

H ö h e r e T e c h n i s c h e B u n d e s l e h r a n s t a l t
S a l z b u r g

Abteilung für Elektronik

Übungen im
Laboratorium für Elektronik

Protokoll
für die Übung Nr. 16

Gegenstand der Übung

FM-Modulation 2

Name: Leon Ablinger

Jahrgang: 4AHEL

Gruppe Nr.: A1

Übung am: 24.03.2021

Anwesend: Leon Ablinger

Inhalt

1	Inventarliste	3
2	Einleitung	3
3	Übungsdurchführung.....	4
3.1	Erzeugung frequenzmodulierter Signale.....	4
3.1.1	Beschreibung des Messvorgangs	4
3.1.2	Schaltung	4
3.1.3	Tabelle	4
3.1.4	Berechnung	4
3.1.5	Kennlinie.....	4
3.1.6	Erkenntnis / Schlussfolgerung	4
3.2	Erzeugung frequenzmodulierter Signale mit Wechselspannung	5
3.2.1	Beschreibung des Messvorgangs	5
3.2.2	Schaltung	5
3.2.3	Erkenntnis / Schlussfolgerung	5
3.3	Messung des Frequenzhubs.....	6
3.3.1	Beschreibung des Messvorgangs	6
3.3.2	Schaltung	6
3.3.3	Oszillogramm.....	6
3.3.4	Messergebnisse	7
3.3.5	Berechnung	7
3.3.6	Erkenntnis / Schlussfolgerung	7
3.4	Ermittlung des Modulationsindex	8
3.4.1	Beschreibung des Messvorgangs	8
3.4.2	Schaltung	8
3.4.3	Messergebnisse	8
3.4.4	Berechnung	8
3.4.5	Erkenntnis / Schlussfolgerung	8
3.5	Demodulation frequenzmodulierter Signale mit einem C-Diskriminator	9
3.5.1	Beschreibung des Messvorgangs	9
3.5.2	Schaltung	9
3.5.3	Oszillogramm.....	9
3.5.4	Messergebnisse	10
3.5.5	Kennlinie.....	10
3.6	Demodulation frequenzmodulierter Signale mit einem Zähl-Diskriminator.....	11
3.6.1	Beschreibung des Messvorgangs	11

3.6.2	Schaltung	11
3.6.3	Messergebnisse	11
3.6.4	Berechnung	11
3.6.5	Oszillogramm.....	12

1 Inventarliste

Gerätebezeichnung	Inventarnummer	Verwendung
Modulation Board	512/1998/1	Modulation
Demodulation Board	512/1998/2	Demodulation
Oszilloskop		Spannungsverlauf

2 Einleitung

Das in dieser Übung gelernte Wissen dient dazu, Winkelmodulationen, welche in der Theorie bereits durchgearbeitet wurden, praktisch kennen zu lernen und bewerten zu können.

3 Übungsdurchführung

3.1 Erzeugung frequenzmodulierter Signale

3.1.1 Beschreibung des Messvorgangs

In dieser Aufgabe soll die Kennlinie des VCOs, welcher auf dem Modulation Board sitzt, und die dazugehörige Konstante ermittelt werden.

3.1.2 Schaltung

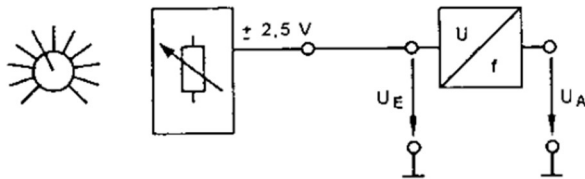


Abbildung 1: Schaltung, Erzeugung frequenzmodulierter Signale

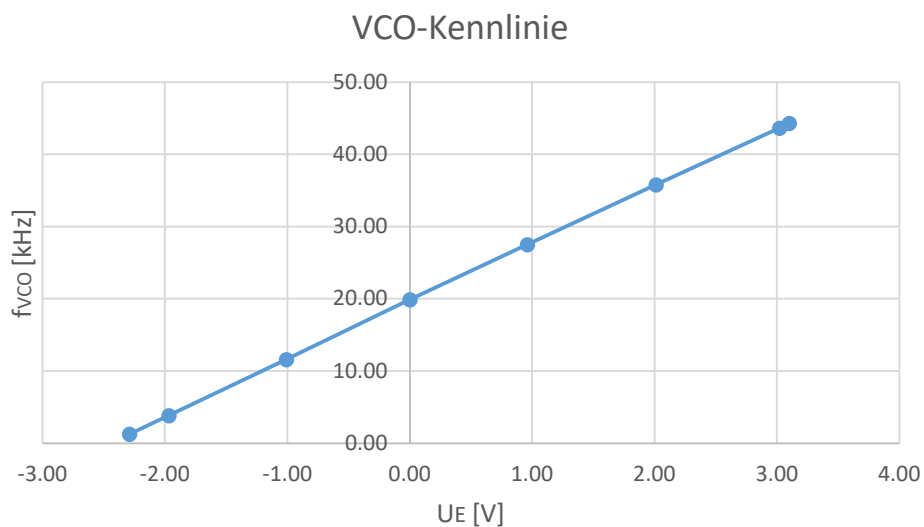
3.1.3 Tabelle

U_E V	-2.29	-1.97	-1.01	0.00	0.96	2.01	3.02	3.10
f_{VCO} kHz	1.29	3.84	11.60	19.90	27.50	35.80	43.65	44.30

3.1.4 Berechnung

$$K_{VCO} = \frac{\Delta f}{\Delta U_E}$$

3.1.5 Kennlinie



3.1.6 Erkenntnis / Schlussfolgerung

Die VCO-Kennlinie zeigt eine starke Linearität des Generators bei Eingangsspannungsänderungen auf.

3.2 Erzeugung frequenzmodulierter Signale mit Wechselspannung

3.2.1 Beschreibung des Messvorgangs

Nun soll die VCO-Schaltung mit sinusförmiger Wechselspannung betrachtet und bewertet werden.

3.2.2 Schaltung

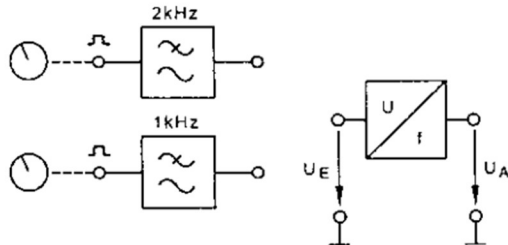


Abbildung 2: Schaltung, Erzeugung frequenzmodulierter Signale mit Wechselspannung

3.2.3 Erkenntnis / Schlussfolgerung

1. Wie unterscheidet sich die Ausgangsspannung bei:
 - a) kleiner und großer Signalamplitude (Eingangsspannung)?
Antwort: Desto höher die Eingangsamplitude, desto höher ist der Frequenzhub des FM-Signals.
 - b) niedriger und hoher Signalfrequenz?
Antwort: Bei unterschiedlicher Signalfrequenz ändert sich lediglich die Periodendauer der Signale.
2. Wie erkennt man am FM-Signal die Frequenz des Eingangssignals?
Antwort: Die Frequenz des Eingangssignals kann man durch Messen der Periodendauer von f_{\max} oder f_{\min} .

3.3 Messung des Frequenzhubs

3.3.1 Beschreibung des Messvorgangs

Hier soll der Frequenzhub der folgenden Schaltung durch Messung von f_{\min} und f_{\max} ermittelt werden.

3.3.2 Schaltung

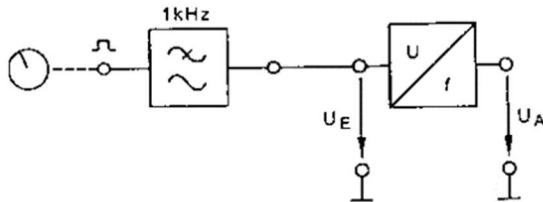


Abbildung 3: Schaltung, Messung des Frequenzhubs

3.3.3 Oszillogramm

DSO-X 2014A, MY52011016: Wed Mar 24 10:36:45 2021

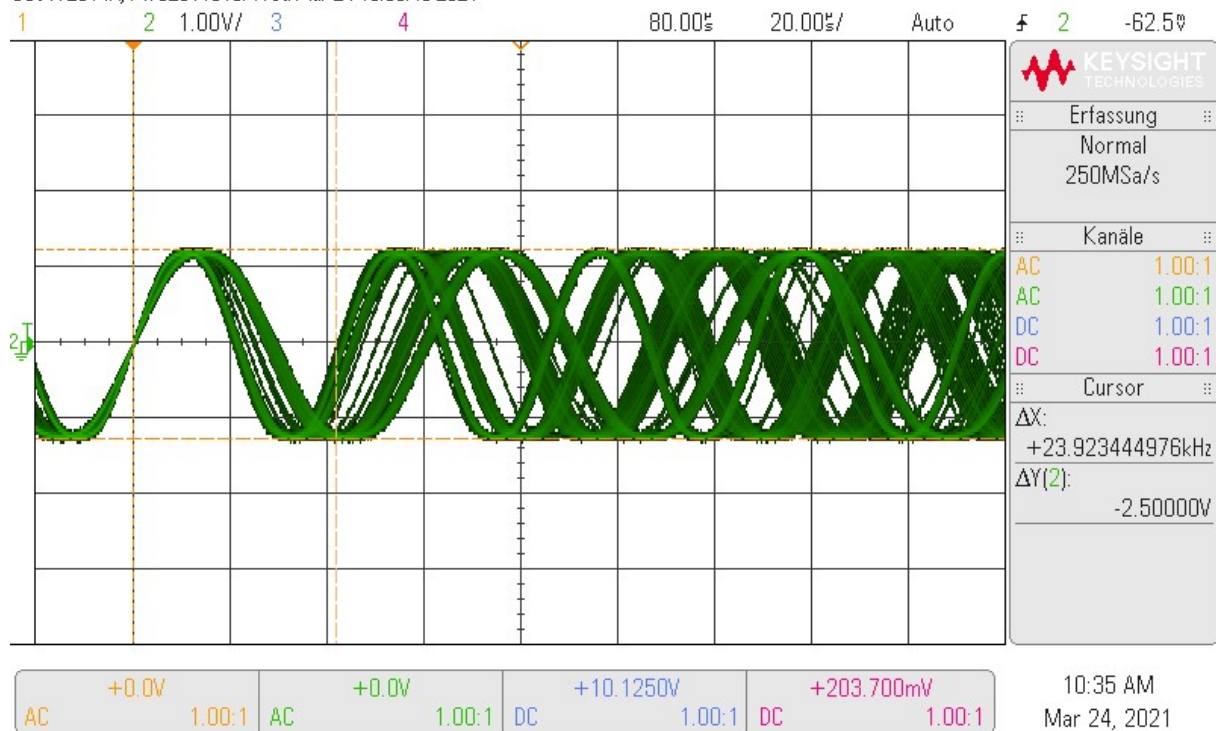
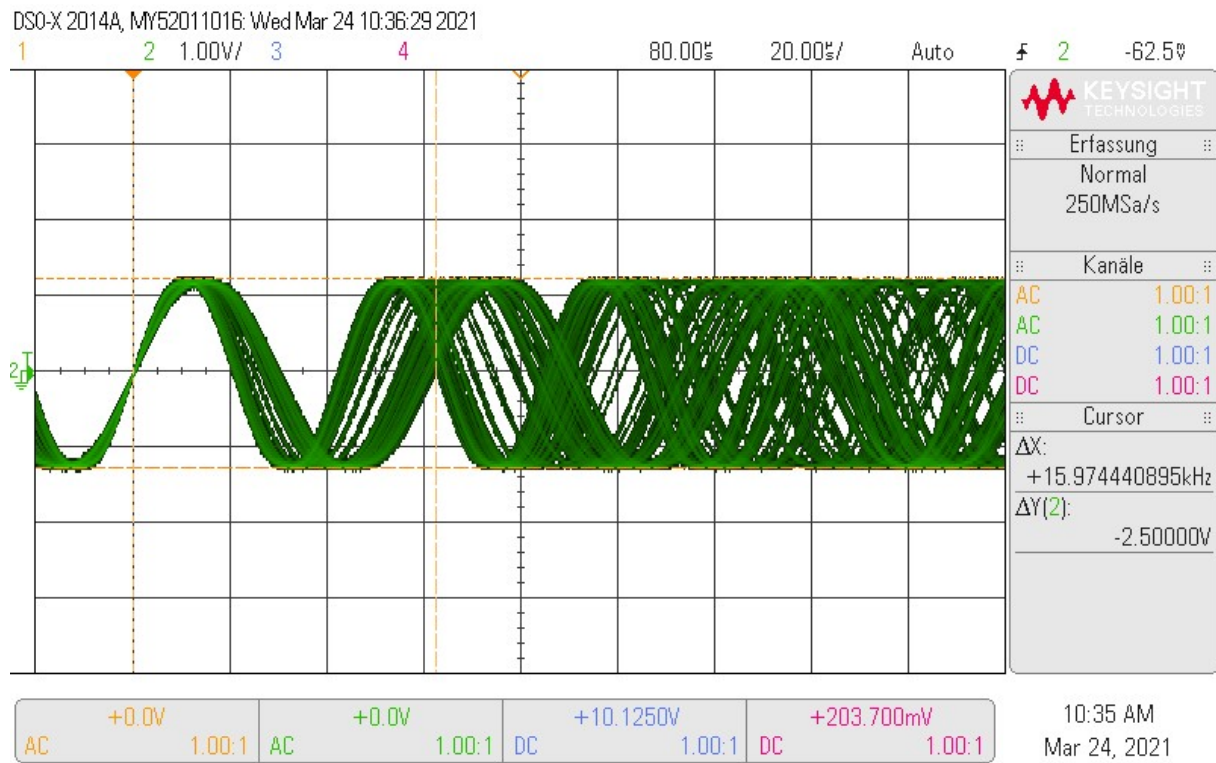


Abbildung 4: Messung der Maximalfrequenz



3.3.4 Messergebnisse

Usp =	0.500 V
fmax =	23.920 kHz
fmin =	15.970 kHz
df =	3.975 kHz

Usp =	1.000 V
fmax =	27.620 kHz
fmin =	11.990 kHz
df =	7.815 kHz

3.3.5 Berechnung

$$f_{\max} = \frac{1}{T_{\min}}$$

$$f_{\min} = \frac{1}{T_{\max}}$$

$$\Delta f = \frac{1}{2} \cdot (f_{\max} - f_{\min})$$

3.3.6 Erkenntnis / Schlussfolgerung

1. Zu welcher Eingangsgröße des VCOs ist der Frequenzhub proportional?
Antwort: Zur Amplitude.
2. Ist der Frequenzhub abhängig von der Frequenz des Informationssignals?
Antwort: Nein.

3.4 Ermittlung des Modulationsindex

3.4.1 Beschreibung des Messvorgangs

Ermittelt soll nun der Modulationsindex, welcher das Äquivalent zum Modulationsgrad bei der Amplitudenmodulation angibt.

3.4.2 Schaltung

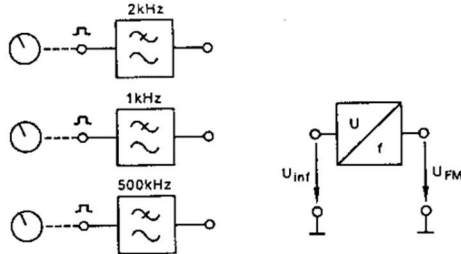


Abbildung 6: Schaltung, Ermittlung des Modulationsindex

3.4.3 Messergebnisse

U _{sp} =	1 V
df =	7.92 kHz
f _{inf} =	2 kHz
n =	3.96

U _{sp} =	1 V
df =	7.92 kHz
f _{inf} =	1 kHz
n =	7.92

U _{sp} =	1
df =	7.92
f _{inf} =	0.5
n =	15.84

U _{sp} =	2 V
df =	15.84 kHz
f _{inf} =	2 kHz
n =	7.92

U _{sp} =	2 V
df =	15.84 kHz
f _{inf} =	1 kHz
n =	15.84

U _{sp} =	2
df =	15.84
f _{inf} =	0.5
n =	31.68

3.4.4 Berechnung

$$\eta = \frac{\Delta f}{f_{\text{inf}}}$$

η = Modulationsindex

Δf = Frequenzhub

f_{inf} = Informationsfrequenz, Modulationsfrequenz

3.4.5 Erkenntnis / Schlussfolgerung

1. Von welchem Parameter des Eingangssignals ist der Frequenzhub abhängig?

Antwort: Von der Amplitude des Eingangssignals.

2. Wie verändert sich der Modulationsindex, wenn man unterschiedliche Modulationsfrequenzen bei gleicher Signalamplitude verwendet?

Antwort: Je höher die Modulationsfrequenz, desto niedriger wurde der Modulationsindex. Das Verhältnis ist indirekt proportional.

3.5 Demodulation frequenzmodulierter Signale mit einem C-Diskriminator

3.5.1 Beschreibung des Messvorgangs

In dieser Übung soll ein moduliertes Signal demoduliert und in ihrer Originalform gezeigt werden. Dazu wird das Demodulation Board verwendet.

3.5.2 Schaltung

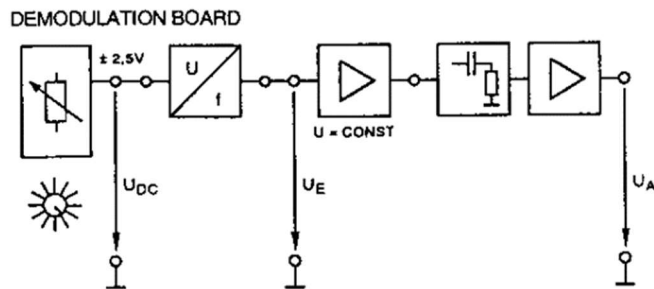


Abbildung 7: Schaltung, C-Diskriminator

3.5.3 Oszillogramm

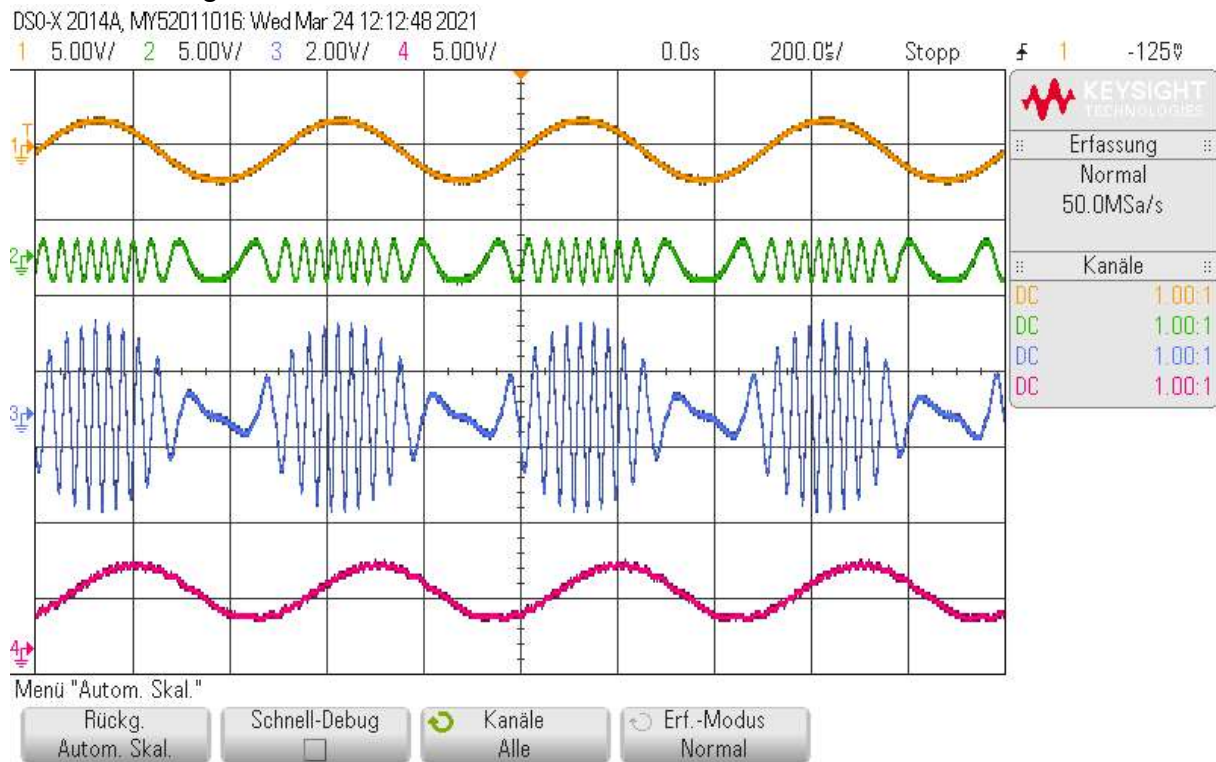


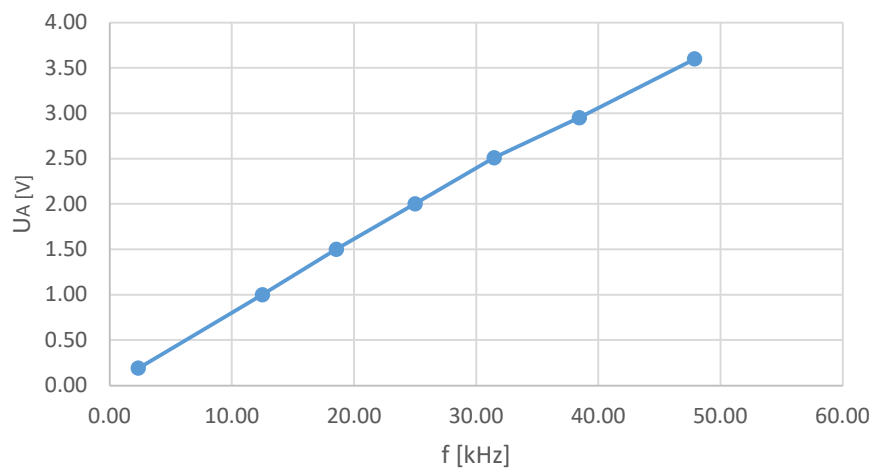
Abbildung 8: Signale des C-Diskriminators

3.5.4 Messergebnisse

f kHz	U _{a,sp} V
2.32	0.19
12.48	1.00
18.54	1.50
24.99	2.00
31.45	2.51
38.43	2.95
47.87	3.60

3.5.5 Kennlinie

Kennlinie des C-Diskriminators



3.6 Demodulation frequenzmodulierter Signale mit einem Zählerdiskriminator

3.6.1 Beschreibung des Messvorgangs

Hier soll der arithmetische Mittelwert der Ausgangsspannung dargestellt werden.

3.6.2 Schaltung

DEMULATION BOARD

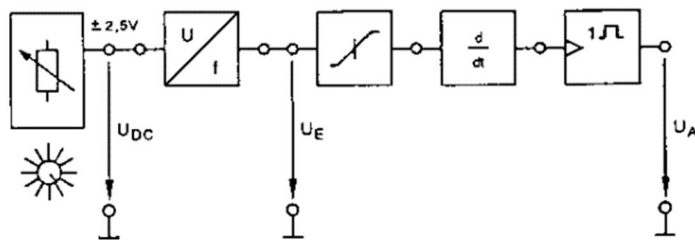


Abbildung 9: Schaltung, C-Diskriminator

3.6.3 Messergebnisse

f	U _{ar}	t _i	T
kHz	V	us	us
2.75	0.18	4.6	363
5.00	0.33	4.58	200
10.00	0.66	4.58	100
20.00	1.33	4.58	50
30.00	1.99	4.58	33.3
40.00	2.66	4.58	25
47.80	3.18	4.58	20.9

3.6.4 Berechnung

$$U_{ar} = \frac{U \cdot t_i}{T}$$

3.6.5 Oszillogramm

DSO-X 2014A, MY52011016: Wed Mar 24 12:28:12 2021

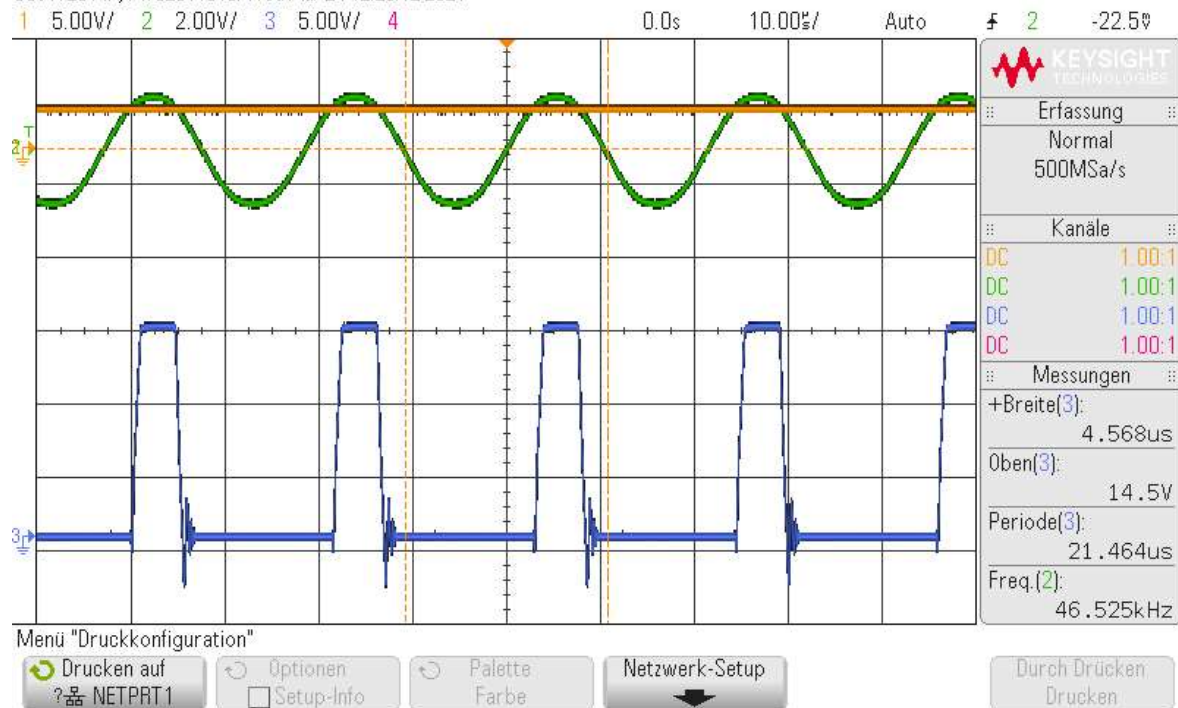


Abbildung 10: Oszillogramm des Zähldiskriminators

Unterschrift: Leon Ablinger

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