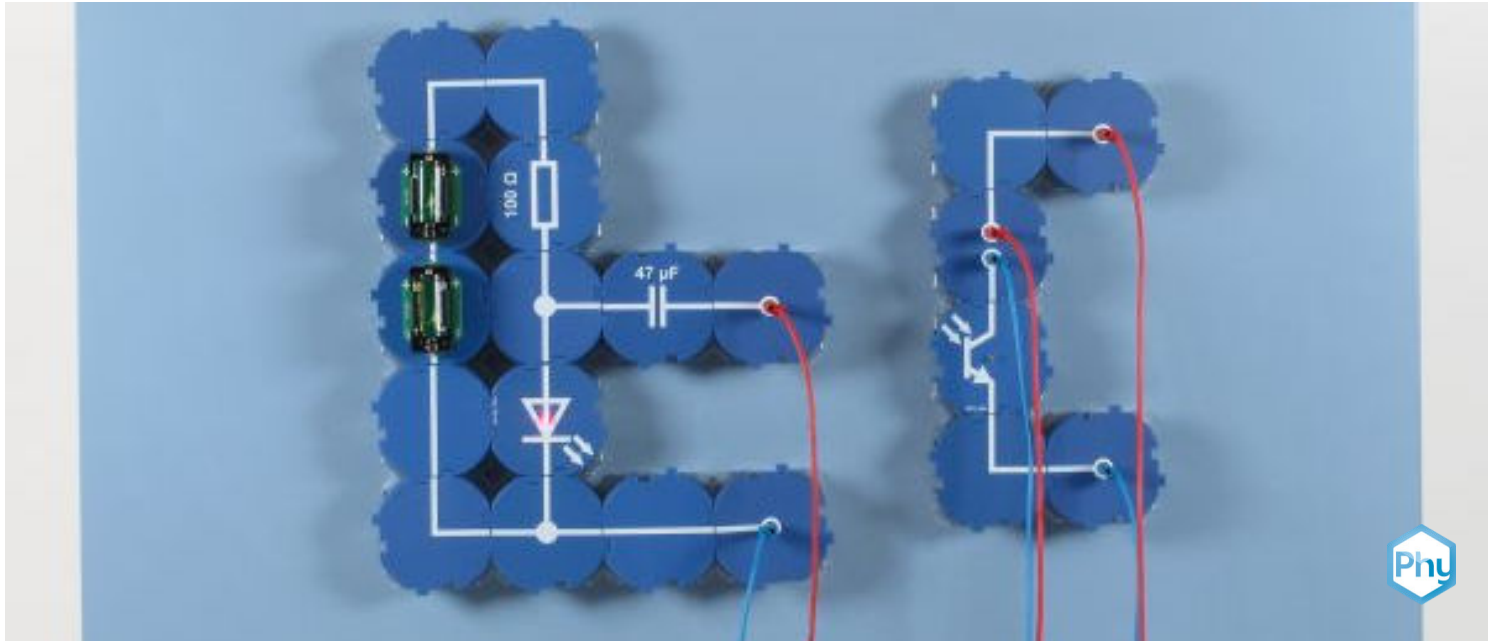


Informationsübertragung durch einen Lichtleiter



P1402300 - In diesem Versuch wird nachgewiesen, dass ein Lichtleiter digitale und analoge elektrische Signale übertragen kann.

Physik

Elektrizität & Magnetismus

Elektromagnet. Schwingungen & Wellen



Schwierigkeitsgrad

schwer



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

20 Minuten

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/640dc6cd30d42900027cc710>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung

PHYWE



Glasfaserkabel

Mithilfe von Lichtleitern ist es möglich, Telefongespräche, Computerdaten, Fernsehbilder oder Rundfunkprogramme zu übertragen. Die Nachrichtenübertragung oder Informationsübertragung erfolgt mithilfe von Licht. Dazu werden elektrische Signale in Lichtschwankungen bzw. Lichtimpulse umgewandelt. Das geschieht in elektrooptischen Wandlern. Diese Impulse werden auf das Lichtleitkabel übertragen. Bei längeren Strecken werden in größeren Abständen Lichtverstärker eingebaut, um die Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen auszugleichen. Das Licht gelangt anschließend in einen optoelektrischen Wandler, in dem die Lichtimpulse wieder in elektrische Signale umgewandelt werden.

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten mit der Funktionsweise eines Transistors vertraut sein.

Prinzip



Mithilfe einer Leuchtdiode kann Licht über größere Entfernungen übertragen werden. Wegen der hohen Frequenz des Lichtes können gleichzeitig zahlreiche Bild- und Tonsignale übertragen werden. Die unterschiedlichen Signalformen bei digitaler und analoger Übertragung können demonstriert werden.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollen mit dem vorgesehenen Versuch erkennen, wie die Nachrichtentechnik Daten überträgt und umwandelt.

Aufgaben



Weise nach, dass ein Lichtleiter digitale und analoge elektrische Signale übertragen kann.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie

PHYWE

Lichtleiter sind spezielle Kabel aus durchsichtigen, optisch relativ dichten Materialien, die das Licht unter Ausnutzung der Totalreflexion weiterleiten. Die bekannteste Form der Lichtleiter sind Glasfasern, bei denen als lichtleitender Stoff Glas verwendet wird. Genutzt werden können auch spezielle Kunststoffe.

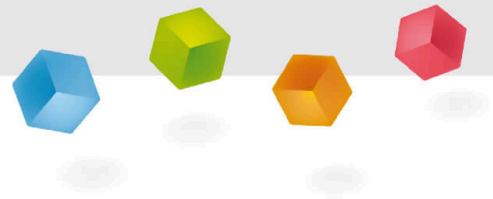
Die einzelnen Glasfasern haben Durchmesser von $0,005\text{ mm}$ bis $0,5\text{ mm}$. Glasfaserkabel bestehen aus Tausenden dieser einzelnen Glasfasern. Sie werden gebündelt und mit einer Isolierschicht versehen. Bei der Totalreflexion geht fast keine Lichtenergie verloren. Natürlich findet aber im Lichtleiter eine ständige Umwandlung von Lichtenergie in andere Energieformen statt. Die Lichtintensität nimmt beim Durchgang durch das Kabel ab. Bei der lichttechnischen Nachrichtenübertragung ist dieser Umstand von großer Bedeutung. Relativ geringen Ansprüchen an die optische Güte müssen einfache Lichtleiter genügen. Sie dienen lediglich dem Transport von Lichtenergie und werden als Glasfaserleuchten, beispielsweise in Großraumbüros, genutzt. An Glasfaserleuchten kann man eindrucksvoll beobachten, dass das Licht sie fast ausschließlich an den Enden verlässt.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Leitungs-Baustein, gerade, DB	09401-01	2
3	Leitungs-Baustein, winklig, DB	09401-02	6
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, DB	09401-03	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen, DB	09401-04	4
6	Leitungs-Baustein, Anschlussbaustein, DB	09401-10	4
7	Batteriehalter (Typ C), SB	05605-00	2
8	Widerstand 100 Ohm, DB	09413-10	1
9	Kondensator (ELKO) 47 μ F, DB	09445-47	1
10	Leuchtdiode für Lichtleiter, DB	09461-00	1
11	Fototransistor, DB	09458-00	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	2
13	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-01	2
14	Verbindungsleitung, 32 A, 1000 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07363-04	2
15	Lichtleiter, 2000 mm	09461-02	1
16	Lautsprecher 8 Ohm/5 kOhm	13765-00	1
17	PHYWE Netzgerät, universal mit Analoganzeige, RiSU 2019 konform, DC: 18 V, 5 A / AC: 15 V, 5 A	13503-93	1
18	PHYWE Digitaler Funktionsgenerator, USB	13654-99	1
19	Elektrische Symbole für Demo-Tafel, 12 Stück	02154-03	1
20	Batterie Babyzelle, 1.5 V (Typ C), R14 (IEC-Typ), 2er Pack	07400-00	2
21	Schraubzwinge	02014-00	2

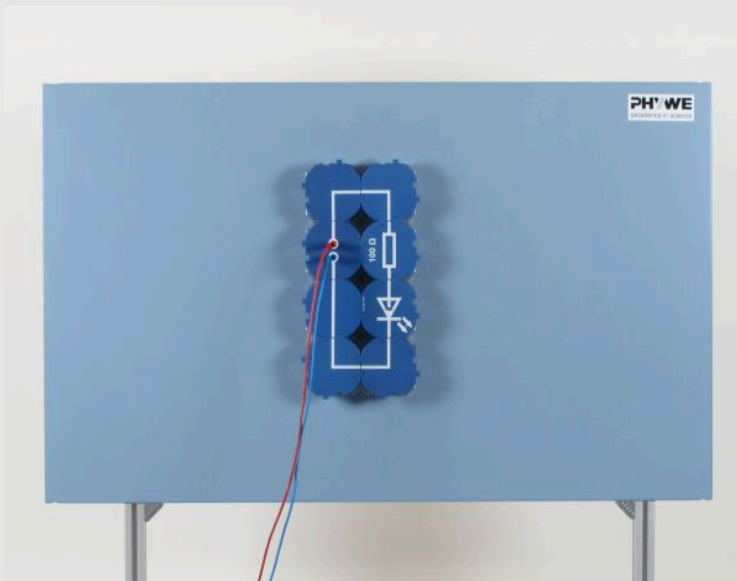
PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau

PHYWE



- Baue zunächst Teil 1 der Schaltung gemäß der Abbildung mit Leuchtdiode auf. Verwende den Lichtleiter noch nicht.

Durchführung (1/5)

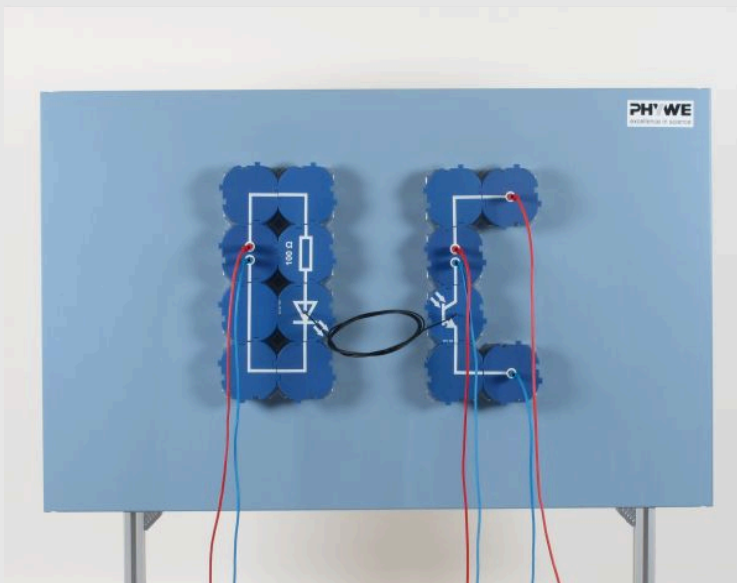
PHYWE

- Stelle am Funktionsgenerator eine Rechteckspannung der Frequenz von 1 Hz bis 10 Hz und eine Spannung von 2 V ein. Beobachte die Leuchtdiode.
- Stecke den Lichtleiter auf die Leuchtdiode auf und beobachte das Licht am Ende des Lichtleiters.
- Erhöhe allmählich die Signalfrequenz des Funktionsgenerator und beobachte das Licht am Ende des Lichtleiters. Bewege das Ende des Lichtleiters rasch und beobachte dabei das Licht (1).
- Stelle die Spannung am Funktionsgenerator wieder zurück.



Durchführung (2/5)

PHYWE



- Erweitere den Versuchsaufbau entsprechend der Abbildung links. Verwende den Lautsprecheranschluss $5\text{ k}\Omega$ (Leitungsbaustein, unterbrochen oberhalb vom Fototransistor).
- Stelle für den Fototransistor eine Gleichspannung von 10 V ein (mit beiden einzelnen Anschlussbausteinen verbinden). Achte auf die richtige Polung.
- Stecke den Lichtleiter auf den Fototransistor auf.

Durchführung Versuch (3/5)

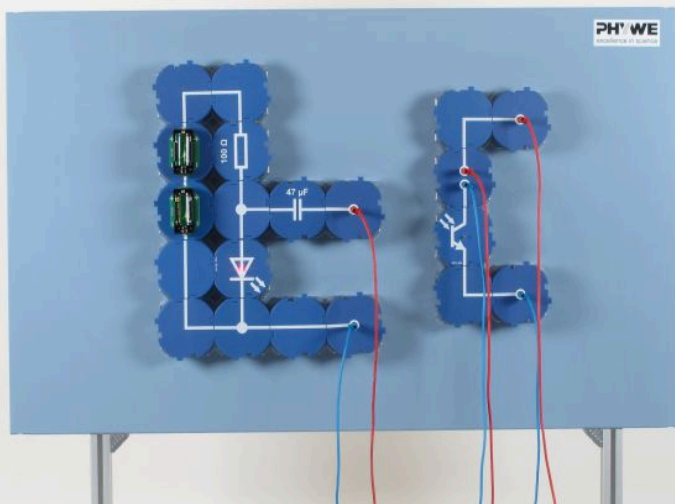
PHYWE

- Stelle am Funktionsgenerator zunächst eine Frequenz von 400 Hz ein und erhöhe die Signalspannung am Funktionsgenerator, bis der Ton im Lautsprecher hörbar wird, jedoch den Maximalwert von 2 V nicht überschreiten.
- Verändere die Frequenz der Signalspannung am Funktionsgenerator. Notiere qualitativ die Tonhöhe (2).
- Nimm den Lichtleiter von der Leuchtdiode ab und stecke ihn wieder auf.
- Schalte das Netzgerät und den Funktionsgenerator aus.



Durchführung (4/5)

PHYWE



- Verändere den Versuchsaufbau gemäß der Abbildung links.

Durchführung (5/5)

PHYWE

- Schalte den Funktionsgenerator noch nicht ein und beobachte das Licht am Lichtleiterende.
- Schalte den Funktionsgenerator auf Sinusspannung um, stelle eine Frequenz von 1 Hz und eine Spannung von 2 V ein. Beobachte das Licht am Lichtleiterende, erhöhe dann allmählich die Frequenz.
- Stecke den Lichtleiter auf den Fototransistor auf, schalte das Netzgerät ein und weise die Signalübertragung bei unterschiedlichen Signalfrequenzen nach (3).



Glasfaser-Optik

PHYWE



Beobachtung und Auswertung

Beobachtung und Auswertung

PHYWE

Im ersten Versuch wird das Verfahren der digitalen Übertragung von Informationen durch Lichtleiter demonstriert, das in der Nachrichtentechnik ausschließlich zur Anwendung kommt. Hierzu werden die zu übertragenden Bild- oder Tonsignale in digitale Signale umgewandelt, mit denen ein als Leuchtdiode verwendeter Laser mit hoher Frequenz geschaltet wird.

Für die im dritten Versuch demonstrierte Übertragung von analogen Signalen wird durch eine Gleichspannung bewirkt, dass die Leuchtdiode auch ohne Signal Licht erzeugt. Durch die überlagerte Signalspannung wird die Helligkeit des Lichtes moduliert. Bei zu hoher Amplitude der Signalspannung oder fehlender Gleichspannung wird das Signal stark verzerrt.

Mithilfe einer Leuchtdiode kann Licht über größere Entfernungen übertragen werden. Wegen der hohen Frequenz des Lichtes können gleichzeitig zahlreiche Bild- und Tonsignale übertragen werden. Die unterschiedlichen Signalformen bei digitaler und analoger Übertragung können demonstriert werden, wenn die Kollektorspannung mithilfe der Cobra SMARTsense Sensoren oder eines Oszilloskops beobachtet wird.