

Infrarotbake zur Optimierung von Lichtkommunikationsgeräten

Dipl.-Ing. JOCHEN WERNER – DH6TF

Die Einstellung von selbst gebauten Lichtkommunikationsgeräten muss in größeren Entfernungen zu einer Lichtquelle erfolgen, als das auf dem eigenen Grundstück und mithilfe einer Taschenlampe möglich ist. Der Beitrag beschreibt eine im Infrarotbereich arbeitende „Bake“, die ein anpeilbares Signal bereitstellt, das auch von mehreren Interessierten genutzt werden kann.

Als Funkamateurler und Bastler im Bereich der Lichtkommunikation fällt es einem gelegentlich schwer, einen Partner für eine Lichtverbindung zu finden. Um wenigstens jederzeit die eigenen Aufbauten praktisch testen zu können, ist es vorteilhaft, einen Testsender parat zu haben. Mit ihm ist es auch möglich, anderen Interessierten ein anpeilbares Signal zur Verfügung zu stellen. Sowohl Laserdioden mit Kollimatoroptik als auch Sendedioden mit angebautem optischen Bündelungssystem erzeugen ein Strahlbündel mit geringer Aufweitung. Dadurch ist so ein Sender auch über größere Distanzen detektierbar [1]. Doch dies fordert im Umkehrschluss auch die sehr exakte Ausrichtung entlang der Hauptstrahlachse. Mit dem vergleichsweise breiten Strahlkegel der nachfolgend vorgestellten Lichtbake umgeht man dieses Problem. Außerdem ist keine aufwendige Optik am Sender erforderlich. Mich interessierten dabei eher die Bereiche abseits der sichtbaren Strahlung – der infraroten Teil des Spektrums.

■ Entwicklung

In diesem Bereich kann die optische Nachrichtenübertragung auf über 100 Jahre Erfahrung zurückblicken. Besonders interessant ist dabei der für den Menschen nicht sichtbare Teil der Strahlung im infraroten Bereich. Nicht ohne Grund wurde der IR-Bereich bereits seit dem Ersten Weltkrieg bevorzugt. Durch die Verwendung des infraroten Bereichs sind die Streckeneigenschaften oder Gleichlicht im Empfänger leichter beherrschbar als bei sichtbarer Strahlung.

Die klassischen militärischen Lichtkommunikationsgeräte sind zwar alt und gelten technisch angeblich als überholt. Die perfekten Optiken, die eingebrachte Erfahrung und die theoretische Physik, die hinter diesen Geräten stecken, bieten dem Einsteiger in das Thema reichlich Stoff zum Lernen und gestandenen Bastlern noch Stoff zum Auffrischen. So ging es auch mir.

Zum Glück traf ich Amateure, die umfangreiches Wissen zum Thema besitzen und es freundlich weitergeben. So baute Peter Greil, DL7UHU, bereits lange vor mir eine

Testbake und implementierte sogar mehrere Tripelspiegel [2]. Diesen Aufwand konnte und wollte ich jedoch nicht treiben. Die Anregungen von Pit waren allerdings der Auslöser für meinen Aufbau. Ich setze



Bild 1: Als Gehäuse für die IR-Bake dient eine Kuchenbackform. Die Infrarot-LEDs sind in den erweiterten Bohrungen zweier übereinander liegender Lochbleche befestigt. Die Winkel oben und unten ermöglichen das Drehen und Kippen.

auf eine höhere optische Leistung im 940-nm-Bereich statt auf Optik. So entstand die hier beschriebene infrarote, rechteckgetaktete Ampel aus 96 IREDS (engl.: *infra red emitting diode*, IRED).

■ Bauteilwahl

Nach den Vorüberlegungen recherchierte ich bei verschiedenen Herstellern. Bei Osram ist eine IRED des Typs SFH4545DW zu finden [3]. Die nachgestellten Buchstaben DW geben die Klassifizierung der Strahlstärke an, in diesem Fall 400 bis 800 mW/sr bei $I_F = 100$ mA und $t_p = 20$ ms. Für die Unterstützung bei der Beschaffung dieser IREDS sei an dieser Stelle ein herzliches Dankeschön an Osram und ihren Distributor [4], speziell die Zweigstelle in Berlin, gerichtet.

Die Osram-IRED mit einem Dauernennstrom von 100 mA sendet auf 940 nm (319 THz) mit einem Öffnungswinkel von 12°.

Übrigens versenden die IREDS ihre optische Leistung spektral nicht messerscharf auf der angegebenen Wellenlänge, sondern bieten durchaus eine Bandbreite von etwa ± 20 nm. Damit fallen die stark frequenzabhängigen Eigenschaften der Übertragungstrecke nicht ganz so erheblich ins Gewicht.

Um sich auch im optischen Bereich dem Partner bemerkbar machen zu können, habe ich zusätzlich zu der hier beschriebenen Testbake einen grünen Laser mit einem Zielfernrohr für Stativmontage mechanisch kombiniert.

Bleiben wir bei der bereits erwähnten IRED und machen uns jetzt nur noch Gedanken um den optischen Pegel am Empfangsort. Die flächenbezogene optische Leistung fällt bei einem Sendewinkel von 12° am Empfangsort leider gering aus. Ohne optische Zusätze hilft da auf der Sendeseite einfach nur die Verwendung von vielen Dioden. Das Ergebnis ist ein IRED-Feld. Es erinnert mich im Fertigungszustand eher an ein Signal für die Bahn oder die See.

Die IREDS werden mit 140 mA bei 50% Einschaltdauer betrieben. Gemäß Datenblatt hätte ich 180 mA bei diesem Tastverhältnis verwenden können. Da es aber beim Testen im Sommer auf dem Dach manchmal warm wird und ich einen dann erforderlichen Schaltungsteil für die temperaturgesteuerte Verlustleistungsreduzierung zur Vermeidung einer erhöhten Bauteiltemperatur vermeiden wollte, stellte ich den Strom auf den geringeren Wert ein.

Testen heißt ja auch, eine optische Strecke z. B. wetterabhängig bewerten zu können. Da ist eher konstante Leistung als Referenz gefragt. Bei berücksichtigtem Tastverhältnis sind effektiv aufgebrauchte 11,4 W für den gesamten IRED-Block als Eingangsleistung schon gut brauchbar.

Für mein Einzelstück wurden die 96 IREDS rückwärtig frei verdrahtet und die Ansteuerschaltung auf einer Lochrasterleiterplatte mit Schaltdraht realisiert. Angesichts der vermutlich überschaubaren Anzahl von Nachbauten wäre ein Layout wohl nicht dringend nötig. Nachbauer müssten sich sowieso einen Ersatz für den NE566 suchen, da dieser IC nicht mehr produziert wird. Im einfachsten Fall reicht eine Multivibratorschaltung mit zwei Transistoren. Der Universal-IC 555 ist auch einsetzbar. Den perfekten Ersatz stellt ein Mikrocontroller dar, der die Daueraussendung ab und zu durch das Rufzeichen nebst Locator unterbricht. An dieser Stelle wären auch die stufenweise Sendeleistungsänderung über das Tastverhältnis und weiterer Luxus implementierbar.

■ Schaltung

Der Schaltplan birgt keine Überraschungen. Um die Empfangstechnik einfach ge-



Bild 2: Die IREDs werden durch die beiden verschraubten Lochbleche mit unterschiedlichen Bohrdurchmessern gesteckt, wodurch sie schon nahezu fest sitzen.

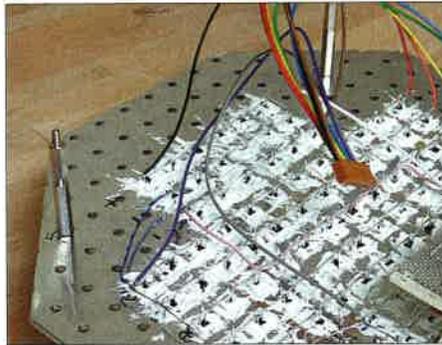


Bild 3: Um das Herausrutschen der IREDs zu vermeiden, sind ihre Gehäuse auf der Rückseite der Lochbleche mit Uhu MS Polymer zu verkleben.

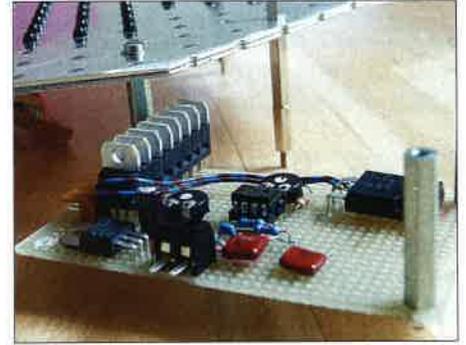


Bild 4: Die Ansteuerelektronik wurde auf eine Universallochrasterplatte aufgebaut und über Abstandsbolzen hinter der Lochbleche befestigt. Fotos: DH6TF

stalten zu können und zudem die erprobten klassischen Geräte mit einzubeziehen, baute ich einen simplen Impulsgenerator mit einem Tastverhältnis von 1:1.

Ein NE566 in Standardbeschaltung wird mit 12 V versorgt und liefert ein Rechtecksignal mit einer Amplitude zwischen 6 V und 11,5 V. Aktuell sind durch die im Schaltplan gezeigten Bauteile 440 Hz eingestellt. Mit einem anderen Wert für den Kondensator an Pin 7 und dem Potenziometer an Pin 6 lässt sich die Frequenz variieren. Mit einem umschaltbaren Kondensator C5 hätte man die Möglichkeit, den Frequenzvariationsbereich zu erweitern. Ich habe das nicht realisiert. Möchte man aber z. B. die NF-Bandbreite der eigenen Technik testen, so hätte der geringe Zusatzaufwand durchaus seinen Sinn. Pin 5 des NE566 bietet die Möglichkeit der Modulation.

Bevor jemand den besonderen Sinn der verwendeten 440 Hz hinterfragt: Es ist nur der Kammerton a'. Ich finde den Ton angenehmer. Bei Tests mit mehreren Geräten auf einer optischen Achse benötige ich keinen extra Rufzeichengeber oder eine Tastung, um mich von dem üblichen 625-Hz-Modulationsdauern abzusetzen.

Der um 6 V angehobene Rechteckausgangspegel an Pin 3 des NE566 ist der Grund, warum vor dem Gate des Leistungs-FET

noch die Zenerdiode mit Widerstand nach Masse platziert wurde. Der FET selbst ist ein robuster Typ aus dem Kfz-Bereich, der für einen Drain-Strom von 209 A ausgelegt ist und der einen sehr geringen Einschaltwiderstand $R_{DSon} = 4,5 \text{ m}\Omega$ besitzt.

Um aus einer Spannungsquelle von 24 V speisen zu können, sind je zwölf IREDs in Reihe geschaltet. Eine Zehnfach-Steckverbindung stellt Kontakt zu den acht parallelen Stromquellen und zur Masse her. Jede dieser Quellen liefert 140 mA und besteht aus einem LM317 im TO-220-Gehäuse, auf dessen Anschlüsse zwischen X und A je ein SMD-Widerstand der Bauform 1206 aufgelötet ist. Hinweis: Die Widerstände werden merklich warm.

Übrigens schwankt herstellerabhängig der Gesamtspannungsabfall der Schaltkreise der 317er-Familie. Dadurch konnte ich meine alten Restbestände aus dem Halbleiterwerk Frankfurt/Oder (HFO) leider nicht verwenden, ohne die Versorgungsspannung noch höher zu setzen oder die IRED-Kette auf je elf Stück kürzen zu müssen.

Ein Laptop- oder Industrieschaltnetzteil versorgt die gesamte Schaltung nebst IRED-Block mit 24 V. Da diese Netzteile von der Schutzklasse meist für den Bereich IP0x (kein Schutz) bis IP2x (Schutz gegen den Zugang mit einem Finger oder

gegen feste Fremdkörper mit Durchmesser ab 12,5 mm) ausgelegt sind, gab ich den ursprünglichen Plan, die Netzspannungsversorgung mit in das Gehäuse zu integrieren, auf. Nun speise ich den Testsender lieber aus einem abgesetzten Netzteil mit Sicherheitskleinspannung (engl.: *Safety Extra Low Voltage, SELV*), das in einer trockenen Ecke untergebracht ist.

■ Montage

Die acht Stränge mit den je zwölf Dioden werden mit Montagekleber Uhu MS Polymer in zwei aufeinander geschraubte, entsprechend dem verwendeten Gehäuse zugeschnittene, Aluminiumlochbleche eingeklebt. Die Gehäuse der SFH4545 sind nicht zylindrisch und verjüngen sich zur Lichtaustrittsfläche hin. Daher wurden verschiedene Bohrdurchmesser in den Lochblechebenen verwendet, damit die Kunststoffgehäuse der IREDs bereits ohne Kleber schon recht fest sitzen.

Als Gehäuse habe ich eine preiswert erhältliche runde Kuchenbackform (Springform) requiriert. Sechskantdistanzbolzen auf der Front der Lochbleche bieten ein gutes Montagegestell beim Einkleben und Verlöten der IREDs. Mit solchen Distanzbolzen ist auch die Lochrasterplatte auf der Rückseite des Lochblechs (quasi im Inneren der Kuchenform) befestigt.

Die in Bild 1 zu sehenden verschraubten Edelstahlwinkel oben und unten bieten die Möglichkeit der winkelverstellbaren Schnellmontage an einem geeigneten Befestigungspunkt. Den Rest erklären sicher die Bilder. Fragen beantworte ich gerne, z. B. auch bei www.qrpforum.de.

jwerner.signal@snafu.de

Literatur und Bezugsquellen

- [1] Greil, P., DL7UHU: Kommunikation mit Laser bzw. Licht – ein Überblick. FUNKAMATEUR 50 (2001) H. 10, S. 1122–1125
- [2] Greil, P., DL7UHU: www.lichtsprechen.de
- [3] Osram: SFH4545. <http://catalog.osram-os.com> → Infrared Emitters → 940nm high power emitters
- [4] EBV Elektronik GmbH & Co KG, Poing, Tel.: (081 21) 77 4-0; www.ebv.com

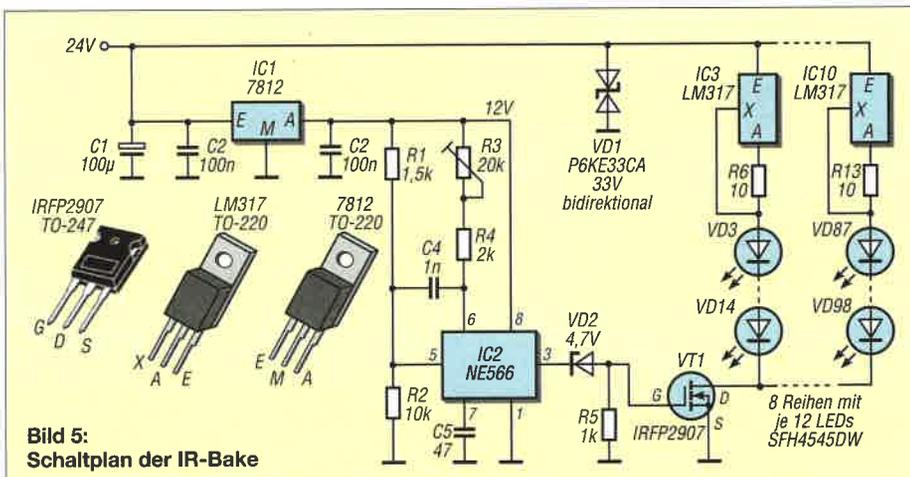


Bild 5: Schaltplan der IR-Bake