

CLUB APOLLO 13 AUFGABE 5

Radiohören mit eigener Elektronik: Vom Detektor zum WLAN-Empfänger

Die von ElektroingenieurInnen konstruierten elektronischen Schaltungen befinden sich heute in fast allen modernen Geräten, wie z. B. in Fernsehgeräten, CD- und MP3-Playern oder in Handys, aber man findet sie in vielfältiger Weise auch in Autos, Flugzeugen oder Industrierobotern. Viele Hinweise zur Elektrotechnik und zum Studium der Elektrotechnik finden Sie auf dem



 - Schülerportal <http://www.tet.uni-hannover.de/sp/>

Elektronische Schaltungen dienen u. a. zur Verarbeitung und Übertragung von Signalen, die häufig – z. B. bei Sprache und Musik - erst in eine elektrische Form – zumeist in Ströme oder Spannungen – umwandelt werden müssen. Die Signalübertragung kann nur dann drahtlos (wireless) erfolgen, wenn hochfrequente elektromagnetische Wellen verwendet werden. Nach der Umwandlung eines elektrischen Signals in Licht – eigentlich handelt es sich hierbei um eine elektromagnetische Schwingung extrem hoher Frequenz – kann die Datenübertragung sogar mit optischen Hilfsmitteln erfolgen; Fernbedienungen für Fernsehgeräte oder Bluetooth-Verbindungen sind bekannte Beispiele dafür. Neuerdings wird sogar untersucht, ob man solche Konzepte benutzen kann, um die Sehfähigkeit eines Menschen mit Hilfe elektronischer Schaltungen wieder herzustellen. Im Sender muss der zu übertragende Signalinhalt mit einem Modulationsverfahren einer hochfrequenten elektrischen Größe aufgeprägt werden. Die einfachste Art ist die Amplitudenmodulation, die u. a. bei Mittel- und Langwellensendern verwendet wird. Nach der Übertragung muss dann der Signalinhalt im Empfänger aus der hochfrequenten Schwingung zurück gewonnen – demoduliert – werden.

Anhand grundlegender Überlegungen und dem Aufbau einfacher elektronischer Schaltungen sollen Möglichkeiten zur Rückgewinnung des Signalinhaltes aus hochfrequenten elektrischen Signalen untersucht und damit die Grundlage zum Verständnis drahtloser elektronischer Empfangsgeräte gelegt werden (vgl. auch <http://www.niewisch.de/fachtexte/download/rundfunkuebertragung.pdf>).

I. Modulation und Demodulation von Signalen (10 Punkte)

1. Informieren Sie sich mit Hilfe von Literatur und Internet über den Begriff der **Amplitudenmodulation** und erläutern Sie die Vorgänge der **Demodulation** amplitudenmodulierter Signale. Erklären Sie dazu die Zeit- und Frequenzdarstellung von Sprach- oder Musiksignalen mit HiFi-Qualität (welcher Frequenzbereich ist da gemeint?), und beschreiben Sie den Vorgang der Amplitudenmodulation im Frequenzbereich zunächst ohne Formeln anhand eines Frequenzdiagramms. Warum muss man Sprach- und Musiksignale einer hochfrequenten Schwingung aufprägen (modulieren), damit sie drahtlos über große Entfernungen übertragen werden können? Die Erklärung sollte sich auf die Ausbreitung elektromagnetische Schwingungen beziehen.
2. Wir setzen eine sinusförmige hochfrequente Schwingung $x(t) = a \cdot \cos(\omega t)$ mit einer bestimmten Frequenz f ($\omega = 2\pi f$) voraus (z.B. eine Radiowelle), die mit einem sinusförmigen Signal $s(t) = b \cdot \sin(\Omega t)$ mit einer anderen Frequenz F ($\Omega = 2\pi F$) und der Amplitude b

moduliert wird, d. h. wir erhalten die modulierte Trägerschwingung $y(t) = (a + s(t)) \cdot \cos(\omega t)$ - man spricht von **Amplitudenmodulation**.

Untersuchen Sie mit einfachen mathematischen Hilfsmitteln (Hinweis: Additionstheorem), welche Frequenzen in der amplitudenmodulierten Trägerschwingung enthalten sind.

Weiterhin soll die modulierte Trägerschwingung für den Fall $a = 1$, $b = 0.3$ und $\omega = 20 \cdot \Omega$ für ($\Omega = 1$) grafisch dargestellt werden. Wo findet man das Signal in der modulierten Trägerschwingung wieder? (Skizzenhaft andeuten).

Überlegen Sie sich anhand der Zeichnung, wie das Signal zurück gewonnen werden kann (Idee für eine Demodulation).

Informieren Sie sich ein wenig über die Geschichte der drahtlosen Übertragung (1896-1915): Erste Versuche mit drahtloser Übertragung und Beginn des Rundfunks. Warum spricht man von RundFUNK(EN)?

II. Ein Detektorradio (10 Punkte)

- Das Radiosignal bei Mittel- oder Langwelle ist ein amplitudenmoduliertes Signal. Um solche Signale empfangen zu können, wird ein Empfänger benötigt. Ein sehr einfacher wird **Detektor** genannt (siehe Abb. 1). Erklären Sie die Funktionsweise eines Detektors und insbesondere die Art der Demodulation der Trägerschwingung; vergleichen Sie den Vorgang mit dem, was Sie am Ende von I.2 über die Geschichte der drahtlosen Übertragung herausgefunden haben.

Hinweise dazu finden Sie in der Wikipedia oder unter den folgenden Internet-Links:

<http://www.jogis-roehrenbude.de/Detektor/Mende.htm> oder

<http://www.jogis-roehrenbude.de/Detektor/Detektortechnik.htm>

http://www.mydarc.de/dk3wi/html/einfacher_detektorempfanger.html

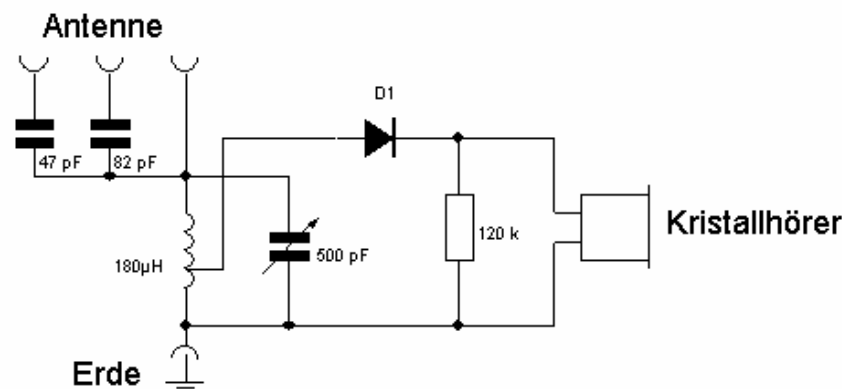


Abb. 1: Einfacher Detektor

- Um den Kopfhörer durch einen Lautsprecher ersetzen zu können, muss das demodulierte Sprach- oder Musiksinal noch verstärkt werden. Dazu kann ein Transistorverstärker eingesetzt werden. Bauen Sie einen Detektor mit einem Transistorverstärker nach Abb. 2 auf einer Lochrasterplatine und machen Sie ein Foto. Nutzen Sie dazu u. a. die genannten Links in II.1. (Innovative) Modifikationen sind natürlich erlaubt. Probieren Sie Ihr Radio aus und studieren Sie, zu welchen Tageszeiten die meisten Sender empfangen werden. Haben Sie für das Ergebnis eine Erklärung?

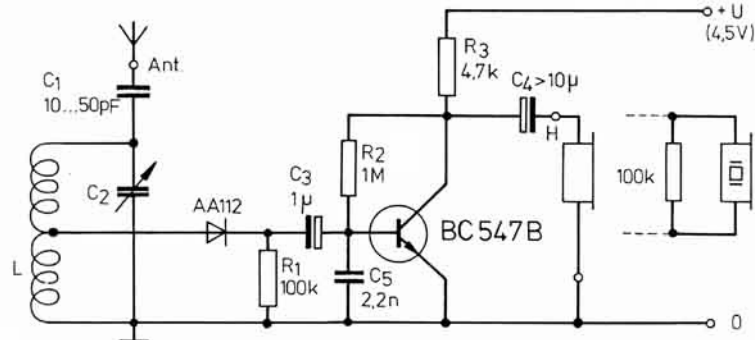


Abb. 2: Detektorradio mit Verstärker, Einzelheiten zur Spule finden Sie unter <http://www.jogis-roehrenbude.de/Detektor/Detektortechnik.htm>

III. Weiterführende Aspekte: Das Reflexaudion (10 Punkte)

1. Verstärkerbauelemente (Elektronenröhren und Transistoren) kann man auch mehrfach nutzen. Erklären Sie anhand von Skizzen das Prinzip eines sogenannten **Reflexaudions** (z.B. Abb. 3), insbesondere im Hinblick auf die Demodulation der Trägerschwingung. Gehen Sie dabei zunächst von einem einfachen **Audion** (siehe Geschichte der drahtlosen Übertragung) aus und erklären Sie dessen Funktionsweise; vgl. auch <http://www.generalatomic.com/teil1/D-III-13.html>. Auch hier sollten Sie ein wenig über die Geschichte des Audion-Empfängers sagen.
2. Bauen Sie ein Reflexaudion z.B. wie in Abb. 3 und vergleichen Sie seine Eigenschaften mit dem Transistorradio in Abb. 2. Auch hierbei sind (innovative) Modifikationen erlaubt und sehr erwünscht. Weitere Hinweise finden Sie im Neuen Jahr unter <http://www.tet.uni-hannover.de/sp/schule/apollo13.htm>

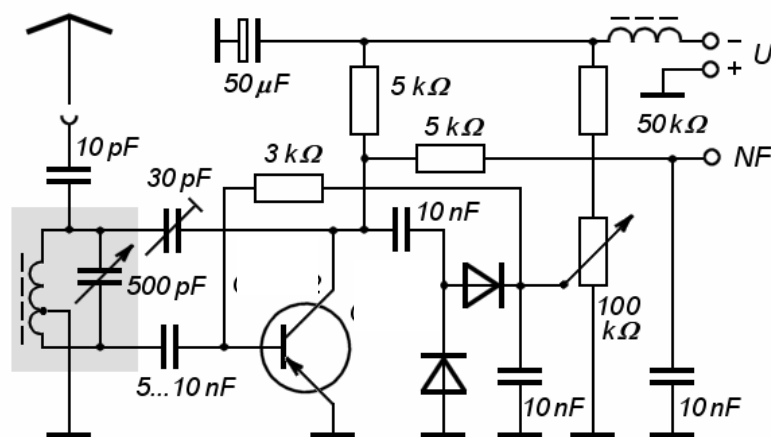


Abb. 3: Beispiel eines Reflexaudions.

Viel Erfolg bei der letzten Aufgabe in diesem Wettbewerb!

Falls Sie Fragen zu den Aufgaben haben oder eine Hilfestellung benötigen, so schauen Sie doch einfach mal in unser Forum: <http://www.unikik.uni-hannover.de/forum/>

Einsendeschluss: Sonntag, der 25. Januar 2009, 23:59.

Senden Sie Ihre Lösungen per E-Mail an: leydecker@unikik.de. Die E-Mail sollte nicht größer als 3 MB sein (die Dateien können Sie zippen)! Bitte geben Sie auch Ihren Teamnamen, die Namen der Gruppenmitglieder sowie deren Schulen an. Bitte schreiben Sie in der Betreffzeile der E-Mail Ihren Gruppennamen und benennen Sie Ihre angehängten Dateien danach.

Sie können/sollten Ihre Lösung auch dann abgeben, wenn Sie die letzte Teilaufgabe (die Profi-Aufgabe) nicht gelöst haben!

Die Teilnahmebedingungen und weitere Informationen finden Sie unter <http://www.unikik.uni-hannover.de/apollo13/>