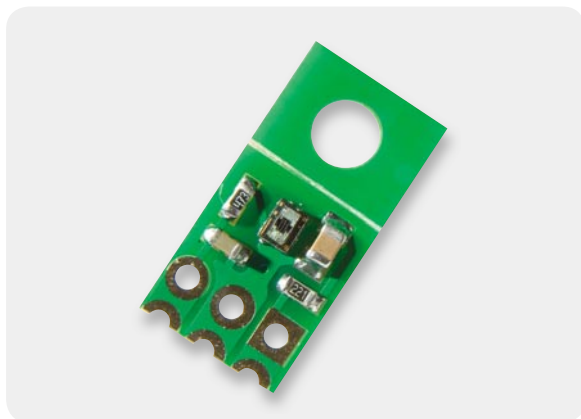


Bild 6: Über einen abtrennbaren Platinenteil ist die Sensorschaltung auch über eine Schraube zu befestigen.

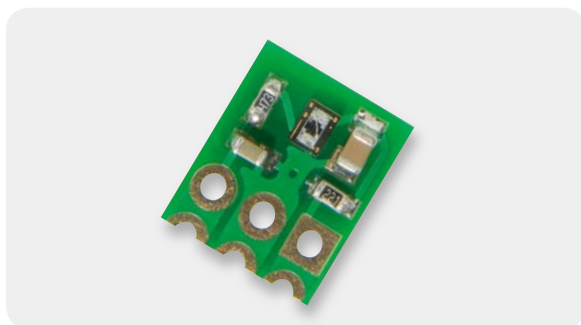


Bild 7: Mit abgetrennter Schraubbefestigungs-Platine entsteht eine sehr kompakte Platine für den Einsatz z. B. in einer Stiftleiste.

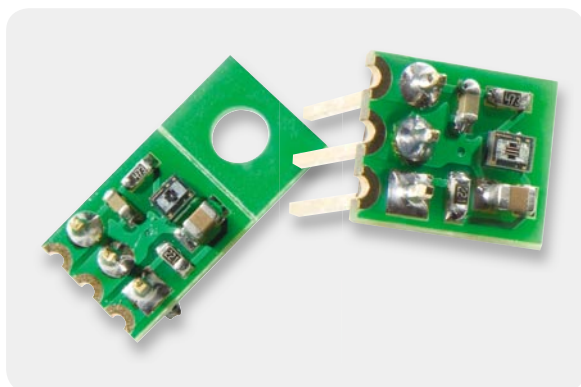


Bild 8: Die Anschlusspunkte sind so ausgeführt, dass sowohl Stiftleisten als auch Anschlussdrähte einsetzbar sind.

ner Schaltung zu reden, ist vielleicht etwas übertrieben, denn im Wesentlichen handelt es sich um den Sensor LS-101 (LMSS-101) selbst sowie einige passive Bauteile. R 101 und C 101 bilden einen Tiefpass, um Störungen auf der Betriebsspannungsleitung zu unterdrücken.

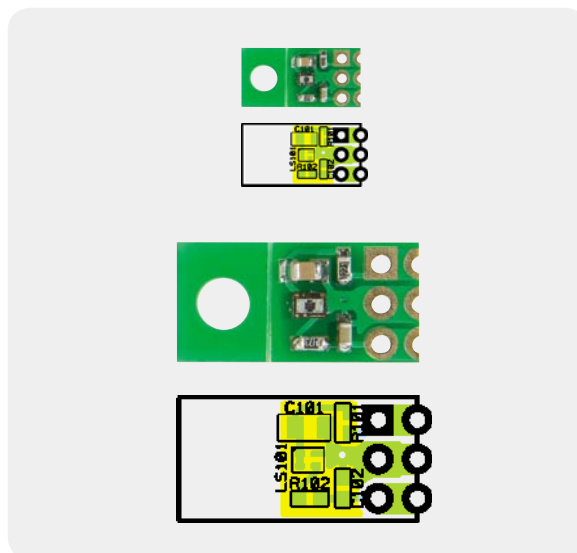
Der zweite, mit R 102 und C 102 gebildete Tiefpass verringert 100-Hz-Überlagerungen auf der Ausgangsspannung, die durch elektrische Beleuchtungen wie z. B. Leuchtstoffröhren hervorgerufen werden. Da diese Lichtquellen im Prinzip im Takt von 100 Hz flackern (fürs menschliche Auge nicht sichtbar), wird dies natürlich auch vom Sensor wahrgenommen und als Wechselspannungsanteil ausgegeben. Diese Überlagerung ist für die Messung der Umgebungshelligkeit nicht erwünscht und muss deshalb herausgefiltert wer-

den, um eine stabile Gleichspannung am Ausgang zu erhalten.

Bereits in dieser Grundsaltung ist eine direkte Ankopplung an Mikroprozessorports, aber auch die Standard-Anwendung an einem aus Operationsverstärkern gebildeten Komparator u. a. möglich.

Nachbau

Bedingt durch die sehr kleinen Abmessungen der SMD-Bauteile, insbesondere des Sensors, sind alle Bauteile vorbestückt. Die Anschlüsse des Sensors befinden sich auf der Unterseite des BGA-Gehäuses, weshalb hier manuelles Lötten nicht möglich ist. Die Platine (siehe Platinenfotos) bietet mehrere Anschluss- und Befestigungsmöglichkeiten. Möchte man die Platine an ihrem Einsatzort mit einer Schraube befestigen, steht hierfür eine Bohrung auf der Platine zur Verfügung. Die Bohrung befindet sich auf einem gesonderten Teil der Platine (Bild 6), die sich auch bei Nichtverwendung von dem Teil, auf dem sich die Sensorelektronik befindet, abbrechen lässt, wodurch sich die Abmessungen der Platine nochmals deutlich verkleinern (Bild 7). Die drei Bohrungen erlauben die Bestückung mit einer Stiftleiste, wie es in Bild 8 für beide Platinenversionen



Ansicht der bestückten Platine des Umgebungslichtsensors ULS 101 mit zugehörigem Bestückungsplan, oben in Originalgröße, unten in doppelter Größe zur besseren Ansicht.

Stückliste

Widerstände:

470 Ω /SMD/0603	R101
47 k Ω /SMD/0603	R102

Kondensatoren:

1 μ F/SMD/0603	C102
10 μ F/SMD/0805	C101

Halbleiter:

LMSS-101	LS101
----------	-------

Sonstiges:

Stiftleiste, 1x 3-polig, 19 mm, gerade, print	ST101
---	-------

zu sehen ist. Die Anschlüsse können auch individuell kontaktiert werden.

Beispielschaltung

Bild 9 zeigt das Schaltbild für ein Anwendungsbeispiel in Form eines einfachen Dämmerungsschalters. Der dazugehörige Lochrasteraufbau ist in Bild 10 dargestellt. Im Schaltbild ist gut zu erkennen, dass die Versorgungsspannung mit einem Spannungsregler auf 5 V stabilisiert wird, denn, wie schon erwähnt, ist nur eine Betriebsspannung bis max. 5 V zulässig. Wenn sichergestellt ist, dass die Spannungsversorgung stabil ist (z. B. Versorgung durch ein stabilisiertes Netzteil) und sich in dem zulässigen Bereich befindet, kann der Spannungsregler entfallen.

Die Ausgangsspannung (Signal) des Sensors wird mit einem Komparator IC 2 ausgewertet. Hierzu wird die Sensorspannung auf den Komparatoreingang (Pin 3) gegeben und mit der Referenzspannung am Eingang (Pin 2) des Komparators verglichen. Die Referenzspannung ist mit dem Spannungsteiler $R_1/R_2/R_3$ festgelegt, wobei R_2 als Trimmer ausgeführt ist, so dass die Schaltschwelle des Dämmerungsschalters einstellbar ist. Je weniger Licht auf den Sensor fällt, desto weiter steigt die Ausgangsspannung an. Wird die Schaltschwelle überschritten, so schaltet der Ausgang des Komparators Pin 1 auf „high“ und der Transistor T 1 schaltet durch.

In unserem Fall wird eine Leuchtdiode (D 1) als Anzeige verwendet. Hier kann natürlich auch ein Relais zum Schalten einer weiteren Last verwendet werden. Der Rückkoppelwiderstand R_4 führt zu einer Mitkopplung, die für eine gewisse Hysterese sorgt, sie verhindert ein undefiniertes Schaltverhalten in der Nähe der Schaltschwelle.

ELV

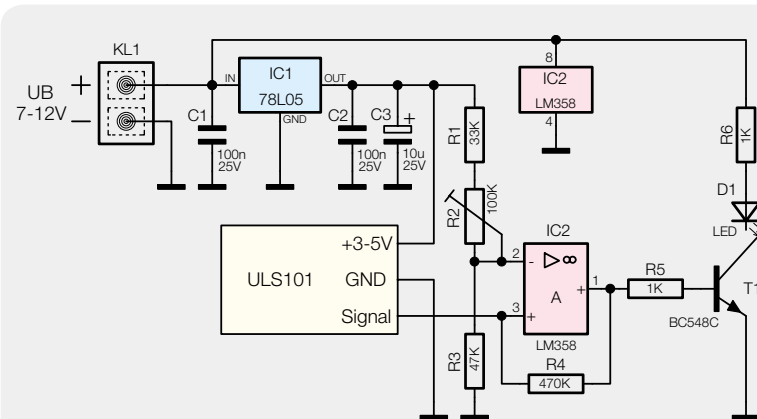


Bild 9: Eine Anwendungsschaltung als Beispiel für den Einsatz des Helligkeitssensors, ein in der Ansprechempfindlichkeit einstellbarer Dämmerungsschalter

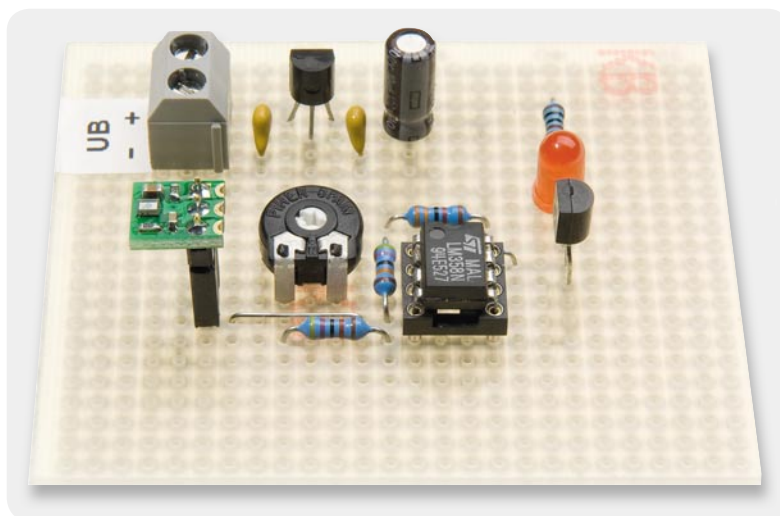


Bild 10: Testaufbau des Dämmerungsschalters auf einer Lochrasterplatine

Lichtsensorms LMSS-101

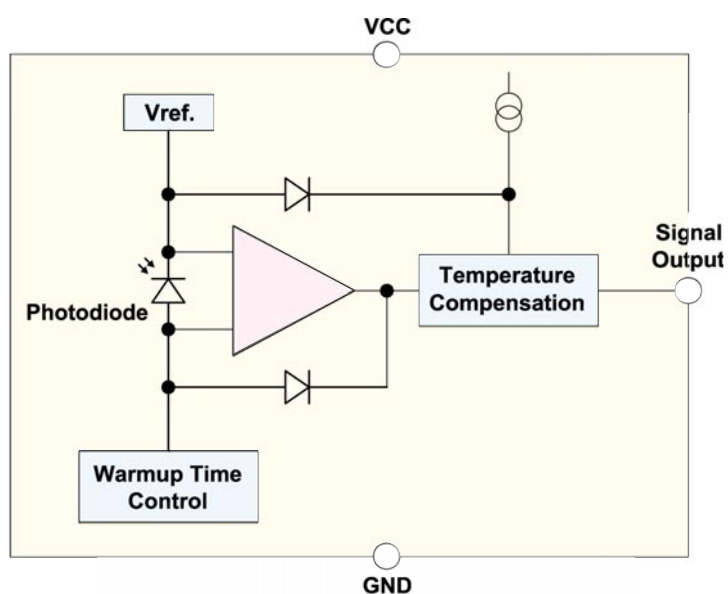
Der Lichtsensor ist universell einsetzbar als Sensor für die Umgebungshelligkeit, mit einem weiten Empfindlichkeitsbereich.

Eine spezielle Optik sorgt dafür, dass UV-Anteile unterdrückt werden, ohne ein zusätzliches Filter einsetzen zu müssen. Damit ist die spektrale Empfindlichkeit der des menschlichen Auges angepasst.

Der Sensor ist, wie die meisten modernen Sensoren, ein intelligentes Bauelement, das heißt, alle zum Betrieb erforderlichen Komponenten sind bereits im Chip integriert und sorgen ohne weitere äußere Beschaltung für einen stabilen Betrieb.

So werden durch die interne Bildung einer stabilen Referenzspannung definierte Verhältnisse bei der Auswertung der Ausgangsspannung der Fotodiode durch den Operationsverstärker sichergestellt. Eine Warmup-Steuerung sorgt nach Zuschalten der Betriebsspannung ebenfalls für stabilen Betrieb nach Erreichen der Betriebsparameter der Schaltung.

Und schließlich wird in den vorgegebenen



Grenzen der technischen Daten (-10 °C bis +80 °C) eine Temperaturdrift der Schaltung durch eine Temperaturkompensation verhindert.