

Toslink-Signale über Infrarot

Die Verkopplung digitaler Audiogeräte erfolgt entweder mit Koax-Kabeln oder mit Lichtwellenleitern. Mit der hier vorgestellten kleinen Schaltung kann nun auch eine Strecke ohne physikalische Verbindung mit Hilfe von Infrarotlicht überwunden werden.

Allgemeines

Um Verluste und Signalbeeinträchtigungen zu vermeiden, ist es sinnvoll, Audiogeräte digital miteinander kommunizieren zu lassen. Als Standard für digitale Audio-Signale hat sich das S/PDIF-Format seit vielen Jahren durchgesetzt, wobei die Signale entweder direkt über Koax-Kabel übertragen werden oder es erfolgt eine Umwandlung in Lichtsignale, wobei dann als Übertragungsmedium Kunststoff-Lichtwellenleiter eingesetzt werden. Zur Signal-Ein- und -Auskopplung werden dabei nahezu ausschließlich die so genannten Toslink-Steckverbinder genutzt.

Die meisten Geräte der Unterhaltungselektronik wie CD-Player, DVD-Player, Sat-Receiver, Surround-Anlagen usw. sind bereits mit Toslink-Schnittstellen ausgerüstet.

Lichtwellenleiter mit fertig konfektionierten Steckverbindern sind in Längen bis zu 10 m erhältlich. Geräteseitig ist in den Steckverbindern bereits die Sendee- und Empfangselektronik integriert. Toslink-Module sind daher vielseitig einsetzbar, wobei die optimale Ankopplung der Sendee- und Empfangsdioden an den Lichtwellenleiter durch die mechanische Konstruktion sichergestellt ist.

Kunststoff-Lichtwellenleiter haben das Dämpfungsminimum im sichtbaren Lichtbereich, bei ca. 570 nm. Abbildung 1 zeigt den Dämpfungsverlauf von Kunststoff-Lichtwellenleitern. Das erste Dämpfungsminimum liegt im grünen Bereich und das zweite im Wellenlängenbereich von Rot. Aufgrund der geringeren Schaltzeiten werden im digitalen Audibereich Rot-Emitter eingesetzt.

Mit 2,2 mm Gesamtdurchmesser und

erlaubten Biegeradien von 20 mm sind Kunststoff-LWL meistens recht einfach z. B. hinter Fußleisten zu verlegen. Im Wohnbereich gibt es aber auch durchaus Fälle, wo eine Verlegung, evtl. auch nur auf einer Teilstrecke, nicht möglich ist. Hier sorgt nun unsere kleine Infrarot-Sende- und -Empfangseinheit für Abhilfe. Das Signal des Lichtwellenleiters wird in ein Infrarotsignal gewandelt, abgestrahlt und auf der Empfangsseite wieder in ein op-

Technische Daten: Toslink-IR-Konverter TIR 100	
Bandbreite:	100 kHz bis 6 MHz
IR-Reichweite:	bis 3 m
Sendeeinheit TIR 100T	
Signal-Eingang:	S/PDIF (optisch)
Signal-Ausgang:	4 IR-Sendedioden
Spannungsversorgung:	11–14 V _{DC}
Stromaufnahme:	160 mA
Platinenabmessungen:	40 x 34 mm
Empfangseinheit TIR 100R	
Signal-Eingang:	2 IR-Empfangsdioden
Signal-Ausgang:	S/PDIF (optisch)
Spannungsversorgung:	8–16 V _{DC}
Stromaufnahme:	80 mA
Platinenabmessungen:	45 x 42 mm

tisches Signal für Kunststoff-Lichtwellenleiter zurückgewandelt.

Eine Herausforderung ist dabei die Übertragungsbandbreite des S/PDIF-Signals, die mit 100 kHz bis 6 MHz spezifiziert ist, und die damit verbundenen kurzen Schaltzeiten. Bei 48 kHz Abtastfrequenz beträgt die Signal-Bitrate 3,1 MHz, womit 160-ns-Impulse zu übertragen sind.

Da Standard-Infrarot-Sendediode nicht in der Lage sind, Signale mit derart kurzen Schaltzeiten zu übertragen, wurden sehr schnelle Spezial-IR-Sendediode ausgewählt. Die Anstiegs- und Abfallzeiten der eingesetzten Typen von Avago betragen nur 40 ns. Die Dioden des Typs HDSL 4230 haben eine sehr hohe Strahlungsintensität und mit 17° einen engen Abstrahlwinkel. Im Gegensatz zu den meisten IR-Sendediode liegt das Maximum der Strahlung nicht bei 950 nm, sondern bei 875 nm. Bei der Auswahl der Empfangsdiode muss dies daher berücksichtigt werden. Abbildung 2 zeigt das Strahlungsmaximum der Sendediode in Abhängigkeit von der Wellenlänge, und die spektrale Empfindlichkeit der ausgewählten IR-Empfangsdiode ist in Abbildung 3 zu sehen.

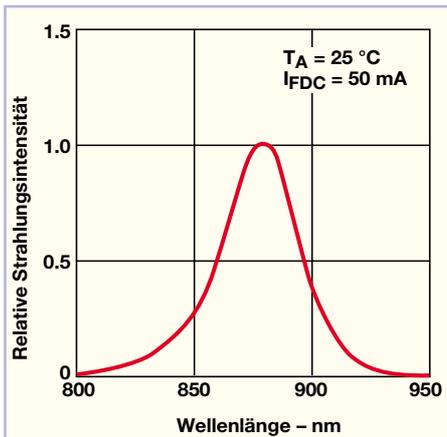


Bild 2: Strahlungsmaximum der Sendediode in Abhängigkeit von der Wellenlänge der Strahlung

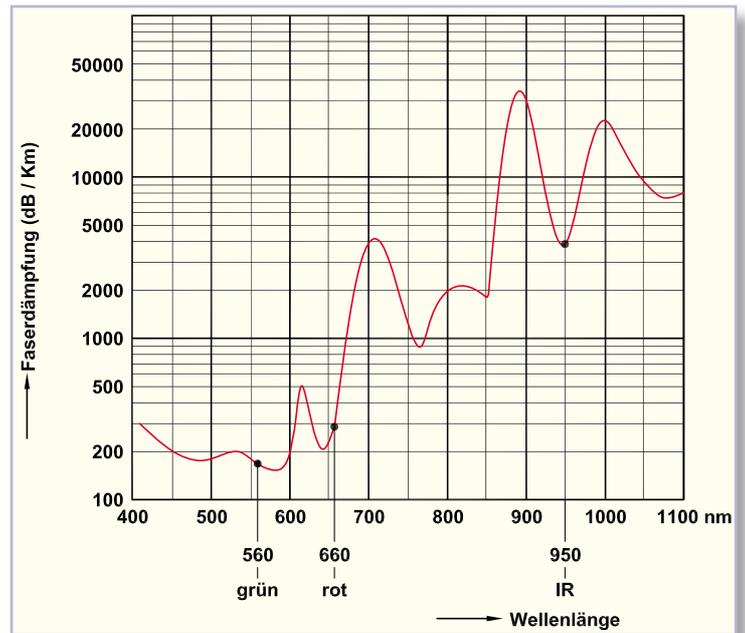
IR-Sender

Die recht einfache Schaltung der IR-Sendeeinheit ist in Abbildung 4 dargestellt. Das vom Lichtwellenleiter kommende optische Digitalsignal gelangt auf den Toslink-Empfänger TL 1 und wird hier in ein elektrisches Signal gewandelt und mit Hilfe des schnellen Gatters IC 1 A aufbereitet.

Die Gatter IC 1 B bis IC 1 F sind alle direkt parallel geschaltet und dienen als Treiber für den nachgeschalteten FET T 1. Die Treiberleistung wird benötigt, da aufgrund der schnellen Signale die Gate-Kapazität des Transistors T 1 nicht zu vernachlässigen ist.

Die Sendediode D 1 bis D 4 sind direkt

Bild 1: Dämpfung von Kunststoff-LWL in Abhängigkeit von der Wellenlänge der Strahlung



in Reihe geschaltet und werden über den Widerstand R 3 mit der ungestabilisierten Eingangsspannung versorgt. Bei durchgeschaltetem Transistor wird die Katode von D 4 auf Massepotential gezogen und der Elko C 8 dient zur Störunterdrückung.

Versorgt wird die Schaltung mit einer Gleichspannung zwischen 11 V und 14 V, die an Buchse BU 1 zugeführt wird. Von hier aus gelangt die Spannung auf den Puffer-Elko C 1 und den Eingang des Spannungsreglers IC 2.

Die stabilisierte Spannung am Ausgang von IC 2 dient zur Versorgung des Toslink-Empfängers TL 1 und des Gatterbausteins IC 1. Während C 3 und C 4 zur allgemeinen Störunterdrückung und Pufferung dienen, sind die Kondensatoren C 5 bis C 7 zur HF-Abblockung direkt an den Versorgungspins der entsprechenden Bauteile positioniert. Die in den Versorgungsleitungen einge-

fügten Widerstände R 1 und R 2 dienen ebenfalls zur Störunterdrückung.

IR-Empfänger

Die IR-Empfangseinheit in Abbildung 5 setzt das empfangene Infrarot-Signal wieder in ein optisches Signal für Lichtwellenleiter um. Trotz der hohen Anforderungen an die Geschwindigkeit und Bandbreite ist die Schaltung recht einfach. Im Wesentlichen besteht die Schaltung aus einem empfindlichen IR-Vorverstärker (realisiert mit T 1 und externer Beschaltung), mehreren in Reihe geschalteten Gattern im linearen Betrieb und einem Toslink-Transmitterbaustein.

Zur Erhöhung der bestrahlungsempfindlichen Fläche und somit der Empfindlichkeit sind zwei Fotodioden direkt parallel geschaltet (D 1, D 2). Der Fotostrom wird

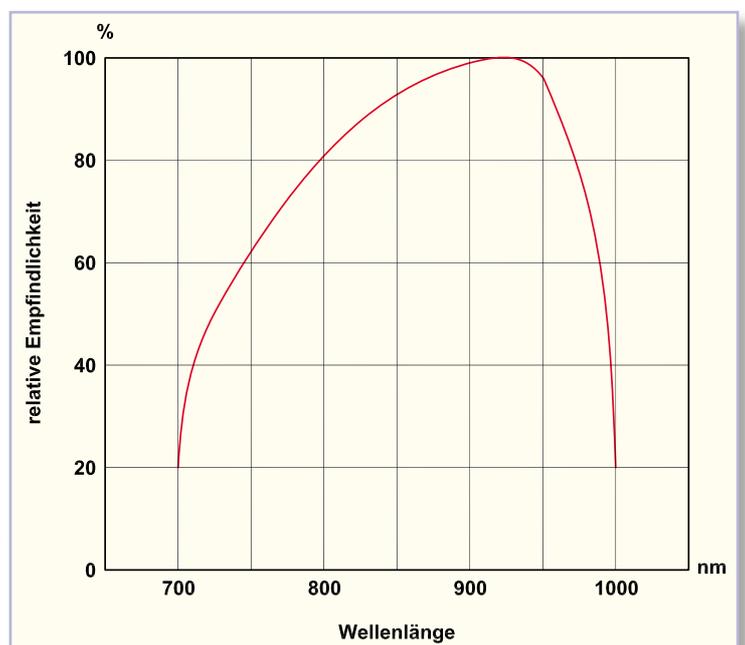


Bild 3: Spektrale Empfindlichkeit der IR-Empfangsdiode PD-495BRD

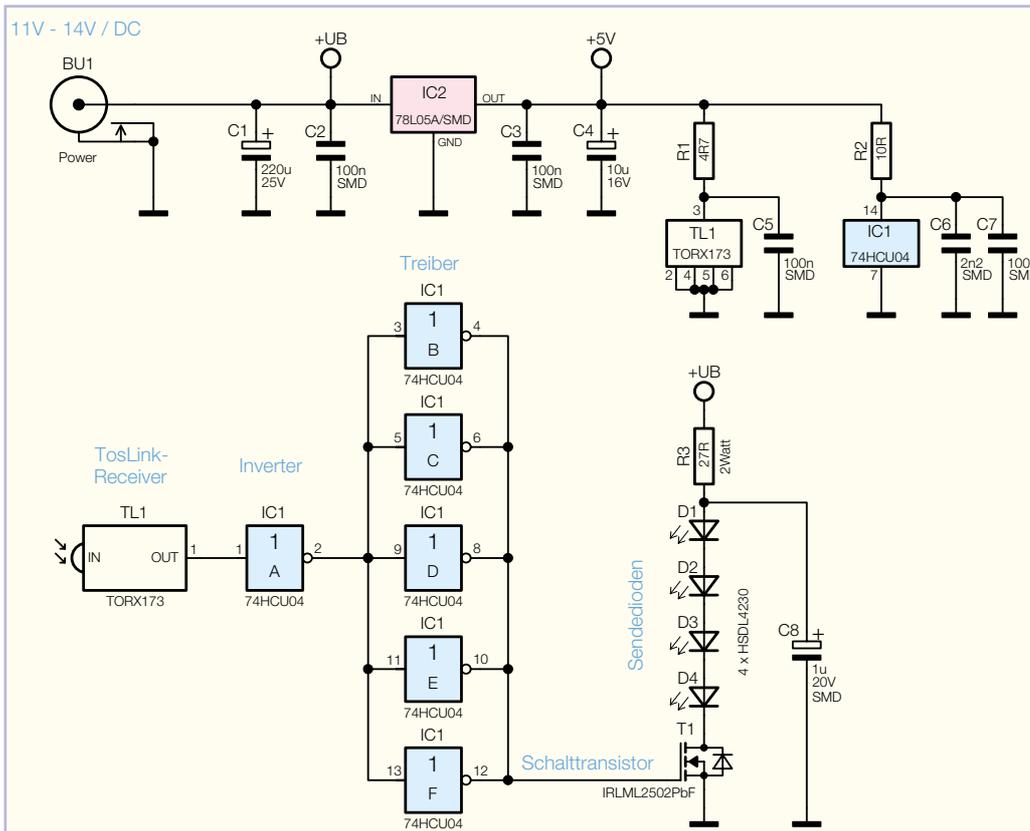


Bild 4:
Schaltbild des
Sendemoduls TIR 100T

in dem am Gate angeschlossenen Widerstand R 1 eingepreßt und der am Source angeschlossene Widerstand R 3 sorgt für eine Stromgegenkopplung und begrenzt den Strom durch den FET.

Die Komponenten R 2, L 2 bilden einen Hochpass, dessen Eckfrequenz bei 500 kHz liegt. Am Drain des Transistors T 1 wird das Signal ausgekoppelt und über C 8 gleichspannungsmäßig entkoppelt auf den Eingang des Gatters IC 2 A gegeben. Aufgrund des Rückkopplungswiderstandes R 4 arbeitet das Gatter als Verstärker im linearen Betrieb, wie auch die beiden nachgeschalteten mit IC 2 B und IC 2 C

aufgebauten Stufen. Das Gatter IC 2 D dient zur Impulsaufbereitung.

Das am Ausgang von IC 2 D (Pin 8) zur Verfügung stehende digitale Signal wird über R 7 auf den Eingang des Toslink-Transmitters TL 1 gekoppelt. Der Toslink-Transmitter setzt das Signal wieder in ein Lichtsignal (rot) für Kunststoff-LWL um. Der Widerstand R 9 bestimmt dabei die interne Verstärkung des Bausteins.

Im oberen Bereich des Schaltbildes ist die Spannungsversorgung zu sehen. Dazu ist eine unstabilierte Gleichspannung zwischen 8 V und 16 V an BU 1 anzuschließen. Die Spannung gelangt dann auf C 1

zur ersten Pufferung und direkt auf den Eingang des Spannungsreglers IC 1. Am Ausgang des Reglers steht stabilisiert 5 V zur Versorgung des empfindlichen Vorverstärkers und der weiteren Stufen zur Verfügung. Zur hochfrequenten Störunterdrückung wird das Gatter-IC (IC 2) über die Spule L 1 versorgt.

C 5 dient zur Pufferung direkt am IC und C 6 zur HF-Unterdrückung. Der Toslink-Transmitter TL 1 wird über R 8 versorgt. Hier ist C 11 direkt an den Versorgungspins zur Störunterdrückung positioniert.

Nachbau

Da bereits alle SMD-Komponenten werkseitig vorbestückt sind, ist der prak-

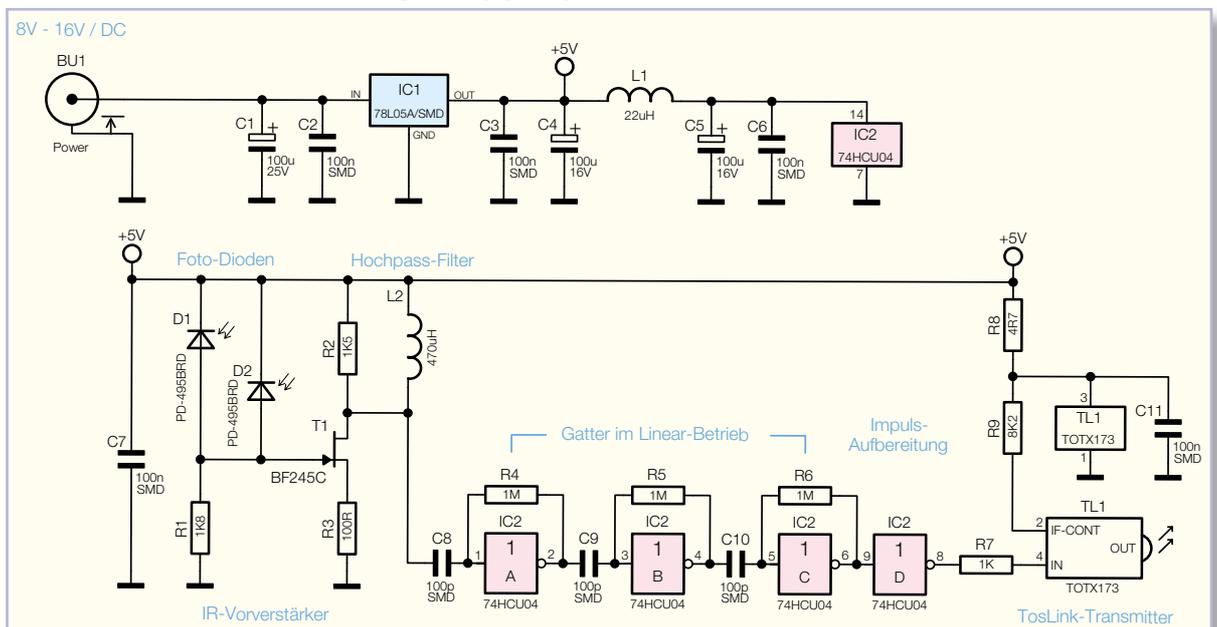
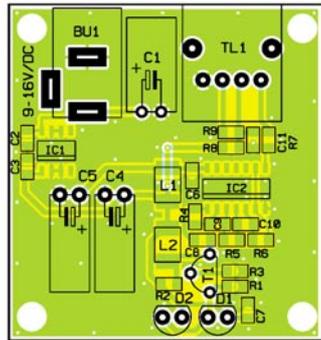
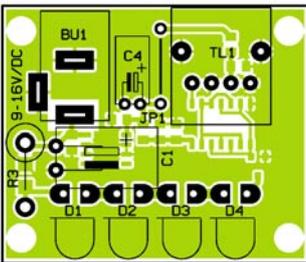


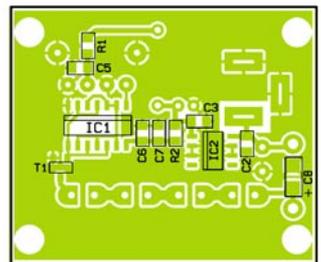
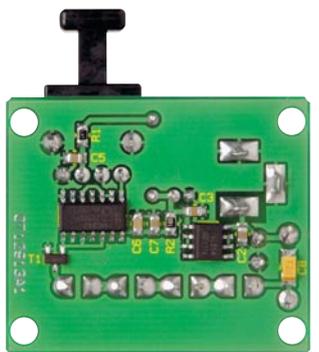
Bild 5: Schaltbild der
Empfangseinheit TIR 100R



Ansicht der fertig bestückten Empfangsplatine mit zugehörigem Bestückungsplan



Ansicht der fertig bestückten Senderplatine mit zugehörigem Bestückungsplan, oben von der Bestückungsseite, unten von der Lötseite



Stückliste: Sender TIR 100T

Widerstände:

4,7 Ω/SMD/0805	R1
10 Ω/SMD/0805	R2
27 Ω/2 W/Metalloxid	R3

Kondensatoren:

2,2 nF/SMD/0805	C6
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C5, C7
1 µF/20 V/Tantal/SMD	C8
10 µF/16 V	C4
220 µF/25 V	C1

Halbleiter:

74HCU04/SMD	IC1
78L05/SMD	IC2
IRLML2502PbF/SMD	T1
HSDL4230	D1–D4

Sonstiges:

Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Opto-Modul TORX173, Empfänger	TL1
3 cm Schaltdraht, blank, versilbert	

tische Aufbau einfach und schnell erledigt. Von Hand sind somit nur noch die konventionellen, bedrahteten Bauteile zu verarbeiten.

Den Nachbau beginnen wir mit der Empfängerplatine, wo zuerst das Toslink-Transmittermodul TOTX 173 eingesetzt wird. Beim Verlöten ist darauf zu achten, dass das Bauteil plan auf der Platinenoberfläche aufliegt.

Die Verarbeitung der DC-Buchse BU 1 erfolgt in derselben Weise.

Beim Einbau der Elektrolyt-Kondensatoren in liegender Position ist unbedingt die korrekte Polarität zu beachten. Falsch gepolte Elkos können sogar explodieren. Nach dem Verlöten werden die überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen mit einem scharfen Seitenschneider abgeschnitten.

Die Anschlüsse des Transistors T 1 sind vor dem Verlöten so weit wie möglich durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen und nach dem Verlöten werden die überstehenden Drahtenden abgeschnitten.

Jetzt bleiben nur noch die beiden Infrarot-Empfangsdioden zu bestücken. Diese werden, wie auf dem Platinenfoto zu

Stückliste: Empfänger TIR 100R

Widerstände:

4,7 Ω/SMD/0805	R8
100 Ω/SMD/0805	R3
1 kΩ/SMD/0805	R7
1,5 kΩ/SMD/0805	R2
1,8 kΩ/SMD/0805	R1
8,2 kΩ/SMD/0805	R9
1 MΩ/SMD/0805	R4–R6

Kondensatoren:

100 pF/SMD/0805	C8–C10
100 nF/SMD/0805	C2, C3, C6, C7, C11
100 µF/16 V	C4, C5
100 µF/25 V	C1

Halbleiter:

78L05/SMD	IC1
74HCU04/SMD	IC2
BF245C	T1
PD-495BRD	D1, D2

Sonstiges:

SMD-Induktivität, 22 µH	L1
SMD-Induktivität, 470 µH	L2
Hohlsteckerbuchse, 2,1 mm, print	BU1
Opto-Modul TOTX173, Sender	TL1

sehen, eingelötet und die überstehenden Drahtenden an der Platinenunterseite abgeschnitten.

Bei der jetzt zu bestückenden Infrarot-Sendeinheit ist zuerst eine Brücke aus versilbertem Schaltdraht einzulöten. Danach sind der Toslink-Receiver TORX 173 und die DC-Buchse BU 1 an der Reihe. Die Bauteile müssen, wie die vergleichbaren Bauteile bei der Empfangseinheit, vor dem Verlöten plan auf der Platinenoberfläche aufliegen.

Auch bei der Senderplatine werden die Elkos liegend, unter Beachtung der korrekten Polarität, bestückt.

Wie auf dem Platinenfoto zu sehen ist, ist der Widerstand R 3 in stehender Position einzulöten.

Bei den Sendedioden ist die Anodenseite des Bauteils durch einen längeren Anschluss gekennzeichnet und die Kathodenseite des Gehäuses ist abgeflacht. Die Bauteile sind wie auf dem Platinenfoto gezeigt abzuwinkeln und die Anschlüsse von oben durch die zugehörigen Platinenbohrungen zu führen. Nach dem Verlöten an der Platinenunterseite sind alle überstehenden Drahtenden direkt oberhalb der Lötstellen abzuschneiden.

Nachdem nun beide Baugruppen fertig bestückt sind, steht dem Einsatz nichts mehr entgegen. Eine sorgfältige Ausrichtung der Sende- und Empfangsdioden sorgt für die bestmögliche Reichweite.

