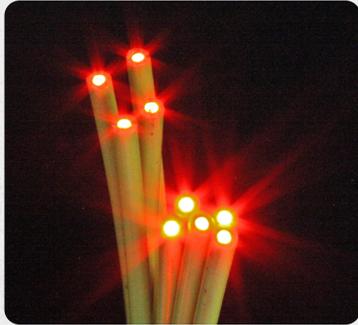


LICHTWELLENLEITER

Zur Übertragung von Signalen werden häufig Kupferkabel verwendet. Durch die Bewegung der Elektronen im Kabel entstehen jedoch Verluste, was sich mit einer begrenzten Datenübertragungsrate bemerkbar macht. Zudem können die Signale von elektromagnetischen Feldern gestört werden. Diese Probleme hat die optische Datenübertragung in Lichtwellenleitern nicht.

Glas- oder Kunststofffasern

In der Mitte der 1960er Jahre wurden die ersten Systeme zur Datenübertragung mittels Licht entwickelt. Das Licht aus einer Laserdiode wurde dabei über eine Glasfaser an eine Fotodiode gesendet. Es brauchte allerdings noch einige Jahre, bis eine Faser hergestellt werden konnte, die hochrein ist und praktisch keine Verunreinigungen aufweist, welche die Übertragung stört.

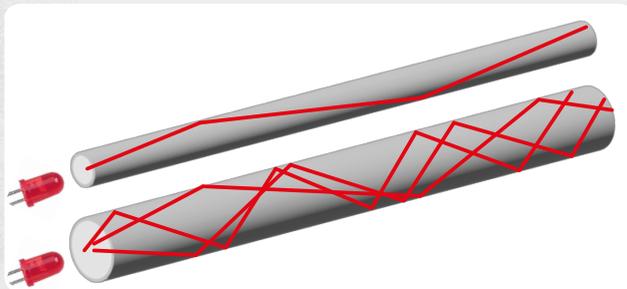


Lichtwellenleiter nutzen Lichtimpulse, um Daten schnell und sicher übertragen zu können. Als Träger dienen dünne Glas- oder Kunststofffasern. Je nach Anwendung werden unterschiedliche Farben verwendet. Im Auto wird das Licht üblicherweise mit einer roten LED erzeugt.

Heute werden die Glasfasern aus reinem oder leicht dotiertem Siliziumdioxid hergestellt. Der Durchmesser kann dabei einige Mikrometer bis zu einem Millimeter betragen. Licht hat im Vakuum eine Geschwindigkeit von rund 300'000 km/s. Im Lichtwellenleiter erreicht man heutzutage 200'000 km/s. Das bedeutet, dass ein Signal, welches über ein Unterseekabel von Frankreich in die USA geschickt wird, rund 0,03 s für die Distanz braucht. Bei Anwendungen mit erhöhten Anforderungen an die mechanische Belastung, wie im Automobilbau, werden die Lichtwellenleiter aus den Kunststoffen Polymethylmethacrylat (PMMA, Acrylglas) und Polycarbonat (PC) hergestellt. Sie sind zwar deutlich weniger empfindlich als Glasfasern, haben aber eine hohe Dämpfung, so dass sie langsamer sind und nur für Distanzen bis ca. 100 m verwendet werden können. Als Standard hat sich dabei ein rotes Licht mit einer Wellenlänge von 650 nm und ein Kerndurchmesser von 1 mm durchgesetzt.

Singlemode und Multimode

Die leistungsfähigsten Datenkabel verbinden die Kontinente und Inseln über Tiefseekabel, die häufig über 10'000 km lang sind und Übertragungsraten im Terabereich ermöglichen. Das System der Datenübertragung ist jedoch nicht überall gleich. Sollen die Daten über einen langen Weg gesendet werden, kommt der sogenannte Singlemode zum Einsatz. Dabei gibt es nur eine Art der Lichtausbreitung. Für kürzere Wege bietet sich der Multimodus an, bei dem mehrere Lichtwege



Das Singlemodekabel hat einen kleinen Kern mit 9 Mikrometer Durchmesser und nur einen einzigen Lichtweg, während das dickere Multimodekabel mehrere Lichtwege zulässt.

möglich sind. Dieses System ist günstiger, wird normalerweise aber nur in lokalen Netzwerken (LAN) verwendet. Zur einfacheren und grenzüberschreitenden Handhabung sind die Fasern nach ISO-Norm klassifiziert. Neben der Datenübertragung können Lichtwellenleiter auch für weitere Anwendungen eingesetzt werden. Dazu gehört die Beleuchtung im Fahrzeug oder bei Endoskopen, die Weitergabe von Audiosignalen, die Messtechnik und das Laserschweißen.

Handhabung in der Werkstatt

Im Fahrzeug ist das Lichtwellenleitersystem in einer Ringstruktur aufgebaut (vgl. MXC-Sheet 12/2022). Das heisst, ein Teilnehmer sendet Lichtimpulse zum nächsten Teilnehmer. Dieser empfängt das Licht und sendet es weiter, bis die Information wieder beim ursprünglichen Gerät ist. Jedes Gerät hat also einen zweipoligen Stecker. Ein Pin ist der Eingang des Lichts, der andere Pin der Ausgang. Ist das System in Betrieb und wird der Stecker abgezogen, muss also ein Pin leuchten. Zur einfacheren Diagnose wird im Auto normalerweise ein rotes Licht verwendet. Leuchtet nichts, ist entweder das Kabel unterbrochen oder ein Teilnehmer defekt. Ist kein Diagnosemanager vorhanden, muss bei einem Fehler die Stelle gesucht werden, an welcher das Licht noch vorhanden ist. An diesem Stecker kann jetzt ein Brückenstecker montiert werden. Dieser Stecker verbindet Eingang und Ausgang. Funktionieren nun die restlichen Geräte im Ring einwandfrei, liegt der Fehler am ausgesteckten Gerät. Ansonsten ist das Kabel zwischen diesem Gerät und dem nächsten defekt.

Beim Arbeiten mit den Kabeln und Steckern ist auf eine absolute Sauberkeit zu achten. Schmutzpartikel oder nicht korrekt sitzende Stecker führen unweigerlich zu einer fehlerhaften Übertragung. Ist der Leiter an einer Stelle defekt, erlauben einige Fahrzeughersteller die Reparatur, andere fordern den Austausch. Zur Reparatur sind die vorgesehenen Schneid- und Crimpwerkzeuge zu verwenden. Beim Einbau ist darauf zu achten, dass an dem Kabel nicht mit grosser Kraft gezogen wird und keine Biegeradien unter 25 mm vorhanden sind. Sind die Radien zu klein, kann das Licht nicht mehr durch Totalreflexion weitergeleitet werden, sondern werden zurückgeworfen (reflektiert). Die Enden der Fasern müssen sauber sein und dürfen nur mit grosser Vorsicht gereinigt werden, damit keine Kratzer an der Oberfläche entstehen. Weil im Auto nicht Glas- sondern Kunststofffasern (POF, Plastic Optical Fiber) verwendet werden, ist eine minimale Ungenauigkeit tolerierbar.



Erlaubt der Fahrzeughersteller die Reparatur des Lichtwellenleiters, sind spezielle Werkzeuge zum Schneiden, Abisolieren und Crimpen der Stecker zu verwenden. Damit keine Schmutzpartikel das Ergebnis verfälschen, ist auf eine absolute Sauberkeit zu achten.

Eine Brücke verbindet den Eingang und den Ausgang an einem Stecker. Damit kann einfach festgestellt werden, ob der Fehler am Kabel oder am Steuergerät liegt.

Im Lichtwellenleiter werden die Signale optisch als Lichtimpulse weitergeleitet. Das Licht kann annähernd Lichtgeschwindigkeit erreichen und wird nicht durch elektromagnetische Felder beeinflusst. Als Fasermaterial wird entweder hochreines Glas oder, wenn mechanische Belastungen vorhanden sind, Acrylglas verwendet. Im Auto finden wir Lichtwellenleiter vor allem bei Multimediaanwendungen.

LICHTWELLENLEITER

Fragen zum MechaniXsheet – Der Check!

1. Nennen Sie die Vorteile des Lichtwellenleiters gegenüber Kupferkabeln.

2. Lichtwellenleiter können aus Glas oder aus Polymeren hergestellt sein. Was sind die jeweiligen Vor- und Nachteile?

3. Erklären Sie den Unterschied zwischen Singlemode- und Multimode-Lichtwellenleitern.

4. Lichtwellenleiter werden für die Datenkommunikation verwendet. Nennen Sie weitere Anwendungsbeispiele.

5. Beschreiben Sie die wichtigsten Regeln beim Arbeiten mit Lichtwellenleitern in der Werkstatt.