

Lichtleiter-Technik

In der modernen Unterhaltungs- und Kommunikationselektronik mit ihren Schnell-Digitalsignalen findet die Lichtleiter-Technik eine immer weitere Verbreitung. Der vorliegende Artikel beschreibt die grundsätzliche Funktionsweise der Lichtleiter-Technik und stellt sowohl einen anschlussfertigen TTL-Opto- als auch einen Opto-TTL-Umsetzer vor.

Allgemeines

Immer mehr elektronische Geräte aus dem Bereich der Konsumer- bzw. Kommunikationselektronik werden mit digitalen, seriellen Schnittstellen ausgestattet. Abgesehen von Computern mit Standard-RS232-Schnittstellen sind CD-Player und DAT-Recorder vielleicht die besten Beispiele.

Doch die zunehmende Digitalisierung und die Einführung schneller Schnittstellen führt im Bereich der Datenübertragung auch zu Problemen. So steigen bei schnellen Schnittstellen Übertragungsfehler in störpegelbehafteter Umgebung, besonders bei längeren Leitungen, stark an. Ferner ist gerade bei schnellen Signalen das eigene elektromagnetische Störfeld nicht zu vernachlässigen. Bei größeren Entfernungen kommen zusätzlich noch Massepotentialdifferenzen hinzu.

Zur Beseitigung der zuvor beschriebenen Übertragungsprobleme bietet sich Licht als Übertragungsmedium an.

Glasbündelfaser

Um Lichtsignale über eine große Entfernung mit möglichst geringer Dämpfung übertragen zu können, wäre aus optischer Sicht eine hochreine, relativ dicke Quarz-Glasfaser die optimale Lösung. In der Praxis wären allerdings, abgesehen von den sehr hohen Herstellungskosten, die mechanischen Eigenschaften einer derartigen Quarz-Glasfaser nicht mehr akzeptabel. Die Faser würde bereits bei der geringsten mechanischen Beanspruchung zerbrechen, und bei der Verlegung der Leitung würde der extrem große Biegeradius stören. Daher kam es vor mehr als 20 Jahren zur

Einführung der Glasbündelfaser. Eine 1 mm dicke Glasbündelfaser besteht aus ca. 300 einzelnen Glasfasern mit einem Durchmesser von ca. 50 bis 55 μm . Jede einzelne Faser wiederum besteht aus einem ca. 48 μm dicken Kern mit einem 2 bis 3 μm dicken Mantel aus Kunststoff.

Glasbündelfasern verfügen über eine hervorragende mechanische Flexibilität, so daß Biegeradien von 5 mm ohne Übertragungsverluste realisierbar sind. Des Weiteren lassen sich bei derartigen Leitungen recht große Entfernungen überbrücken. Glasbündelleitungen weisen im infraroten Wellenbereich um 800 bis 900 nm die geringste Dämpfung (ca. 20 dB / 100 m) und im sichtbaren Bereich um 650 nm die höchste Dämpfung (ca. 40 dB / 100 m) auf. Als Sender und Empfänger sind daher vorzugsweise opto-elektronische Bauelemente im infraroten Wellenbereich einzusetzen.

Die Konfektionierung von Glasbündelfasern ist relativ schwierig und vom Anwender in der Regel nicht mehr zu bewerkstelligen. Aus diesem Grunde wird von den meisten Herstellern eine Konfektionierung mit Faserendhülsen angeboten.

Die maximal zu übertragende Datenrate wird in erster Linie von den Sendee- und Empfangskomponenten und nicht von der Glasbündelleitung, mit mehr als 50 MHz Bandbreite bei 100 m Leitungslänge, bestimmt. Verschiedene Sendee- und Empfangsbaulemente im infraroten Wellenbereich für den Einsatz von Glasbündelfasern werden von der Firma SIEMENS angeboten.

Kunststoff-Lichtwellenleiter

Da, wie bereits erwähnt, eine Konfektionierung von Glasbündelfasern relativ

aufwendig ist und somit die Kosten für die breite Anwendung in der Konsumer- und Kommunikationselektronik zu hoch sind, kam es vor ca. 10 Jahren zur Einführung der Kunststoff-Lichtwellenleiter. Kunststoff-LWL sind erheblich preisgünstiger herzustellen und unproblematisch in der Konfektionierung.

Nach anfänglichem Einsatz im Industriebereich (Anzeigeeinheiten usw.) eroberte die optische Informationsübertragung über Kunststoff-LWL immer mehr Anwendungsgebiete. Zum einen begünstigen recht preisgünstige Sendee- und Empfangsbaulemente mit geringer externer Beschaltung den Einsatz in kostensensiblen Gerätekonzepten, während zum anderen die elektromagnetische Verträglichkeit der Geräte eine immer wichtigere Rolle spielt. So lassen sich mit Lichtwellenleitern äußerst störungsempfindliche Übertragungsstrecken realisieren, die ihrerseits keine Störungen an die Umgebung abgeben. Gerade die elektromagnetische Verträglichkeit wird in Zukunft aufgrund des neuen EMV-Gesetzes erheblich an Bedeutung gewinnen.

Kunststoff-LWL mit den entsprechenden Sendee- und Empfangskomponenten werden von verschiedenen Herstellern, wie z. B. SIEMENS und TOSHIBA, produziert.

Der eigentliche Lichtwellenleiter besteht aus einem 970 μm oder 980 μm dicken Kern aus Polymethylnaphthaacrylat (PMMA), der wiederum von einem ca. 30 μm dicken Mantel aus floriertem Kunststoff umgeben ist. Je nach Anforderung ist der eigentliche Lichtwellenleiter mit 1 oder 2 Schutzhüllen aus Polyäthylen oder PVC umgeben, so daß sich ein Gesamtdurchmesser von ca. 2,2 mm ergibt.

Kunststoff-LWL sind wie die Glasbündelfasern mechanisch sehr flexibel und völlig unproblematisch in der Verlegung, so daß selbst Biegeradien von 20 mm zulässig sind, ohne daß dadurch die Leitungsdämpfung zunimmt.

Während bei Glasbündelfasern die minimale Leitungsdämpfung im infraroten Lichtbereich liegt, ist die Leitungsdämpfung bei den Kunststoff-LWL im sichtbaren Lichtbereich am geringsten. So beträgt z. B. die Dämpfung bei 560 nm Wellenlänge (grün) ca. 20 dB / 100 m, bei 660 nm (rot) ca. 30 dB / 100 m und bei 950 nm im infraroten Bereich ca. 300 dB / 100 m Leitungslänge.

Lichtwellenleiter-Konfektionierung

Die Konfektionierung der Kunststoff-LWL ist im Gegensatz zu Glasbündelfasern denkbar einfach und ohne Spezialwerkzeuge möglich. Bei den in Abbildung 1 abgebildeten Lichtleiterbaulementen der Firma SIEMENS sind keine Stecker erforder-

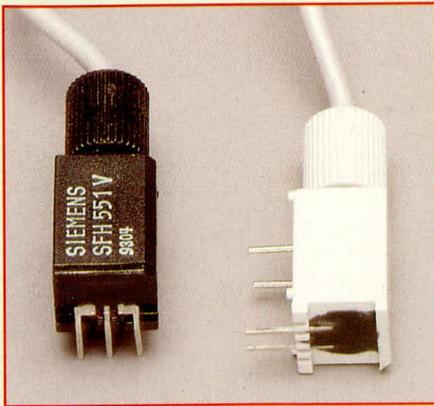


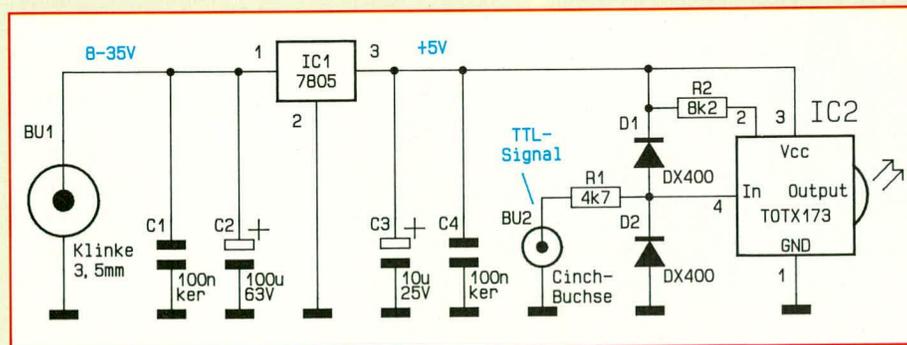
Bild 1: Lichtwellenleiter-Bauelemente von SIEMENS kommen ohne Steckverbindungen aus

derlich. Die Leitungen werden mit einem scharfen Abbrechklingenmesser auf die gewünschte Länge zugeschnitten, in die entsprechenden Öffnungen der Sende- und Empfangsmodule gesteckt und mit einer Drehung der zugehörigen, verliersicheren Rändelmutter festgesetzt. Für längere Übertragungsstrecken sollten die Faserenden (Schnittflächen) zusätzlich mit einem Naßschleifpapier (Körnung 600) poliert werden.

Die Konfektionierung der TOSHIBA-Lichtwellenleiter ist etwas aufwendiger, aber auch ohne Spezialwerkzeuge schnell und einfach möglich. Zunächst wird der PVC-Schutzmantel auf einer Länge von 8 mm entfernt, so daß der eigentliche Lichtleiter freiliegt. Eine Verletzung des Lichtleiters (Seele) sollte dabei aber unbedingt vermieden werden.

Danach wird der Lichtwellenleiter bis

Bild 2 zeigt die Schaltung des optischen Senders



zum Anschlag in den Stecker eingeführt, so daß die Seele jetzt über der Steckerfront übersteht. Anschließend wird mit einem Clip an der Unterseite des Steckers der Leiter festgesetzt und der an der Steckerfront überstehende Lichtleiter mit einem scharfen Abbrechklingenmesser bündig abgeschnitten.

Als letzter Arbeitsschritt erfolgt das Polieren der Schnittflächen mit einem

600er-Naßschleifpapier.

Neben dem Selbstkonfektionieren der Lichtwellenleiter besteht auch die Möglichkeit, fertig konfektionierte Leitungen in den Längen 1 m, 2 m, 5 m und 10 m einzusetzen.

Als nächstes wollen wir uns mit den TOSHIBA-Sende- und Empfangsbauelementen, die unter der Bezeichnung TOTX173 und TORX73 angeboten werden, etwas näher befassen.

Diese Bauelemente sind in der digitalen Audiotechnik sehr verbreitet und somit an CD-Playern und DAT-Recordern mit digitalen optischen Schnittstellen zu finden.

Aus diesem Grunde haben wir uns auch entschlossen, diese TOSHIBA-Bauelemente in unseren Wandlerschaltungen einzusetzen.

Auch wenn bereits viele digitale Audiogeräte mit digitaler Schnittstelle ausgestattet sind, so bedeutet dies noch lange nicht, daß die Geräte auch gleichzeitig eine optische Schnittstelle besitzen. So gibt es CD-Player mit digitalem Koax-Ausgang, andere Geräte verfügen nur über einen optischen Ausgang, und einige teure High-End-Geräte sind sowohl mit einem Koax-(Cinch-Buchse) als auch mit einem optischen Digital-Ausgang ausgestattet. Das gleiche gilt auch für DAT-Recorder, wo

diosignalen können die Bausteine natürlich auch universell zur optischen Signalübertragung dienen. So bietet z. B. die optische Signalübertragung im Bereich der Computertechnik, besonders in „störstrahlungsverseuchter“ Umgebung, erhebliche Vorteile. Übertragungsfehler aufgrund äußerer Einstreuung gehören bei der optischen Übertragung der Vergangenheit an. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, daß optische Leitungen in empfindlicher elektromagnetischer Umgebung selber keine Störungen erzeugen.

Bei der Überbrückung von großen Entfernungen mit herkömmlichen Datenleitungen spielen aufgrund unterschiedlicher Stromnetze Massenpotentialdifferenzen eine wichtige Rolle. Kaum lokalisierbare Übertragungsfehler sind dann die Folge. Auch diese Probleme können durch eine galvanische Trennung mit Lichtwellenleitern behoben werden.

In der Meßtechnik ist eine galvanische Trennung häufig aus Sicherheitsgründen sogar zwingend vorgeschrieben.

Die verwendeten Transmitter TOTX173 und Receiver TORX173 sind in der Lage, Datenraten von bis zu 6 MBit/sek., entsprechend einer Frequenz von 3 MHz zu verarbeiten. Die maximale Übertragungslänge beträgt dabei 10 m.

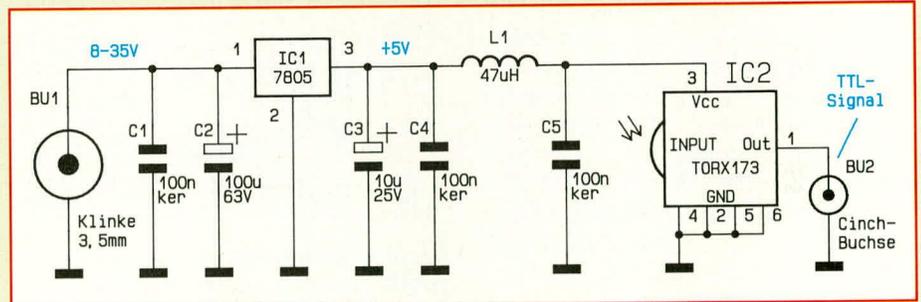


Bild 3: Schaltung des optischen Empfänger-Bausteins mit Spannungsversorgung

TTL-Opto-Wandler

Die mit sehr geringem Aufwand realisierte Schaltung des optischen Senders ist in Abbildung 2 zu sehen. Das digitale TTL-Signal wird der Schaltung an der Cinch-Buchse BU 2 zugeführt und über den Widerstand R 1, der zusammen mit den beiden Dioden D 1, D 2 eine Eingangsschutzschaltung bildet, direkt auf den Eingang des Transmitterbausteins TOTX173 gekoppelt.

Die externe Beschaltung des Bausteins besteht nur aus einem einzigen Widerstand (R 2), der die interne Verstärkung festlegt. Die Versorgungsspannung wird der Schal-

z. B. einige Geräte keinen optischen Eingang besitzen.

Die digitalen Koax-Ausgänge führen in der Regel Signale mit TTL-Pegel.

Um die Inkompatibilitäten der verschiedenen digitalen Schnittstellen untereinander zu beseitigen, können nun unsere TTL-Opto- bzw. Opto-TTL-Wandler wertvolle Hilfe leisten.

Neben der Wandlung von digitalen Au-

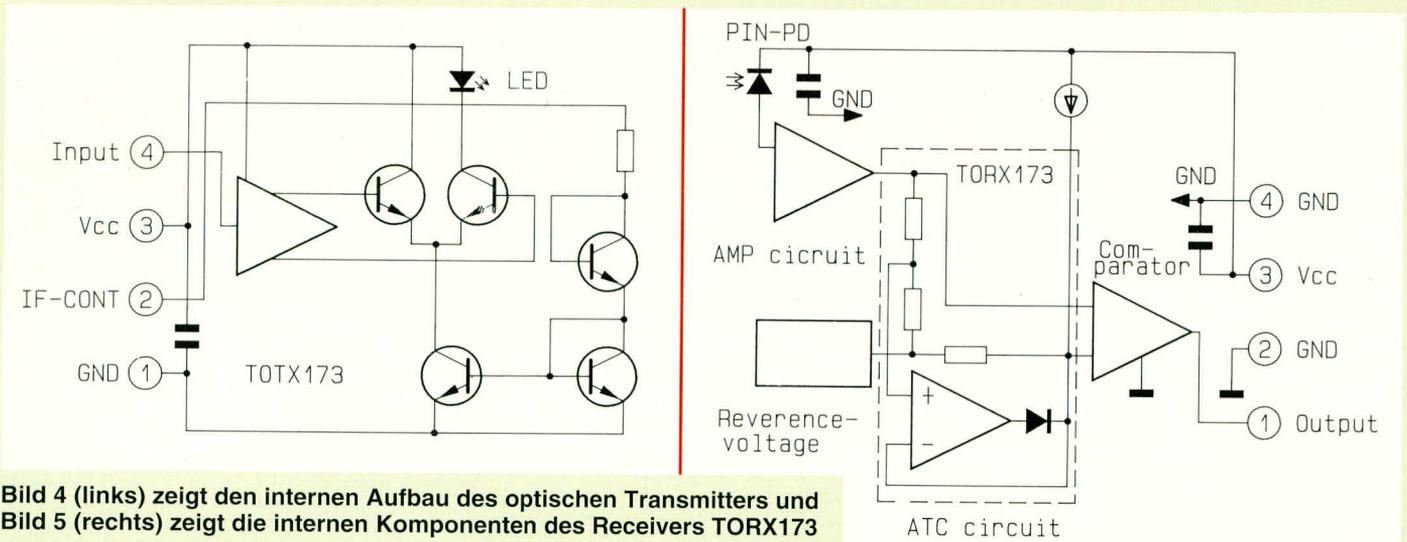


Bild 4 (links) zeigt den internen Aufbau des optischen Transmitters und Bild 5 (rechts) zeigt die internen Komponenten des Receivers TORX173

nung an der Klinkenbuchse BU 1 zugeführt und mit Hilfe des Spannungsreglers IC 1 stabilisiert.

Während der Ladeelko C 2 die unstabilierte Versorgungsspannung puffert, dienen die Kondensatoren C 1, C 3 und C 4 zur Schwingneigungs- und Störunterdrückung. Das in Abbildung 4 dargestellte Blockschaltbild zeigt den internen Aufbau des Transmitters TOTX173.

Opto-TTL-Wandler

Um optische, digitale Signale in TTL-Signale zu verwandeln, wird die in Abbildung 3 veröffentlichte Schaltung, die eigentlich nur aus dem Empfängerbaustein mit der entsprechenden Spannungsversorgung besteht, benötigt. Das Lichtsignal wird dem Receiver TORX173 über den entsprechenden Steckverbinder zugeführt.

Ausgangsseitig steht an der Cinch-Buchse BU 2 dann bereits das gewandelte TTL-Signal an.

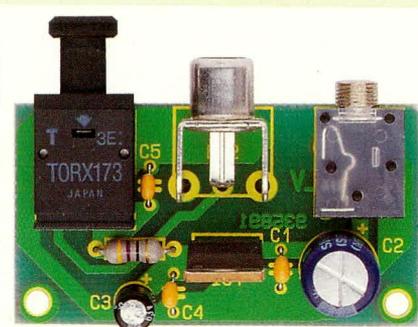
Sämtliche zur Wandlung erforderlichen Komponenten sind im Receiver-Baustein TORX173 enthalten, so daß nur noch eine stabile Versorgungsspannung benötigt wird.

Genauso wie beim Transmitter-Modul, wird auch beim Receiver die Spannungsstabilisierung mit einem Spannungsregler des Typs 7805 vorgenommen.

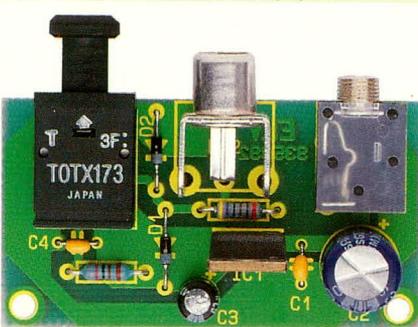
Die unstabilierte Versorgungsspannung wird dem Modul an der Klinkenbuchse BU 1 zugeführt und mit C 2 gepuffert. Die Kondensatoren C 1, C 3 und C 4 dienen zur allgemeinen Stabilisierung und Schwingneigungsunterdrückung. Da der Empfängerbaustein eine sehr stabile Versorgungsspannung benötigt, wurde mit den Bauelementen L 1 und C 5 noch ein Siebglied nachgeschaltet.

Abbildung 5 zeigt den internen Aufbau des Receivers TORX173.

Die Wandlerbausteine sind jeweils zusammen mit der Spannungsversorgung und



Ansicht der Empfängerplatine mit zugehörigem Bestückungsplan



Fertig aufgebaute Senderplatine mit zugehörigem Bestückungsplan

Stabilisierung auf einer kleinen Leiterplatte untergebracht, die sowohl in bestehende Geräte eingebaut als auch extern in einem kleinen Gehäuse untergebracht werden können. Der Anschluß der Wandlerbausteine ist dabei denkbar einfach. Während die Verbindung des Lichtwellenleiters mit den bereits beschriebenen Steckverbindungen erfolgt, dient zum Anschluß der TTL-Signale jeweils eine Cinch-Buchse. Die Spannungsversorgung der beiden Wandlerschaltungen erfolgt jeweils über eine 3,5 mm-Klinkenbuchse, wobei bereits ein kleines unstabiliertes Steckernetzteil genügt. Natürlich kann beim Einbau in ein bestehendes Gerät auch eine geräteinterne Versorgungsspannung herangezogen werden.

Nachbau

Der Nachbau der beiden kleinen Module ist sehr einfach, da die Schaltung nur aus einer Handvoll Bauelementen besteht.

Für den Sender und den Empfänger steht jeweils eine kleine einseitige Leiterplatte mit den Abmessungen 55 mm x 30 mm bzw. 51 x 29 mm bereit. Die Anschlußbeinchen der Bauteile werden entsprechend dem Bestückungsaufdruck und der Stückliste durch die zugehörigen Bohrungen der Leiterplatten gesteckt und an der Printseite sorgfältig verlötet. Anschließend werden die überstehenden Drahtenden so kurz wie möglich abgeschnitten, ohne die Lötstellen selbst zu beschädigen.

Bei den gepolten Bauelementen, wie Dioden und Elektrolytkondensatoren, ist die richtige Einbaulage (Polarität) zu beachten. Besonders wichtig ist auch, daß die baugleichen Sender- und Empfangsbausteine nicht verwechselt werden. Nach einer sorgfältigen Überprüfung der Leiterplatten hinsichtlich kalter Lötstellen und Lötzinnspritzer können die Module dem bestimmungsgemäßen Einsatz zugeführt werden.

