

ZUNÄCHST SIEHT MAN ES NUR, DANN KANN MAN ES AUCH HÖREN

Altersstufe: 10-18 Jahre

Benötigtes Material

- Laserzeiger-modifiziert, damit Wechselstrom parallel zur Gleichstromquelle (Batterie) geschaltet werden kann
- Tragbaren CD- oder Kassettenspieler
- Photodiode oder Phototransistor (Photohalbleiter)
- Lautsprecher mit eingebautem Verstärker
- Modulationsmittel: Kamm, Puder usw.
- Draht, um den Spieler mit dem Laserzeiger, und die Photodiode mit dem Lautsprecher zu verbinden
- eine Platte, auf der alle Teile montiert werden können

Bildungsziel

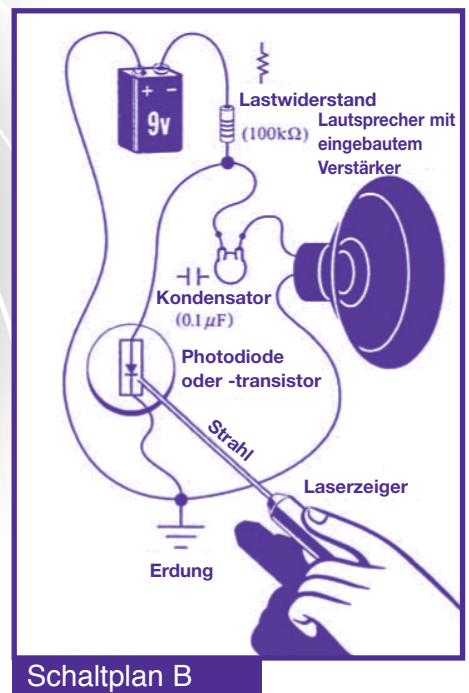
- Lernen, wie man Schall in Lichtimpulse umwandeln und übertragen kann
- Sehen, wie Energie zwischen Licht, Elektrizität und Schall umgewandelt wird
- Optische Kommunikation verstehen lernen

Hintergrundwissen

Das von einem Laser ausgestrahlte Licht ist als eine Lichtquelle besonderer Art bekannt. Für nichtmilitärische Zwecke wird diese Technik in CD-Spielern, Laserzeigern, Kassenscanner im Supermarkt, zur optischen Texterkennung und zu chirurgischen Zwecken eingesetzt. Ein weiterer wichtiger und verbreiteter Einsatzbereich der Lasertechnik ist die optische Kommunikationstechnik. Egal ob es sich um Telefongespräche oder Internetkommunikation handelt, der weitaus größte Teil der Informationsübertragung über große Distanzen erfolgt durch die Übertragung der von Lasern ausgesandten Lichtsignale durch Netzwerke aus Glasfaserkabeln. Ein Laser sendet einen besonderen Lichtstrahl aus. LASER ist eine Abkürzung für Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, was aus dem Englischen übersetzt soviel wie Lichtverstärkung durch angeregte Strahlungsaussendung bedeutet. Laser wandeln eingespeiste elektrische oder chemische Energie sowie eingespeistes inkohärentes Licht in gebündelte und kohärente sichtbare, infrarote oder ultraviolette elektromagnetische Wellen um. Unter Licht versteht man normalerweise den sichtbaren elektromagnetischen Wellenbereich, den wir mit unseren Augen wahrnehmen, also „sehen“ können. Infrarote oder ultraviolette elektromagnetische Wellen bezeichnet man häufig als „unsichtbares“ Licht.

Das vom Laser ausgestrahlte Licht, den sogenannten Laserstrahl, stellt man sich normalerweise als einen kontinuierlichen Strahl konstanter Stärke vor. Aber für die Zwecke der Laserkommunikationstechnik kann man den Strahl verändern, d.h. gesteuert modulieren. Als Modulationsverfahren kommen die Amplitudenmodulation (die auch im Frequenzbereich von LW, MW oder KW verwendet wird), bei der die Intensität des ausgesandten Strahls verändert wird, oder die Frequenzmodulation (die im UKW Bereich verwendet wird) in Frage, bei der die Frequenz oder Farbe des Lichtstrahls beeinflusst wird. Durch Modulation wird in den Lichtstrahl ein Signal eingebettet, das dann von dem Lichtstrahl über weite Strecken befördert werden kann, um am Zielort empfangen und genutzt werden zu können. Beispielsweise lässt sich ein Telefongespräch auf diese Weise mit einem modulierten Laserstrahl verschlüsseln und durch die USA oder durch Unterseeverbindungen nach Europa oder Asien senden, wo man das Gespräch dann wieder entschlüsseln und als gesprochenes Wort hören kann.





Schaltungen

Siehe Schaltplan A: Der Laserzeiger besteht aus einer Laserdiode, die durch eine Gleichstrombatterie versorgt wird. Öffnen Sie das Batteriefach und schließen Sie isolierten (Niederstrom) Draht jeweils an den positiven und negativen Pol der Batterie an. Es kann sein, dass das Batteriefach aufgeschnitten und die Batterie mit einem Batteriehalter angeschlossen werden muss. Verwenden Sie einen Kondensator, um den Durchfluss von Gleichstrom durch die Endstufe des CD-/ Kassettenspielers zu verhindern, und schließen Sie die zur Batterie führenden Drähte an die Kopfhörerbuchse an.

Siehe Schaltplan B: Die Batterie ist über einen Lastwiderstand mit der Photodiode verbunden, um eine Sperrvorspannung anzulegen. Wenn Licht auf die Photodiode einfällt, fließt ein Strom durch den Schaltkreis. Nur die Wechselstromkomponente dieses Stroms trägt zum Signal bei, welches über den Kondensator an den Lautsprecher/Verstärker weitergeleitet wird.

Durchführung

- Erklären Sie den Zweck der Vorführung: in einen Laserstrahl durch Modulation Signale einbetten.
- Erläutern Sie, dass Telefon-, Fernseh- und Internetkommunikation mit Hilfe von modulierten Laserstrahlen über Glasfaserkabel abgewickelt werden.
- Führen Sie einen Laserzeiger vor und weisen Sie darauf hin, dass er durch Gleichstrombatterien betrieben wird. Der Laser wandelt die elektrische Energie der Batterien in Lichtenergie um.
- Zeigen Sie den Schülern den Photohalbleiter und erklären Sie ihnen, dass dieser Lichtenergie in elektrische Energie umwandelt.
- Verbinden Sie den Photohalbleiter mit dem Lautsprecher/Verstärker (siehe Schaltplan B) und schalten Sie den Verstärker ein.
- Richten Sie den Laserstrahl auf den Photohalbleiter.
- Unterbrechen Sie den Laserstrahl in Abständen mit ihren Händen oder Fingern, so dass der Photohalbleiter abwechselnd beleuchtet und unbeleuchtet ist. Dabei lässt sich im Lautsprecher ein Klicken hören. Erklären Sie, dass Sie so die Energie des Laserstrahls modulieren, und dass der Lautsprecher das Signal demoduliert, um diesen Ton zu produzieren.

- Bitten Sie eine(n) Schüler(in) nach vorne zu kommen, um den Laserstrahl zu modulieren. Geben Sie dem/der Schüler(in) einen Kamm und bitten Sie ihn/sie, ihn für die Modulation zu verwenden. Sind Sie dem/der Schüler(in) dabei behilflich, den Kamm so zu bewegen, dass seine Zähne abwechselnd das Licht unterbrechen und durchlassen. Indem man die Zähne des Kamms unterschiedlich schnell durch den Laserstrahl hindurch zieht, lassen sich im Lautsprecher Töne unterschiedlicher Frequenz erzeugen. Bitten Sie mehrere Schüler, den Laserstrahl gleichzeitig mit mehreren Kämmen zu modulieren.
- Fordern Sie mehrere Schüler dazu auf, den Laserstrahl mit Talkumpuder oder Kreidestaub zu modulieren. Verdunkeln Sie den Raum. Wenn die Schüler das Puder oder den Staub in die Bahn des Laserstrahls streuen, lässt sich ein jagendes Geräusch, das einem Donner gleicht, aus dem Lautsprecher vernehmen. Zugleich kann man durch das Pulver oder den Staub verursachte Lichtstreuungen sehen.
- Verbinden Sie mit einem Mini-Koaxialkabel den CD-/Kassettenspieler mit dem Laser, indem Sie das eine Ende in den Kopfhöreranschluss stöpseln, während das andere parallel zu den Batterien des Lasers geschaltet ist (siehe Schaltplan A).
- Lassen Sie eine CD oder Kassette spielen. Die Musik ist aus dem Lautsprecher zu hören. Sobald Sie den Laserstrahl unterbrechen wird auch die Musik unterbrochen. Bitten Sie die Schüler, den Laserstrahl mit dem Kamm zu modulieren, während die Musik spielt.
- Erklären Sie, dass auf diese Weise Informationen (Gespräche, Musik, Fernsehprogramme, Internetdaten) um die ganze Welt geschickt werden, indem das Licht anstatt durch die Luft entlang Glasfaserkabeln über Pylone, unterirdisch, oder unter Wasser weitergeleitet wird. Fragen Sie die Schüler was schief gehen könnte, wenn man das Licht einfach durch die Luft senden würde (schlechtes Wetter, Wolken, Staub).

Ergebnis

Laserkommunikationssysteme wurden von Ingenieuren erfunden, entwickelt und gebaut. Ingenieure werfen Fragen auf, entwickeln eine Theorie oder ein Modell, verifizieren ihre Vorstellungen an Hand von Versuchen, erstellen Entwürfe, bauen Prototypen und verbessern sie fortwährend, bis diese bestimmte Leistungsanforderungen erfüllen. Für eine solche Tätigkeit benötigen sie solides Grundlagenwissen in der Mathematik und den Naturwissenschaften. Der vorliegende Unterrichtsstoff wurde von James J. Wynne, IBM für National Engineer Week verfasst.

Internetseiten: www.ibm.com; www.watson.ibm.com/leo