

Höhere Technische Bundeslehranstalt
Salzburg

Abteilung für Elektronik

Übungen im
Laboratorium für Elektronik

Protokoll
für die Übung Nr. 08

Gegenstand der Übung

Amplitudenmodulation

Name: Leon Ablinger

Jahrgang: 4AHEL

Gruppe Nr.: A1

Übung am: 18.11.2020

Anwesend: Leon Ablinger

Inhalt

1	Inventarliste	2
2	Einleitung	2
3	Übungsdurchführung	3
3.1	Signalüberlagerung	3
3.1.1	Beschreibung des Messvorgangs	3
3.1.2	Schaltung	3
3.1.3	Kennlinie	3
3.1.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	4
3.2	Modulator	5
3.2.1	Beschreibung des Messvorgangs	5
3.2.2	Schaltung	5
3.2.3	Kennlinie	5
3.2.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	6
3.3	Modulator mit aktivem Filter	7
3.3.1	Beschreibung des Messvorgangs	7
3.3.2	Schaltung	7
3.3.3	Kennlinie	7
3.3.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	8
3.4	Statische Modulationskennlinie	9
3.4.1	Beschreibung des Messvorgangs	9
3.4.2	Schaltung	9
3.4.3	Kennlinie	9
3.4.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	9
3.5	Dynamische Modulationskennlinie	10
3.5.1	Beschreibung des Messvorgangs	10
3.5.2	Schaltung	10
3.5.3	Tabelle	10
3.5.4	Kennlinie	11
3.5.5	Erkenntnis / Schlussfolgerung	11

1 Inventarliste

Gerätebezeichnung	Inventarnummer	Verwendung
LTSpice	V. 17	Simulation

2 Einleitung

Ziel der Übung ist die praktische Realisierung einer Amplitudenmodulation und dessen Beurteilung und Funktionsweise zu verinnerlichen.

3 Übungsdurchführung

3.1 Signalüberlagerung

3.1.1 Beschreibung des Messvorgangs

In dieser Übung werden zwei Signale unterschiedlicher Frequenz überlagert und simuliert.

3.1.2 Schaltung

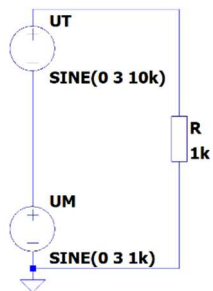


Abbildung 1: Schaltung, Überlagerung

3.1.3 Kennlinie

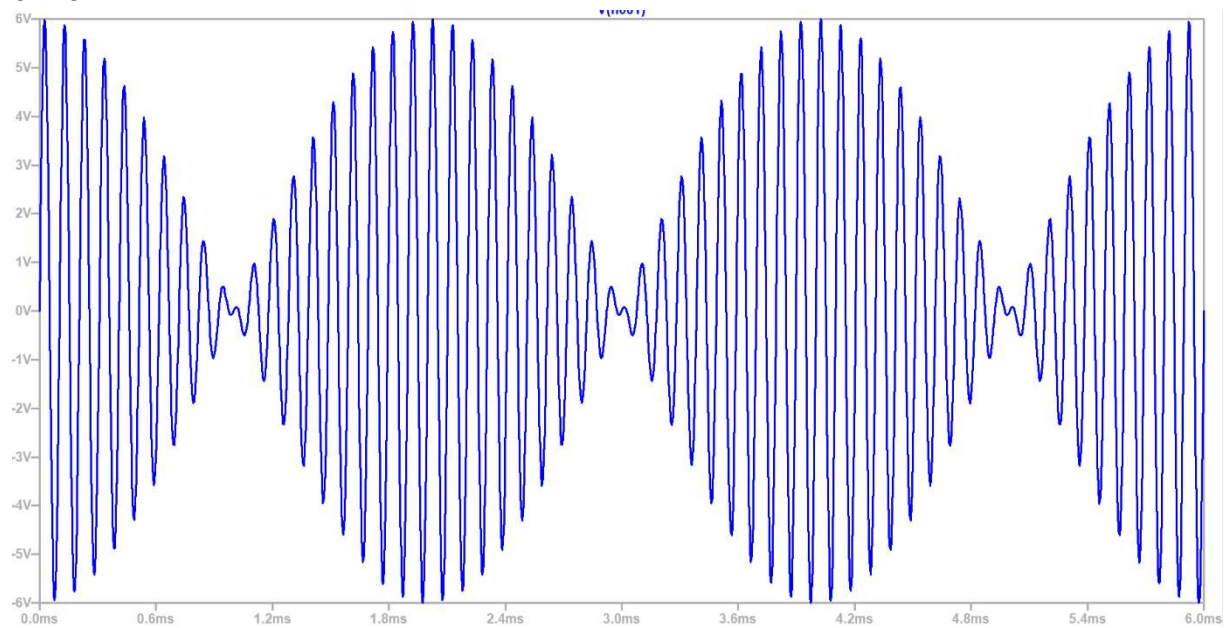


Abbildung 2: Simulation im Zeitbereich, Ua

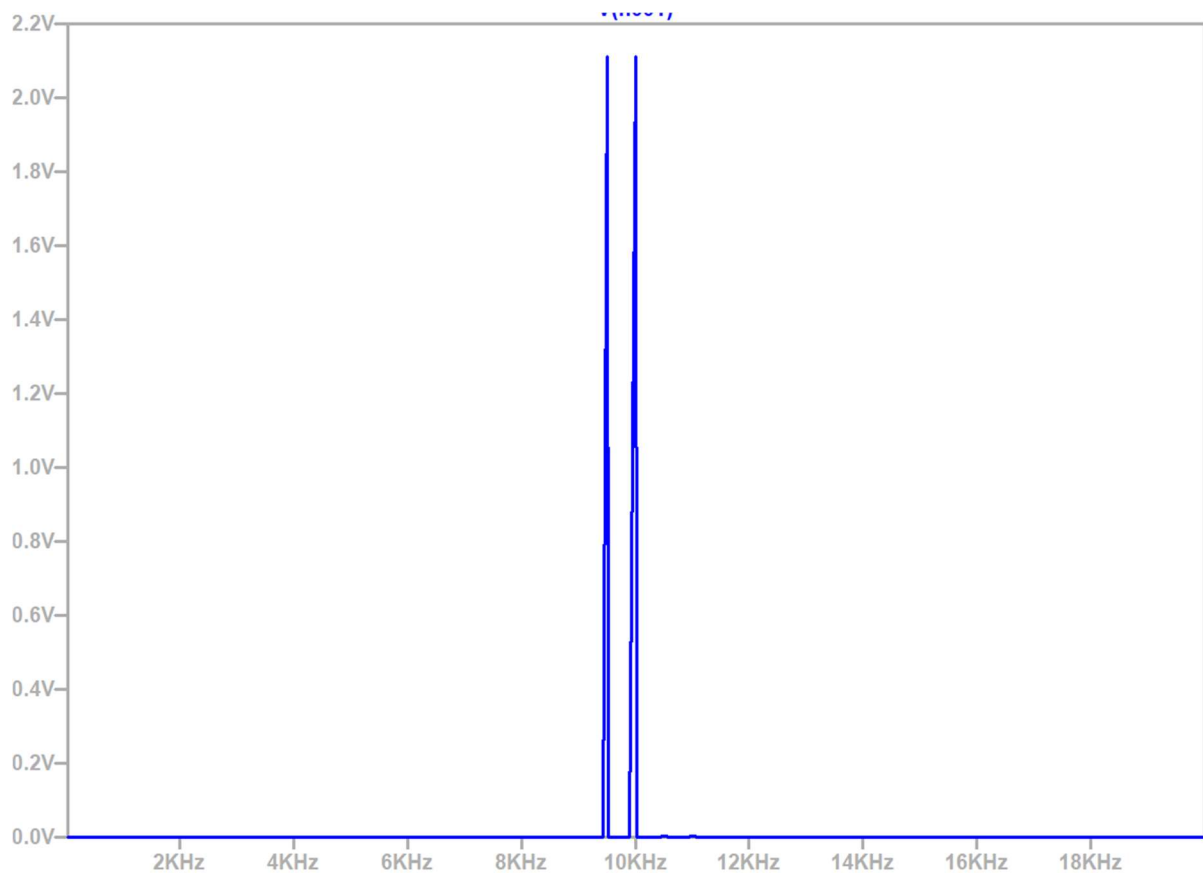


Abbildung 3: Simulation im Frequenzbereich, U_a

3.1.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In Abbildung 1 kann die lineare Überlagerung zweier Signale sehen, welche einer Zweiseitenband-Amplitudenmodulation mit unterdrücktem Träger entspricht. Beide Signale wurden mit 3V Amplitude dargestellt, der Träger hat die Frequenz 10kHz und das Modulationssignal 9.5kHz. Im Frequenzbereich des Signals, Abb. 2, können die beiden Seitenbänder, die Ursprungssignale, bei 9.5 & 10kHz erkannt werden.

3.2 Modulator

3.2.1 Beschreibung des Messvorgangs

Zusätzlich zur vorherigen Übung wurde für die Signalgleichrichtung eine Diode eingefügt und die Träger-Amplitude auf 5V erhöht.

3.2.2 Schaltung

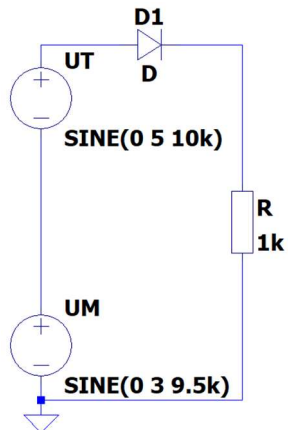


Abbildung 4: Schaltung, Modulation

3.2.3 Kennlinie

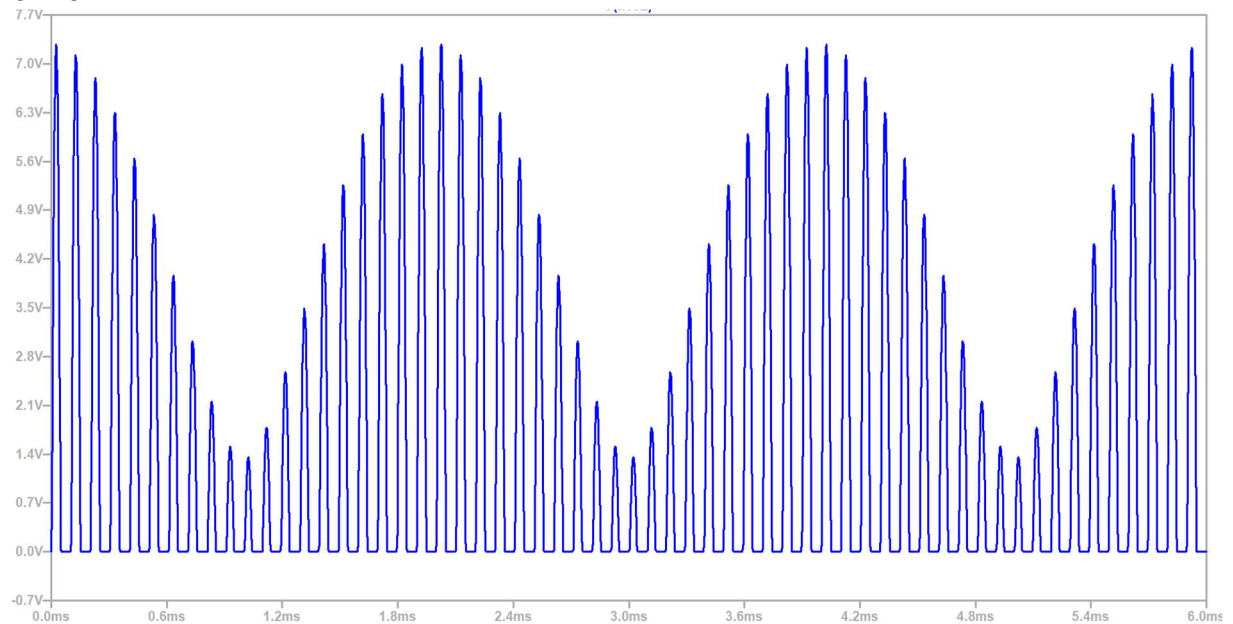


Abbildung 5: Simulation im Zeitbereich, Ua

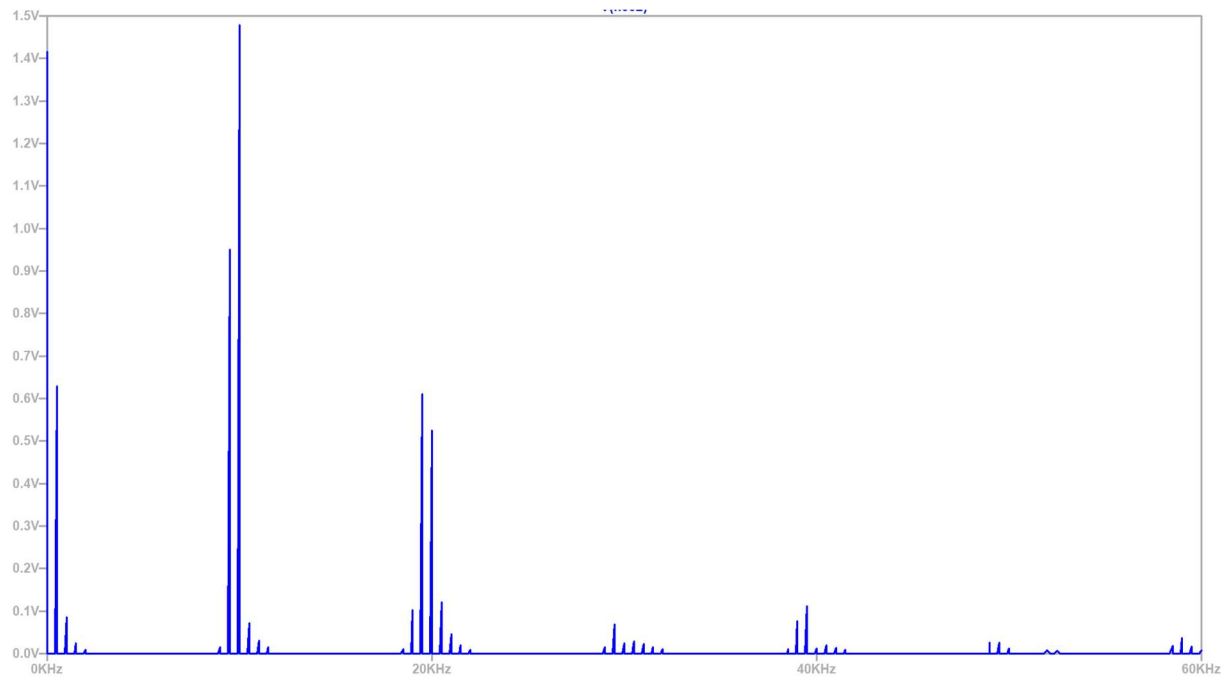


Abbildung 6: Simulation im Frequenzbereich, U_a

3.2.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

Im Zeitbereich dieser Übung kann eine gleichgerichtete Modulation abgelesen werden und in Abb. 6 sind bei den Frequenzen unter und über 10kHz, unserer Träger- und Modulationsfrequenz, Intermodulationsprodukte höherer Ordnung zu sehen, welche unerwünscht sind. Zusätzlich ist zu sehen, dass aufgrund der Gleichrichtung das obere Seitenband der Modulation nicht mehr vorhanden ist.

3.3 Modulator mit aktivem Filter

3.3.1 Beschreibung des Messvorgangs

In dieser Übung wird ein Modulator, wie in der vorherigen Übung, zusätzlich mit einem aktiven Filter ausgestattet und simuliert.

3.3.2 Schaltung

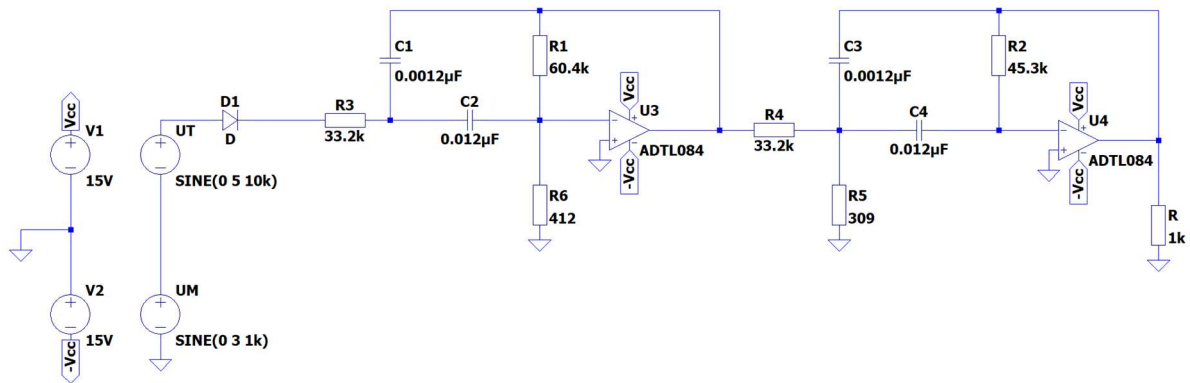


Abbildung 7: Schaltung, Modulator

3.3.3 Kennlinie

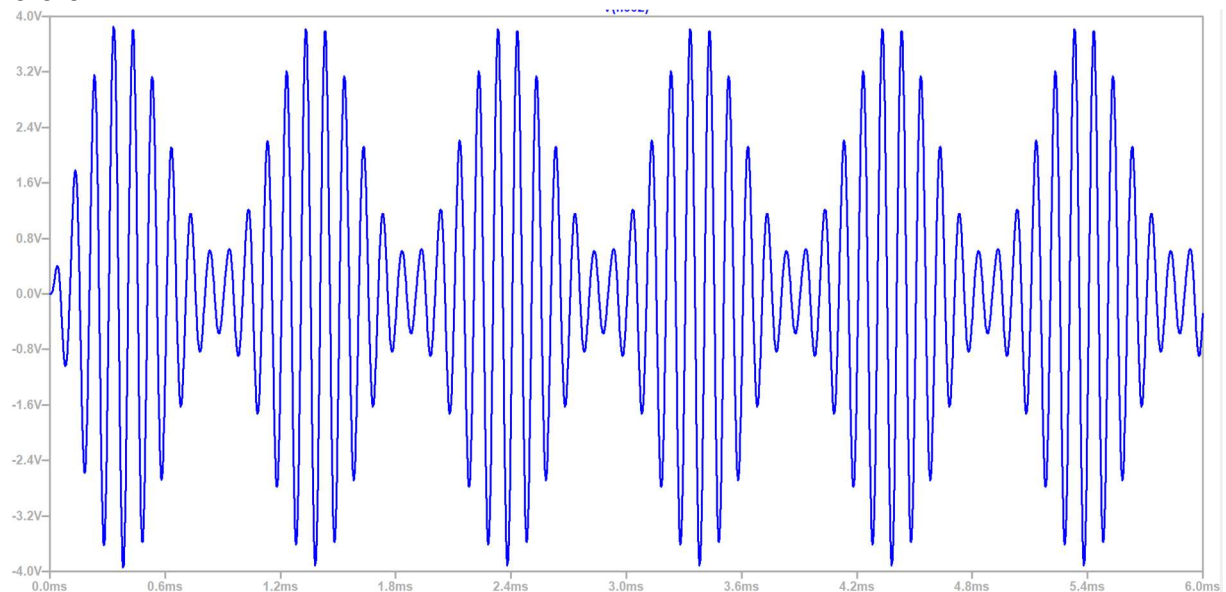


Abbildung 8: Simulation im Zeitbereich, U_a

Amplitudenmodulation

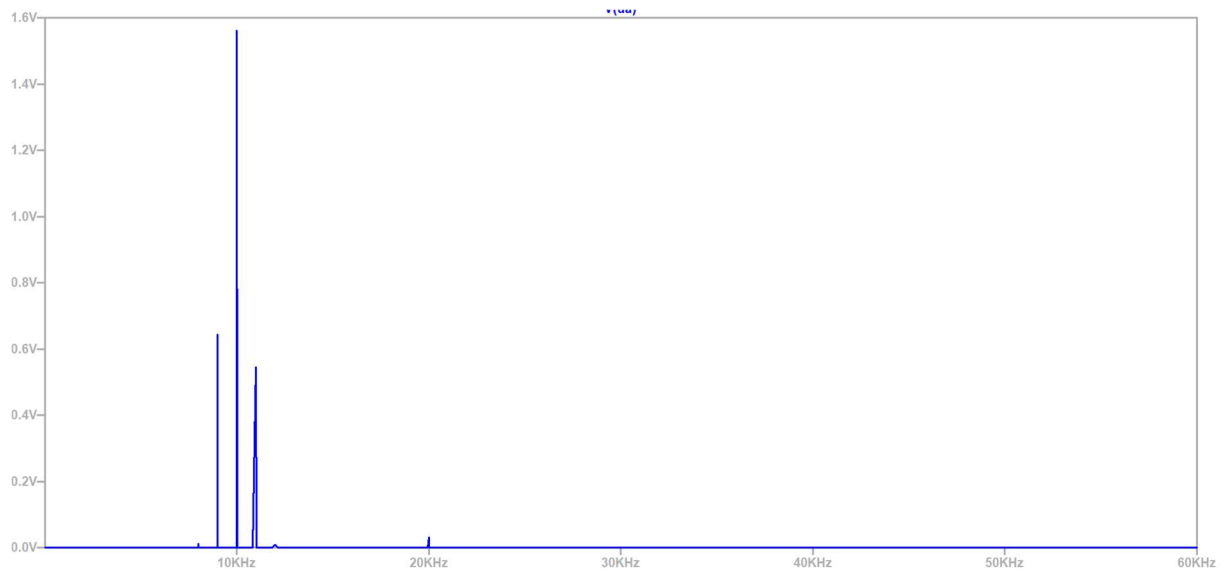


Abbildung 9: Simulation im Frequenzbereich, U_a

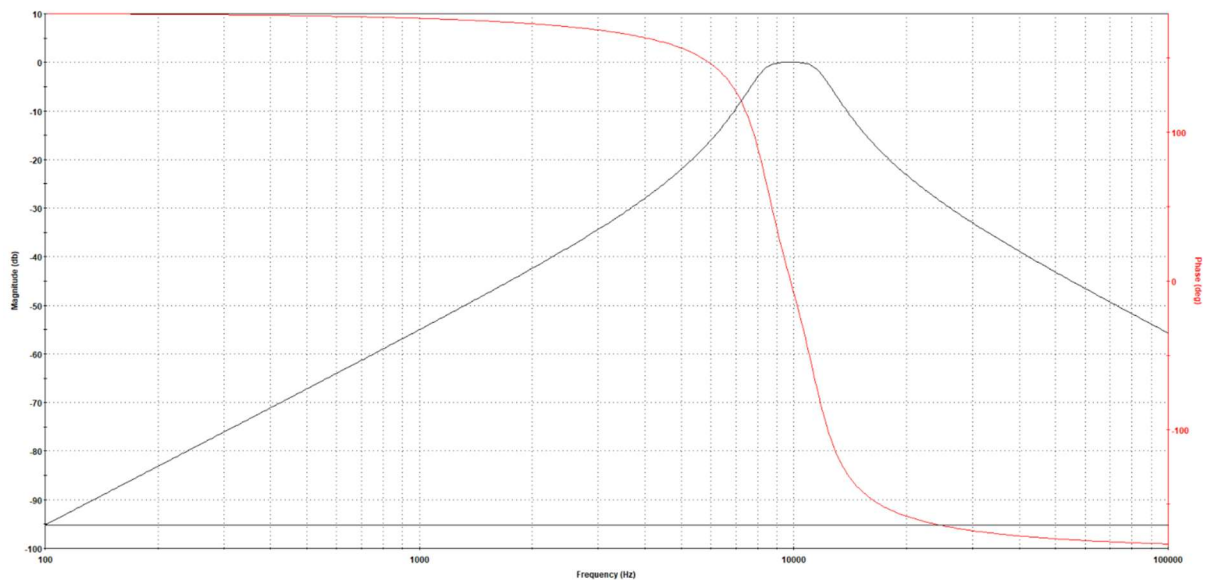


Abbildung 10: Kennlinie des dimensionierten Bandpasses

3.3.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In Abb. 8 ist nun eine volle Modulation mit beiden Seitenbändern zu sehen. Im Frequenzbereich kann ebenfalls erkannt werden, dass die Intermodulationsprodukte aus der vorherigen Übung nicht mehr auftreten, da der eingeführte aktive Bandpassfilter für 8-12kHz dimensioniert wurde (Abb. 10).

3.4 Statische Modulationskennlinie

3.4.1 Beschreibung des Messvorgangs

Nun soll vom gebauten Modulator die statische Modulationskennlinie gemessen und visualisiert werden. Diese gibt den Zusammenhang zwischen Augenblickswert der niederfrequenten Schwingung („Einhüllende“) am Ausgang an. Damit kann man die Hüllkurve der HF-Schwingung und die damit verbundenen Verzerrungen ermitteln.

3.4.2 Schaltung

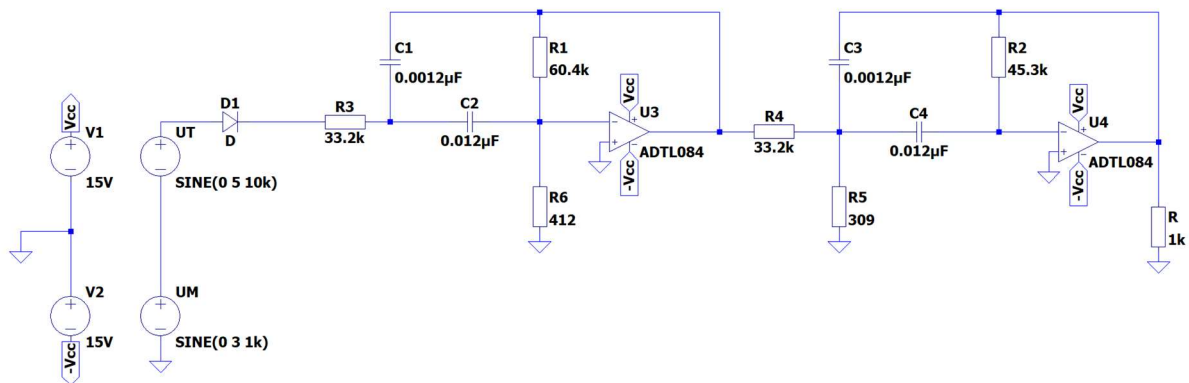


Abbildung 11: Schaltung, Modulator

3.4.3 Kennlinie

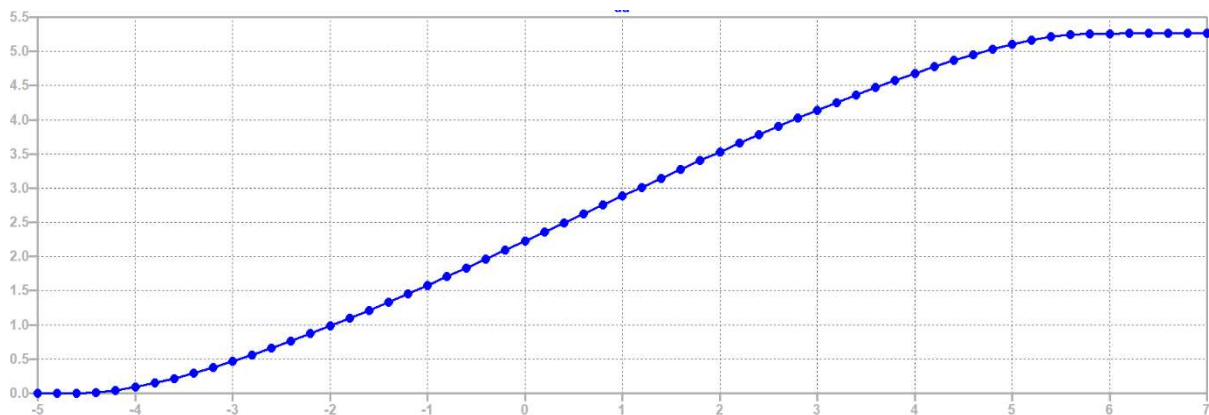


Abbildung 12: Stat. Modulationskennlinie, exportiert

3.4.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

Diese Kennlinie wurde aus LTSpice direkt exportiert. Die x-Achse beschreibt die Amplitude des 1Modulationssignals UM und die y-Achse die Ausgangsspannung Ua.

3.5 Dynamische Modulationskennlinie

3.5.1 Beschreibung des Messvorgangs

Abschließend soll noch die dynamische Modulationskennlinie des Modulators grafisch dargestellt werden.

3.5.2 Schaltung

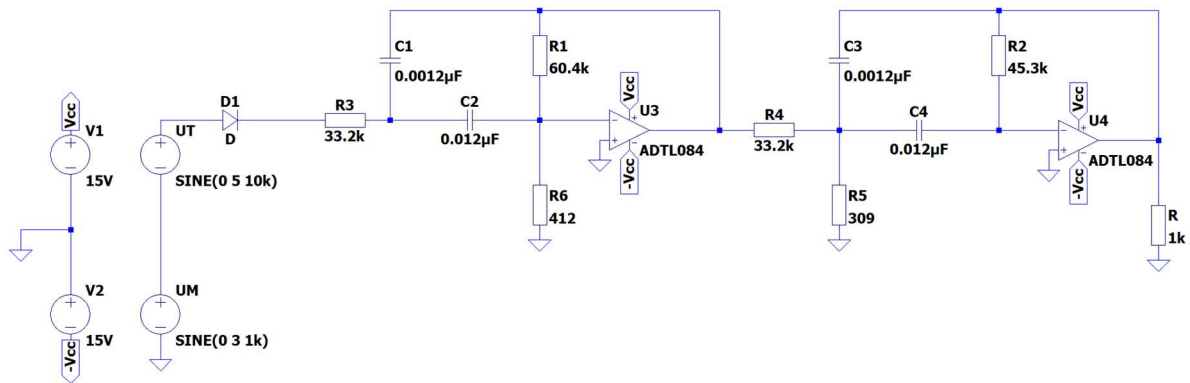
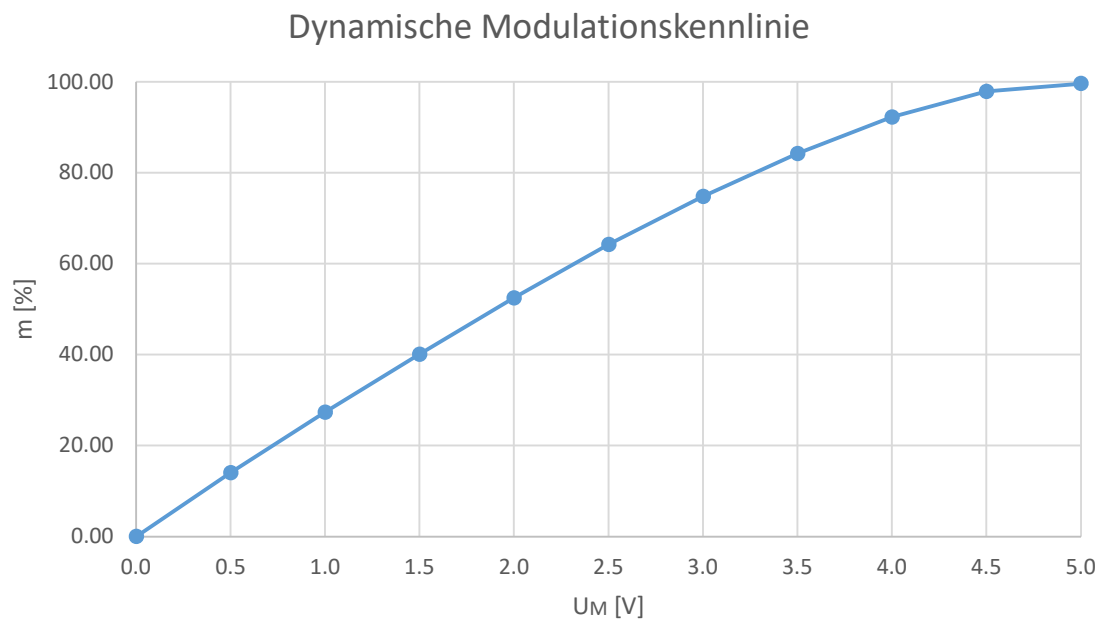


Abbildung 13: Schaltung, Modulator

3.5.3 Tabelle

U_M V	$U_{A,MAX}$ V	$U_{A,MIN}$ V	m %
0.0	2.17	2.17	0.00
0.5	2.52	1.90	14.03
1.0	2.82	1.61	27.31
1.5	3.11	1.33	40.09
2.0	3.40	1.06	52.47
2.5	3.67	0.80	64.21
3.0	3.95	0.57	74.78
3.5	4.20	0.36	84.21
4.0	4.44	0.18	92.21
4.5	4.66	0.05	97.88
5.0	4.85	0.01	99.59

3.5.4 Kennlinie



3.5.5 Erkenntnis / Schlussfolgerung

Diese Grafik gibt den Zusammenhang zwischen der Amplitude einer sinusförmigen niederfrequenten (Eingang NF) und dem Modulationsgrad m an.

Unterschrift: _____

<u>Datum:</u>	<u>Note:</u>	<u>Punkte:</u>	<u>Unterschrift:</u>
----------------------	---------------------	-----------------------	-----------------------------