

HÖHERE TECHNISCHE BUNDESLEHRANSTALT

HOLLABRUNN

Höhere Abteilung für Elektronik – Technische Informatik

Klasse/ Jahrgang: 5BHEL	Gruppe: 4b	Übungsleiter: Prof. Prior
Übungsnummer: II / 3	Übungstitel: Amplitudenmodulation	
Datum der Übung: 17. 11. 2015	Teilnehmer: Baumhackl, Dräxler, Fleischmann, Uhl	
Datum der Abgabe: 01. 12. 2015	Schriftführer: Fleischmann	Unterschrift:

	Beurteilung
Aufgabenstellung	
Dokumentation	
Messschaltungen	
Messtabellen	
Berechnungen	
Programmlistings	
Auswertung	
Diagramme	
Berechnungen	
Simulationen	
Schlußfolgerungen	
Kommentare	
Inventarliste	
Messprotokoll	
Form	
Summe	

Allgemeiner Teil

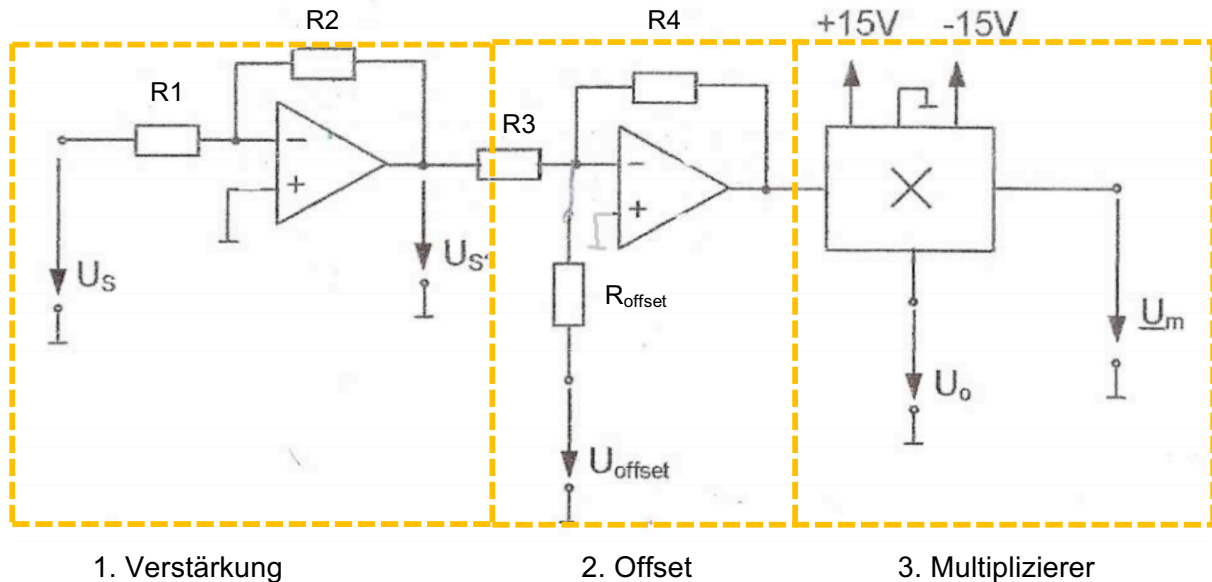
Titel der Übung:	Amplitudenmodulation
Übungsnummer:	II / 3
Datum der Übung:	17.11.2015
Klasse:	5BHEL
Schritfführer:	Fleischmann Raphael
Übungsteilnehmer:	Baumhackl David Dräxler Stefan Fleischmann Raphael Uhl Sebastian

Inhaltsverzeichnis

1. Modulator	3
1.1. Verstärkung.....	3
1.2. Offset.....	4
1.3. Multiplizierer	5
1.4. Messung des Modulationstrapezes.....	5
1.5. Messung des Spektrums.....	6
1.6. Funktionstest mit Radio.....	7
2. Kohärenter Demodulator	7
3. Erkenntnisse aus der Übung.....	8
4. Inventarliste	9

1. Modulator

Zu Beginn der Übung war ein Amplitudenmodulator gemäß der folgenden Schaltung aufzubauen. Diese Schaltung wurde in 3 Teile (Verstärkung, Offset, Multiplizierer) unterteilt.



Als Nutzsignal war ein Audiosignal mit dem Frequenzband 300 bis 3400 Hz zu modulieren, der Träger war mit einer Frequenz von 620 kHz vorgegeben.

1.1. Verstärkung

Dimensionierung:

Die Widerstände des Verstärkerteils wurden wie folgt dimensioniert:

$$R_1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 100 \text{ k}\Omega$$

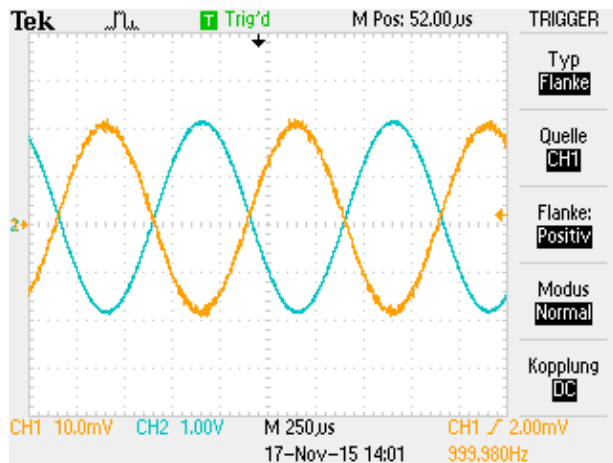
Daraus ergibt sich die Verstärkung:

$$G_1 = \frac{R_2}{R_1} = -\frac{100 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} = -100 = 100 \angle 180^\circ$$

Aufbau und Messung:

Als Operationsverstärker wurde ein TL081 verwendet. Die dafür erforderlichen Daten wurden dem Datenblatt des Herstellers Texas Instruments (Datenblatt-Literaturnummer: SNOSBW6A) entnommen.

Anschließend wurde der Schaltungsteil am Steckbrett aufgebaut. Die darauffolgende Messung mit dem Oszilloskop zeigte genau das erwartete Ergebnis, nämlich eine Verstärkung von 100 und eine Phasenverschiebung von 180° .



Messergebnis:

Mit Channel 1 (orange) wurde das Eingangssignal gemessen, mit Channel 2 (blau) das Ausgangssignal.

Die 100-fache Verstärkung und die Phasendrehung sind deutlich zu erkennen.

1.2. Offset

Der zweite Teil der Schaltung dient dazu, eine Offset-Spannung zum Nutzsignal zu addieren.

Dimensionierung:

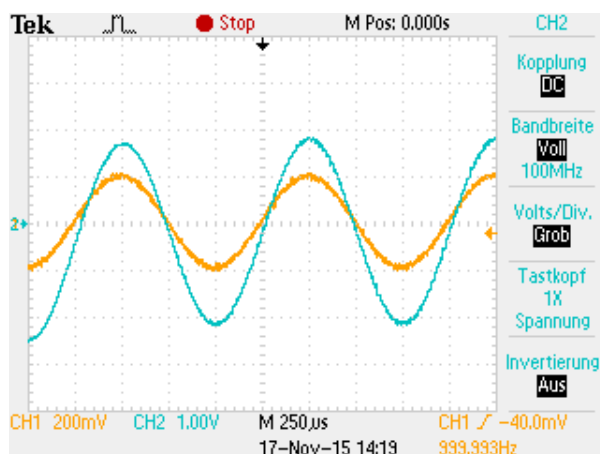
Da keine Verstärkung erfolgen soll, muss das Verhältnis von R_4 zu R_3 gleich 1 sein. Daraus folgt, dass die beiden Widerstände gleich groß sein müssen.

$$R_3 = R_4 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_{\text{offset}} = 1 \text{ k}\Omega$$

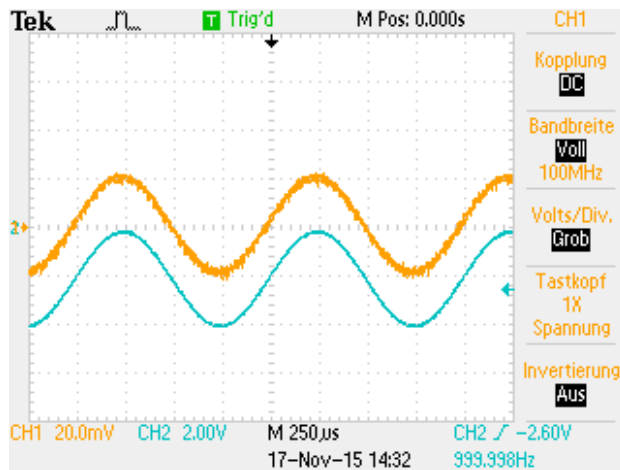
Aufbau und Messung:

Der Schaltungsteil für den Offset wurde am Steckbrett aufgebaut und mit dem Verstärkerteil zusammengeschaltet. Da alle eingebauten Labornetzgeräte bereits in Verwendung waren, wurde zunächst der Trenntransformator verwendet, um die Offset-Spannung zu erzeugen. Da der eingebaute Gleichrichter jedoch keine wirkliche Gleichspannung liefert, ist er für diese Anwendung unbrauchbar:



Erste Messung:

Für die erste Messung wurde fälschlicherweise kein richtiges Labornetzgerät verwendet, wodurch der Offset des Ausgangssignals (Channel 2) stark schwankte.

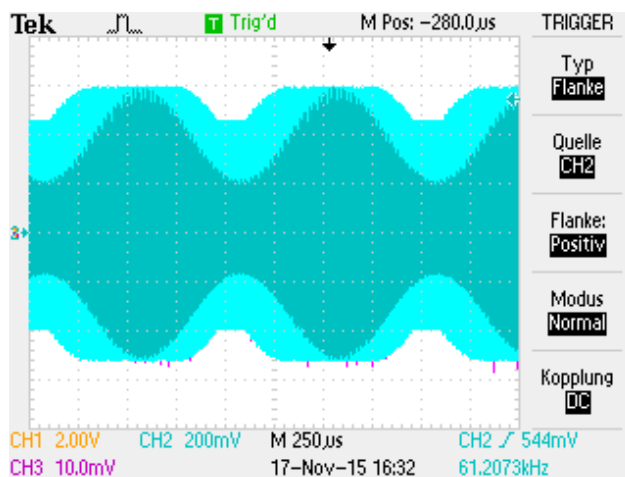


Zweite Messung:

Statt des Trenntransformators wurde ein externes Labornetzgerät verwendet, wodurch das Problem gelöst wurde. Das Ausgangssignal wurde mit einem Offset versehen. Dieser war negativ, weil der Operationsverstärker invertiert.

1.3. Multiplizierer

Als letzter Teil des Modulators wurde der Multiplizierer (AD534) entsprechend der Messschaltung aufgebaut. Beim Testen des Aufbaus floss ein zu hoher Strom, wodurch die Spannungsquelle in den Strombegrenzungsmodus ging. Im Datenblatt war nur der Ruhestrom angegeben. Um den Fehler zu finden, wurden alle 4 ICs der Multiplizierer-Platine ausgebaut, der Fehler bestand aber weiterhin. Anschließend wurde festgestellt, dass eine Schutzdiode defekt war und den Kurzschluss erzeugte. Nachdem diese ausgebaut wurde, funktionierte die Schaltung:

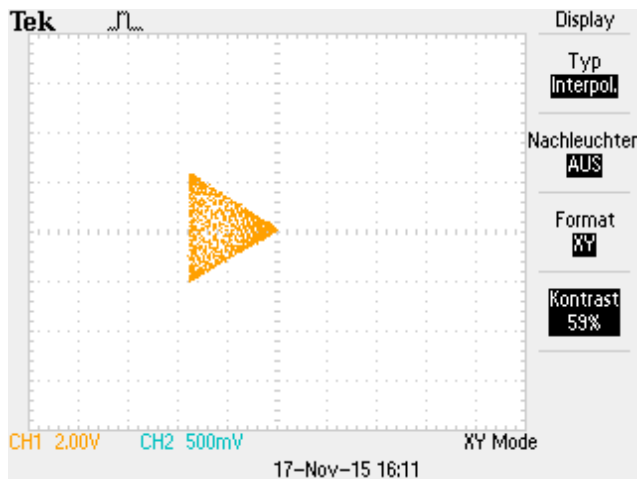


Messergebnis:

In diesem Oszillogramm wurde das amplitudenmodulierte Signal auf Channel 2 angelegt, um die Modulation zu überprüfen.

1.4. Messung des Modulationstrapezes

Durch die Veränderung der Offset-Spannungsquelle kann der Modulationsindex verändert werden. Die Schaltung wurde bei den Modulationsindizes 0.2, 0.5, 1 und 1.2 gemessen. Um das Modulationstrapez darzustellen, muss das Oszilloskop auf X-Y-Betrieb eingestellt werden. Dadurch wird ein Trapez sichtbar, das abhängig vom Modulationsindex die Form verändert.

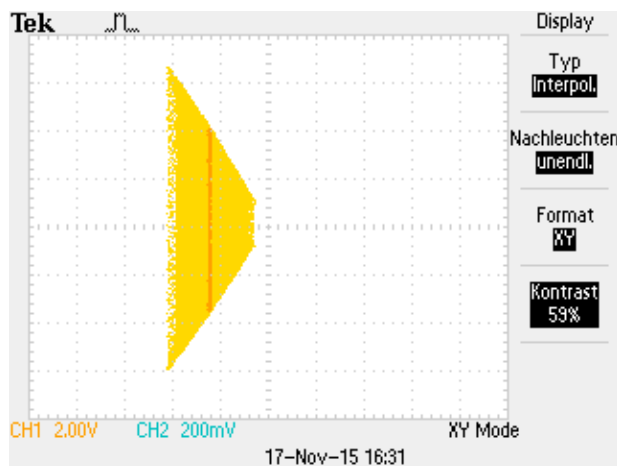


Messergebnis:

Bei Modulationsindex „1“ ist kein Trapez, sondern ein Dreieck sichtbar.

Von den Messungen der anderen Modulationsindizes wurden keine Screenshots gespeichert.

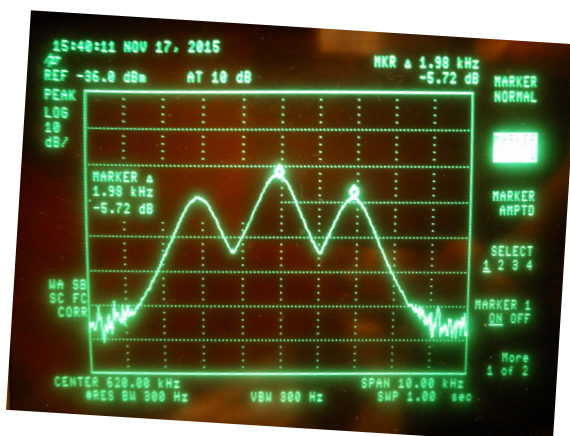
Anschließend wurde statt des Sinus-Nutzsignals Musik von einem Computer abgespielt und moduliert. Das Musiksignal wurde mit einem Klinkenstecker in die Schaltung eingespeist.



Anmerkung:

Um die schnellen Änderungen des Modulationstrapezes bei Musik darstellen zu können, muss am Oszilloskop die maximal mögliche Nachleuchtdauer eingestellt werden.

1.5. Messung des Spektrums



Danach wurde das Spektrum mithilfe des Spektrumanalysators gemessen.

Hierbei ist unbedingt zu beachten, dass am Eingang kein Gleichspannungsanteil anliegen darf, da sonst der Eingang beschädigt wird. Aus diesem Grund sollte am Eingang ein Serienkondensator verwendet werden, der die Gleichspannung blockiert.

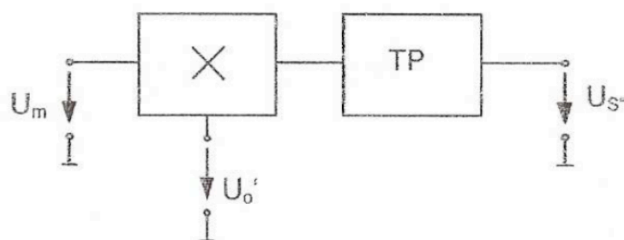
1.6. Funktionstest mit Radio

Als abschließender Funktionstest wurde das modulierte Signal mit einem Empfänger angehört, der diesen Frequenzbereich demodulieren kann. Wenn man an der Modulationsschaltung eine improvisierte Antenne anbringt und in die Nähe der Empfängerantenne bringt, ist die abgespielte Musik klar und deutlich zu erkennen. Die Sendeleistung ist allerdings zu gering, um das Signal über weitere Strecken zu übertragen.

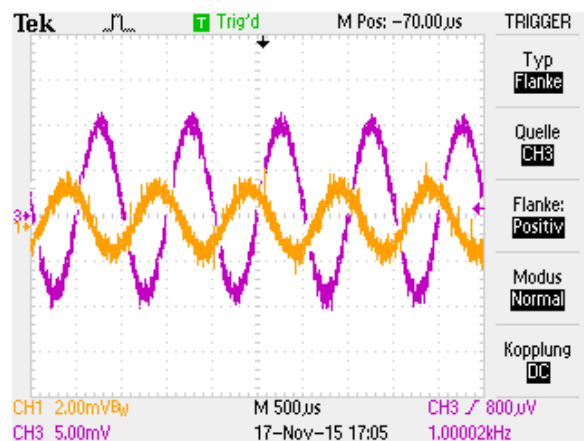
2. Kohärenter Demodulator

Zuletzt wurde ein kohärenter Demodulator aufgebaut, um das bereits modulierte Signal zu demodulieren. Da bei diesem Verfahren zum Demodulieren das Trägersignal mit gleicher Frequenz und ohne Phasenverschiebung benötigt wird, benötigt man in der Praxis eine Trägerrückgewinnung. Für die Laborübung wurde der Träger eingespeist, der gleichzeitig auch beim Modulator verwendet wurde. Dadurch ist sichergestellt, dass der Träger beim Modulieren und Demodulieren exakt der gleiche ist.

Aufbau:



Messergebnis:



Anmerkung:

Das demodulierte Signal wurde das demodulierte Signal am Eingang des Oszilloskops angelegt. Das demodulierte Signal war deutlich verrauscht, aber dennoch gut zu erkennen.

3. Erkenntnisse aus der Übung

In dieser Übung wurden die theoretischen Kenntnisse über die Amplitudenmodulation in die Praxis umgesetzt und erfolgreich angewandt. Wichtig ist, dass man niemals Gleichspannungen am Eingang eines Spektrumanalysators anlegen darf. Außerdem ist für Gleichspannungen niemals der Trenntransformator zu verwenden, da dieser nur für elektrotechnische Anwendungen eingesetzt werden kann.

Hinweis: Die Übungsmitschrift wurde digital geführt und direkt in das Protokoll übernommen.