

Optische probe voor de oscilloscoop

meet helderheidsvariaties van verlichtingssystemen

Alfred Rosenkränzer (Duitsland)

Wilt u niet alleen elektrische signalen meten, maar ook optische? Dan hebt u een optische probe nodig die lichtfluctuaties omzet in spanningsfluctuaties die door een oscilloscoop kunnen worden weergegeven. Dit artikel laat zien hoe u zelf voor weinig geld zo'n probe kunt bouwen.

Misschien herinnert u zich mijn artikel over de problemen van LED-lampen, dat onder de titel "EMC-storingen door LED-lampen" in Elektor maart/april 2018 is verschenen? Tijdens mijn EMC-metingen voor dat artikel heb ik ook de helderheidsvariaties van lampen met de dubbele netfrequentie (100 Hz)

en de frequentie van hun schakelende voeding gecontroleerd.

Flikkeren

Daartoe had ik een prototype van een optische probe op een stuk gaatjesprint opgebouwd. Enige tijd later werden de fluorescentielampen in ons (ruime)

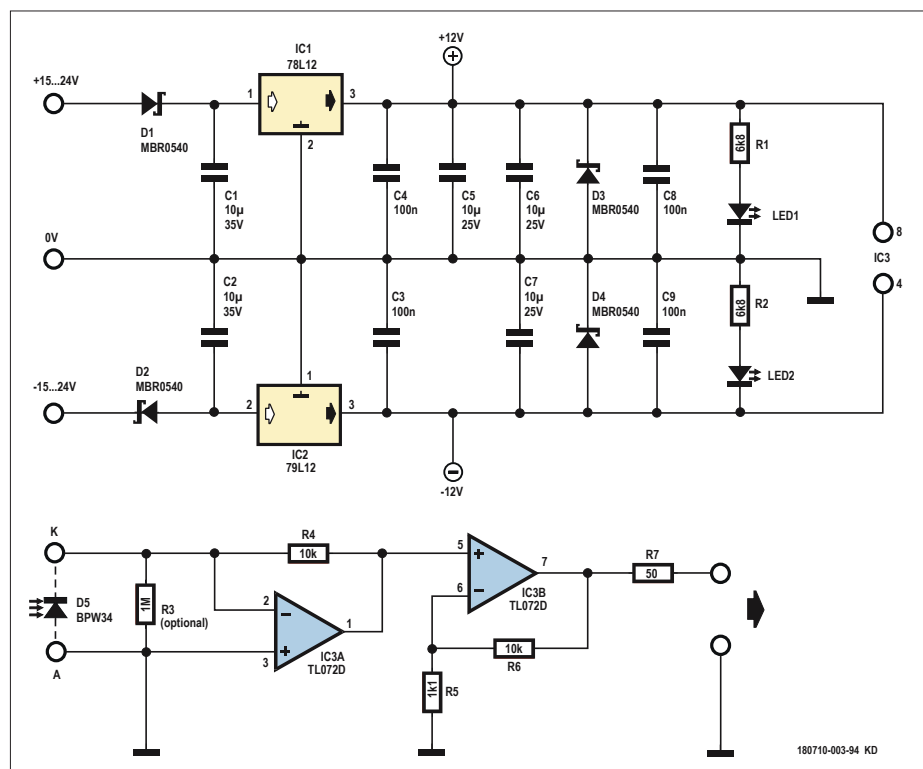
kantoor vervangen door passende retrofit LED-lampen. Hoewel die slechts zeer weinig stoorstraling produceren, flikkerden ze zichtbaar met de netfrequentie of een veelvoud daarvan.

Iedereen kon dit gemakkelijk zelf zien, want de LC-displays van onze kantoor-telefoons leken opeens te flikkeren. De reden hiervoor was interferentie van de flikkerende lamp met de updatefrequentie van de displays. De meeste digitale camera's vertonen ook zo'n interferentie van het flikkeren van van een lamp met de verversingssnelheid van de sensor (en het display).

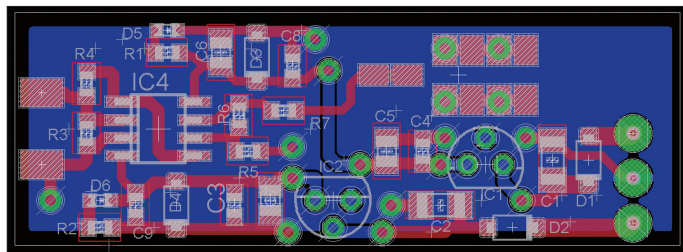
Omdat die flikkerende verlichting op steeds meer plaatsen zijn intrede deed, wilde ik dit nieuwe fenomeen van moderne verlichting tot op de bodem uitzoeken. Reden genoeg dus om een betere versie (met print, behuizing en kabelaansluiting) te maken van de 'zwevend' bedrade eerste uitvoering van de optische probe.

De schakeling

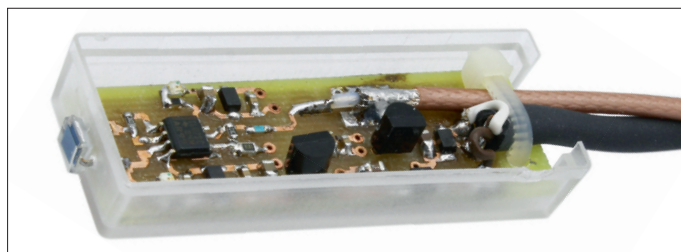
De schakeling van de probe (**figuur 1**) is de eenvoud zelve: het licht wordt in een elektrisch signaal omgezet door fotodiode D5 (in mijn geval een BPW34, maar andere typen zijn ook bruikbaar) samen met opamp IC3A. De op deze manier verkregen spanning wordt door een tweede opamp (IC3B) nog eens tienmaal versterkt. De 50Ω-weerstand R7 dient voor de impedantie-aanpassing



Figuur 1. Het schema van de optische probe.



Figuur 2: De layout van de print (inclusief voeding).



Figuur 3: Mijn exemplaar met gefreesde print. Aan de voorzijde is de fotodiode te zien.

aan de coaxkabel die op de uitgang is aangesloten.

IC3 is een dubbele opamp in SO8-behuizing; u kunt ook een andere type gebruiken dan in het schema is aangegeven. De hier gebruikte snelle en ruisarme TL072 heeft het voordeel van bijzonder hoogohmige FET-ingangen. Weerstand R3 parallel aan de fotodiode is optioneel en is in mijn exemplaar niet gemonteerd.

De fotodiode en de opamps moeten natuurlijk ook worden gevoed. Hiertoe wordt een symmetrische, gestabiliseerde spanning van ± 12 V gebruikt, die wordt geleverd door de twee lineaire spanningsregelaars 78L12 en 79L12. Voor IC1 en IC2 is gekozen voor versies met aansluitdraden, om meer keuzevrijheid te hebben. Als de opamps het aankunnen, kunnen ook exemplaren met een uitgangsspanning van 5, 8, 9 of 15 V worden gebruikt. Deingangsspanningen moeten telkens minstens 3 V hoger zijn. D1 en D2 aan de ingangen dienen als ompoolbeveiliging, D3 en D4 voorkomen dat de positieve spanning negatief en de negatieve spanning positief wordt bij het in- of uitschakelen. LED1 en LED2 geven de aanwezigheid van de voedingsspanningen aan.

Voor de stroomvoorziening kan een (symmetrische) laboratoriumvoeding worden gebruikt of een separaat opgebouwde voeding met een 1,5VA-transformator (met bijvoorbeeld tweemaal 12 V secundair), een brugge-lijkrichter en twee bufferelco's van 220 μ F. Bij die laatste moet op een voldoende grote werkspanning (hier minimaal 25 V) worden gelet. Daarnaast mag u ook de ingangen van de spanningsregelaars niet overbelasten – de meeste type verdragen maximaal 35 V.

Layout

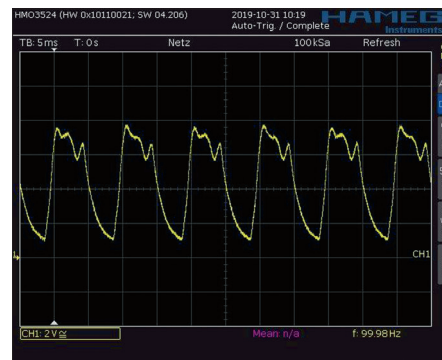
De dubbelzijdige print (**figuur 2**) is op maat gemaakt voor een behuizing die

aan een USB-stick doet denken en die ook voor andere zelfgemaakte probes prima voldeed. De via's zijn zo geplaatst dat de print ook met een printfrees-machine kan worden vervaardigd. De doormetalliseringshulsjes moeten dan uiteraard met de hand worden gemonteerd en aan boven- en onderzijde worden gesoldeerd.

Gebruik

Figuur 3 toont de optische probe in volle glorie. Met de fotodiode BPW34 en een TL072 resulteerde bedroeg het frequentiebereik enkele honderden kHz. Dat is meer dan genoeg om niet alleen de netfrequentie (of het dubbele daarvan) zichtbaar te maken, maar ook om hoogfrequente helderheidsvariaties te detecteren (**figuur 4**) die het gevolg zijn van de restrimpel van de schakelende voeding van sommige LED-lampen (meestal 30...60 kHz). Ook het flikkeren van gedimde LED-lampen kan met deze probe heel goed worden onderzocht. Overigens hoeft de kabel voor deze frequenties niet te worden afgesloten met 50 Ω aan de ingang van de 'scoop. Bij grote amplitudes zouden de meeste opamps bij deze afsluitweerstand aan het eind van hun krachten komen, omdat de typische maximale spanning van 20 mA bij 50 Ω resulteert in net 1 V.

De goede werking kan eenvoudig worden getest met een LED die rechtstreeks op een functiegenerator is aangesloten. Bij laagohmige uitgangen moet uiteraard voor een passende serieweerstand worden gezorgd. Als niet alleen de amplitude van de wisselspanning maar ook de offset bij de gebruikte functiegenerator moet worden ingesteld, dan kunnen deze zo worden ingesteld dat de maximale



Figuur 4: Oscillogram van de 100-Hz-rimpel van het licht, met daarop gesuperponeerd hogerefrequente componenten.

stroom door de LED (meestal 20 mA) niet wordt overschreden en dat er een zeer kleine stroom (< 1 mA) door de LED loopt gedurende de negatieve halve periode. De stroom kan goed op de 'scoop zichtbaar worden gemaakt als de spanningsval over de serieweerstand. Het resultaat is een pulserend licht met instelbare minimale en maximale helderheid. Als u een eenvoudiger generator hebt, dan kunt u ook met een simpele blokgolf volstaan. Bij sinus- of driehoeksgolven worden interessante geclippte curven verkregen.

Het spreekt voor zich dat de LED de fotodiode moet belichten. De polariteit van het uitgangssignaal kan worden omgekeerd door de fotodiode om te keren. Op de projectpagina bij dit artikel [1] kunt u de layout-bestanden van de print in Eagle-formaat downloaden, en kunt u ook een video bekijken die duidelijk de interferentie van flikkerende LED-verlichting met de camerasensor laat zien. ◀

(180710-03)

Weblink

[1] Video en CAD-data: www.elektormagazine.nl/180710-03