Von Elektor Team
Messtechnik
Artikel

Optischer Tastkopf für Oszilloskope

30. Januar 2020, 00:00 Uhr

Von Alfred Rosenkränzer

Vielleicht erinnern Sie sich an diese Geschichte rund um die Problematik von LED-Lampen, die als Artikel „EMV-Störungen durch LED-Lampen" in Elektor März/April 2018 erschienen ist? Während meiner Messungen der elektromagnetischen Verträglichkeit für diesen Artikel überpüfte ich auch die Helligkeitsschwankungen der Lampen mit doppelter Netzfrequenz (100 Hz) und der Schaltfrequenz ihres Schaltnetzteils.

Flackern

Hierzu baute ich mir damals einen Prototypen eines optischen Tastkopfes auf einer Lochrasterplatine. Einige Zeit später wurden die Leuchtstofflampen in unserem Großraumbüro gegen passende Retrofit-LED-Lampen ausgetauscht. Die von ihnen abgestrahlten Störpegel waren zwar sehr gering, dafür flackerten sie aber merklich mit der Netzfrequenz oder dem Vielfachen davon.

Jeder konnte dies einfach selbst feststellen, da die LC-Displays unserer Büro-Telefone plötzlich zu flackern schienen. Grund war eine Interferenz des Lampenflackerns mit der Update-Rate der Displays. Die meisten Digitalkameras zeigen ebenfalls eine solche Interferenz zwischen einem Lampenflackern und der Bildwiederholfrequenz des Sensors (und des Bildschirms).

Da sich das Lampenflackern auf immer weitere Aufenthaltsbereiche ausbreitete, wollte ich diesem neuen Phänomen moderner Beleuchtung auch da auf den Grund gehen. Dies war Motivation genug, aus dem fliegenden Aufbau des optischen Tastkopfs eine bessere Variante mit Platine, Gehäuse und Kabelanschluss zu machen.

Die Schaltung

Die Schaltung des Tastkopfs (**Bild 1**) ist supersimpel: Die Umwandlung des Lichts in ein elektrisches Signal übernimmt die Fotodiode D5 (bei mir eine BPW34, doch andere Fabrikate tun es auch) zusammen mit dem Opamp IC3a. Die so erzeugte Spannung wird von einem weiteren Opamp (IC3b) noch einmal zehnfach verstärkt. Der 50-Ω-Widerstand R7 dient zur Impedanzanpassung an das am Ausgang angeschlossene Koaxial-Kabel.

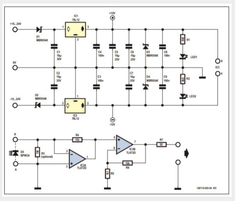

Bild 1. Schaltplan des optischen Tastkopfs.

IC3 ist eine Dual-Opamp-Variante im SO8-Gehäuse, weshalb man auch andere als den angegebenen Typ einsetzen kann. Der hier verwendete schnelle und rauscharme TL072 hat den Vorteil besonders hochohmiger FET-Eingänge. Der Widerstand R3 parallel zur Fotodiode ist optional und hier nicht bestückt.

Die Fotodiode und die Opamps müssen auch versorgt werden. Hierzu dient eine symmetrische und stabilisierte Spannung von ±12 V, die durch die beiden linearen Spannungsregler 78L12 und 79L12 bereitgestellt wird. Für IC1 und IC2 wurde die bedrahtete Version gewählt, um mehr Auswahl zu ermöglichen. Wenn die Opamps das mitmachen, kann man auch Versionen mit einer Ausgangsspannung von 5, 8, 9 oder 15 V verwenden. Die Eingangsspannungen müssen minimal 3 V höher sein. D1 und D2 an den Eingängen dienen als Verpolungsschutz, D3 und D4 verhindern, dass die positive Spannung beim Einschalten oder Ausschalten negativ und die negative eventuell positiv wird. LED1 und LED2 zeigen das Vorhandensein der Betriebsspannungen an.

Die Versorgung kann durch ein (symmetrisches) Labornetzteil erfolgen oder durch ein eigenes kleines Netzteil aus einem 1,5-VA-Trafo mit z.B. 2 * 12 V sekundär, Brückengleichrichter und zwei Siebelkos mit je 220 µF. Bei den Elkos ist auf ausreichende Spannungsfestigkeit zu achten (hier mindestens 25 V). Generell sollte man auch die Spannungsfestigkeit des Eingangs der Spannungsregler nicht überfordern – die meisten Typen vertragen bis zu 35 V.

Layout

Die zweiseitige Platine (**Bild 2**) wurde so gestaltet, dass sie in ein an einen USB-Stick erinnerndes Gehäuse passt, das sich auch für andere selbstgebaute Tastköpfe bewährt hat. Die Vias sind so platziert, dass man die Platine auch mit einem Fräsbohrplotter herstellen kann. Die Hülsen für die Durchkontaktierungen müssen dann natürlich manuell bestückt und oben wie unten angelötet werden.

Bild 2. Das Layout der Tastkopf-Platine samt Stromversorgung.

Der fertige Tastkopf

In **Bild 3** kann man mein fertig aufgebautes Exemplar des optischen Tastkopfs sehen. Mit der Fotodiode BPW34 und einem TL072 ergab sich ein Frequenzgang von mehreren 100 kHz. Das reicht locker dazu aus, um nicht nur die Netzfrequenz (oder deren doppelte Frequenz) zu sehen, sondern selbst die hochfrequenten Helligkeitsschwankungen messen zu können (**Bild 4**), die sich durch die Welligkeit des Schaltnetzteils mancher LED-Lampen ergeben (typisch 30...60 kHz). Auch das Flackern von gedimmten LED-Lampen kann man damit prima untersuchen. Das Kabel muss für diese Frequenzen am Eingang des Scopes übrigens nicht mit 50 Ω abgeschlossen werden. Bei großen Amplituden wären die meisten Opamps mit einer Terminierung überfordert, denn die typischen maximal 20 mA ergeben an 50 Ω gerade einmal 1 V.

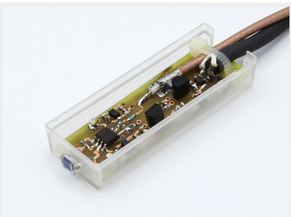

Bild 3. Mein optischer Tastkopf mit gefräster Platine. Vorne sieht man die Fotodiode.

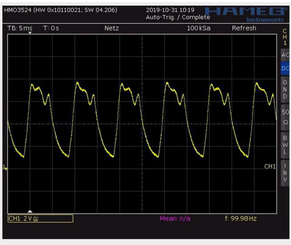

Bild 4. Oszillogramm der 100-Hz-Welligkeit des Lichts, überlagert von höherfrequenten Anteilen.

Die Funktionsprüfung kann man bequem mit einer LED durchführen, die direkt von einem Funktionsgenerator gespeist wird. Dabei sollte man bei niederohmigen Ausgängen einen passenden Vorwiderstand verwenden. Wenn am verwendeten Funktionsgenerator nicht nur die Amplitude der Wechselspannung einzustellen ist, sondern auch der Offset, dann kann man Offset und Amplitude so einstellen, dass der Maximalstrom der LED (typisch 20 mA) nicht überschritten wird und dass durch die LED bei der negativen Halbwelle gerade noch ein sehr kleiner Strom fließt (<1mA). Den Strom kann man gut als Spannungsabfall am Vorwiderstand oszilloskopieren. Resultat ist ein pulsierendes Licht mit einstellbarer minimaler und maximaler Helligkeit. Wenn Ihr Generator einfacherer Natur ist, tut es der Einfachheit halber auch eine Rechteckspannung. Bei Sinus- oder Dreiecksspannung ergeben sich interessante geklippte Kurven. Dass die LED die Fotodiode beleuchten muss, versteht sich ja von selbst. Die Polarität des Ausgangssignals lässt sich durch Verdrehen der Fotodiode vertauschen. Im Download unten findet sich neben den Layout-Dateien der Platine im Eagle-Format auch ein Video, das die Interferenz flackernder LED-Beleuchtung mit dem Kamera-Sensor deutlich zeigt.

Wollen Sie weitere Elektor-Artikel lesen? Jetzt Elektor-Mitglied werden und nichts verpassen!

DOWNLOAD

VIDEO AND CAD FILES

DATEI HERUNTERLADEN

Klicken Sie auf den Button, um den Einbettungscode zu erhalten.

Kommentar schreiben

KOMMENTARE

kdb 1. Februar 2020, 15:01 Uhr
Und es geht noch viel einfacher, bei weniger Ansprüchen. Gebaut in einer halben Stunde für 2-3€.
Man nehme: Ein halbes BNC-Kabel, ein Solarmodul z. B.aus einer Solargartenlampe (1€) oder ein Solar-Rest/Bruchstück. Anlöten und am Osz! AC-Eingang wählen. Klappt gut bis min. 10Khz.

KOMMENTARE ANZEIGEN

Claus Möllner 1. Februar 2020, 09:30 Uhr
Hallo,
ich habe keine Möglickeit gefunden den Artikel herunterzuladen.
Eingeloggt bin ich

KOMMENTARE ANZEIGEN 2 Kommentare

Kommentar schreiben

« ZURÜCK TEILEN

VERWANDTE ARTIKEL

Gratis-Artikel: Netzausfall-Detektor mit SMS-Alarm
MEHR...

Gratis-Artikel: Optischer Tastkopf für Oszilloskope
MEHR...

Gratis-Artikel (Neu!): Capacl-Meter
MEHR...

Capacl-Meter
MEHR...

AKTUELLE AUSGABE

Aktuelle Ausgabe
2001EL
Inhalt anzeigen
Print-Version
Digital-Version (PDF)

KATEGORIEN

Info & Grundlagen
Bauteile
Advertorial
Elektor
Messtechnik
Mikrocontroller
Hard- & Software
Autoelektronik
Internet of Things
Embedded
Audio & Video
Stromversorgung
Elektor-Shop
Haus & Hof
Hobby & Modellbau
Tools & Printing
HF-Technik
Robotik
Sensoren
Platinenentwurf
Wearables
LEDs
Drohnen
Software

ANZEIGE

elektor pcb4makers
4 4
2 PROTOTYPES IN 3 DAYS

MEISTGELESEN

15. Januar 2020
OpenMV Cam – Intelligentes Auge für Embedded-Projekte
TEILEN / MEHR...

10. Januar 2020
Gratis-Artikel: DDS-Funktionsgenerator
TEILEN / MEHR...

24. Januar 2020
Gratis-Artikel: Card Sound
TEILEN / MEHR...

13. Januar 2020
Bzigo auf der CES: Tod den Stechmücken!
TEILEN / MEHR...

15. Januar 2020
Gratis-Artikel: Optischer Tastkopf für Oszilloskope
TEILEN / MEHR...

ANZEIGE

Learn & Design Electronics
Buch/Hardware-Bundles

Zu den Elektor-Bundles >>

Raspberry Pi
APPROVED RESELLER