

Höhere Technische Bundeslehranstalt
Salzburg

Abteilung für Elektronik

Übungen im
Laboratorium für Elektronik

Protokoll
für die Übung Nr. 18

Gegenstand der Übung

Pulsamplitudenmodulation

Name: Leon Ablinger

Jahrgang: 4AHEL

Gruppe Nr.: A1

Übung am: 21.04.2021

Anwesend: Leon Ablinger, Felix Fürst

Inhalt

1	Inventarliste	3
2	Einleitung	3
3	Übungsdurchführung.....	4
3.1	Erzeugung eines pulsamplitudenmodulierten Signals	4
3.1.1	Beschreibung des Messvorgangs	4
3.1.2	Schaltung	4
3.1.3	Kennlinie.....	4
3.1.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	4
3.1.5	Übungsrelevante Fragen	4
3.2	Frequenzspektrum des pulsamplitudenmodulierten Signals	5
3.2.1	Beschreibung des Messvorgangs	5
3.2.2	Schaltung	5
3.2.3	Kennlinie.....	5
3.2.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	5
3.2.5	Übungsrelevante Fragen	5
3.3	Erklärung des Abtasttheorems	6
3.3.1	Beschreibung des Messvorgangs	6
3.3.2	Schaltung	6
3.3.3	Kennlinien	7
3.3.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	8
3.4	Zeitmultiplexverfahren.....	8
3.4.1	Beschreibung des Messvorgangs	8
3.4.2	Schaltung	8
3.4.3	Kennlinie.....	8
3.4.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	8
3.4.5	Übungsrelevante Fragen	8
3.5	Versuche am Pulsmodulator 1	9
3.5.1	Beschreibung des Messvorgangs	9
3.5.2	Schaltung	9
3.5.3	Tabelle	9
3.5.4	Kennlinie.....	9
3.5.5	Erkenntnis / Schlussfolgerung	10
3.5.6	Übungsrelevante Fragen	10
3.6	Versuche am Pulsmodulator 2	10
3.6.1	Beschreibung des Messvorgangs	10

3.6.2	Schaltung	10
3.6.3	Kennlinie.....	10
3.6.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	11
3.6.5	Übungsrelevante Fragen	11
3.7	PCM-Multiplexing.....	11
3.7.1	Beschreibung des Messvorgangs	11
3.7.2	Schaltung	11
3.7.3	Kennlinie.....	11
3.7.4	Erkenntnis / Schlussfolgerung	12
3.7.5	Übungsrelevante Fragen	12

1 Inventarliste

Gerätebezeichnung	Inventarnummer	Verwendung
Keysight DSO-X 2014A	MY52161251	Spannungsverlauf
Modulation Board		
Demodulation Board		

2 Einleitung

Nach erfolgreicher Durchführung der Übung ist man in der Lage, die Pulsmodulation und ihre Eigenschaften zu erkennen und beurteilen.

3 Übungsdurchführung

3.1 Erzeugung eines pulsamplitudenmodulierten Signals

3.1.1 Beschreibung des Messvorgangs

Hier soll ein einfaches pulsamplitudenmoduliertes Signal erzeugt und alle Spannungsverläufe gemessen werden.

3.1.2 Schaltung

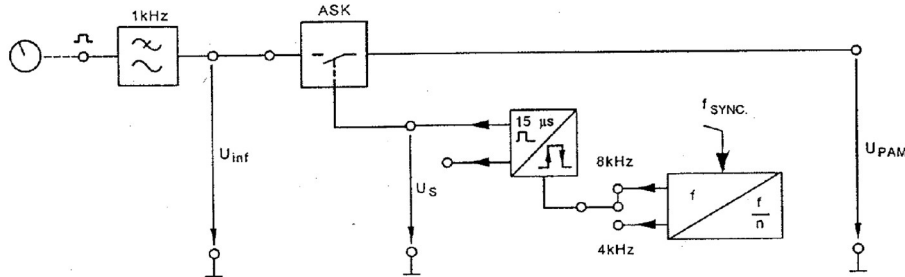


Abbildung 1: Schaltung zu Erzeugung eines pulsamplitudenmodulierten Signals

3.1.3 Kennlinie

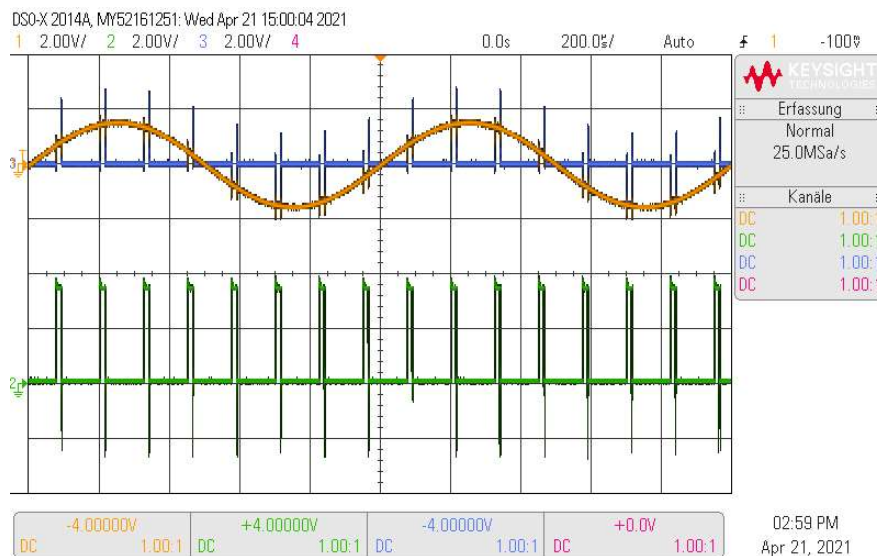


Abbildung 2: Spannungsverlauf zu Erzeugung eines pulsamplitudenmodulierten Signals

3.1.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In Abb. 2 sind die Eingangssignale (Kanal 1 & 2) sowie das erzeugte pulsamplitudenmodulierte Signal (Kanal 3) zu erkennen.

3.1.5 Übungsrelevante Fragen

1. Wie ist die Schaltung in Abb. 6.2.3 zu erweitern, damit ein unipolares PAM-Signal entsteht?
Durch Erweitern der Schaltung mit einer Gleichspannung.

3.2 Frequenzspektrum des pulsamplitudenmodulierten Signals

3.2.1 Beschreibung des Messvorgangs

Nun soll das Frequenzspektrum des bereits erzeugten Signals untersucht werden.

3.2.2 Schaltung

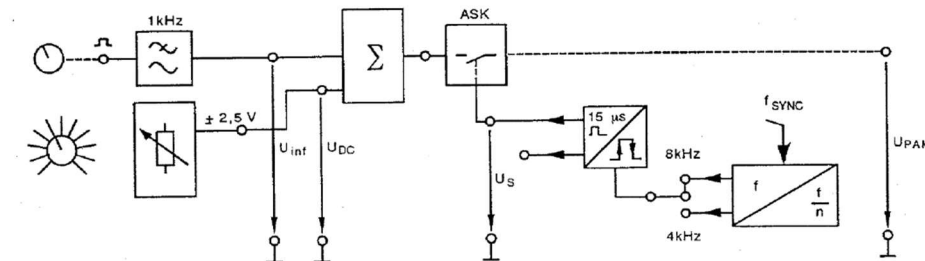


Abbildung 3: Schaltung zu Frequenzspektrum des pulsamplitudenmodulierten Signals

3.2.3 Kennlinie

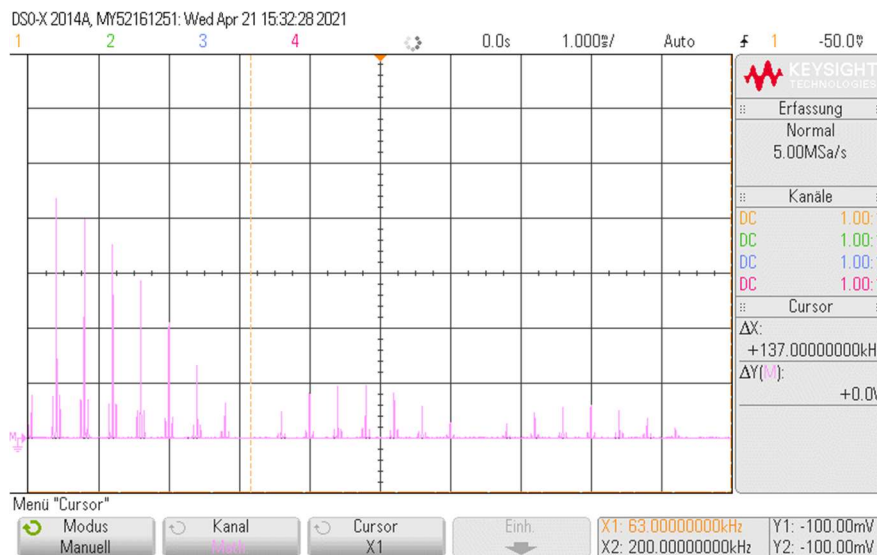


Abbildung 4: Frequenzspektrum zu Frequenzspektrum des pulsamplitudenmodulierten Signals

3.2.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In Abb. 4 ist ein typisches Frequenzspektrum eines pulsamplitudenmodulierten Signals zu erkennen.

3.2.5 Übungsrelevante Fragen

1. Bei welcher Frequenz ist das erste Minimum in der Amplitude der Spektrallinien zu beobachten?
Bei 63 kHz.
2. Stimmt das messtechnisch ermittelte Minimum mit dem rechnerischen Wert $f = 1/\tau$ überein?
Um 3 kHz genau.
3. In welchem Frequenzabstand folgen die Spektrallinien, wenn nur der Abtastimpuls analysiert wird?
In 8 kHz Abständen.

4. Wie unterscheidet sich das Spektrum einer unipolaren und dem einer bipolaren PAM?
Gar nicht, lediglich die Amplitude verringert sich.
5. Wie kann ein PAM-Signal demoduliert werden?
Mittels eines Tiefpasses.

3.3 Erklärung des Abtasttheorems

3.3.1 Beschreibung des Messvorgangs

Bei dieser Aufgabe wird eine unipolare PAM erzeugt und diese bei unterschiedlichen Informations- und Abtastfrequenzen untersucht.

3.3.2 Schaltung

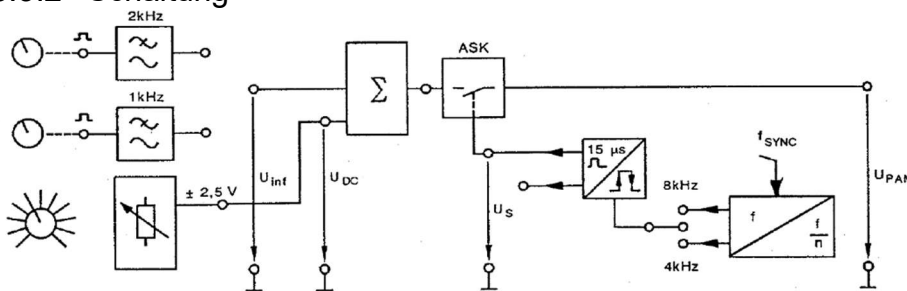


Abbildung 5: Schaltung zu Erklärung des Abtasttheorems

3.3.3 Kennlinien

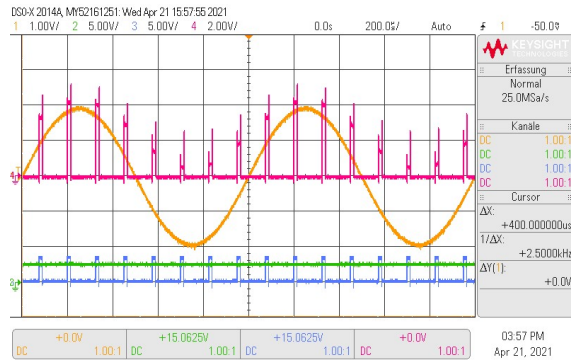


Abbildung 6: Spannungsverlauf mit 1kHz & 8kHz TTL

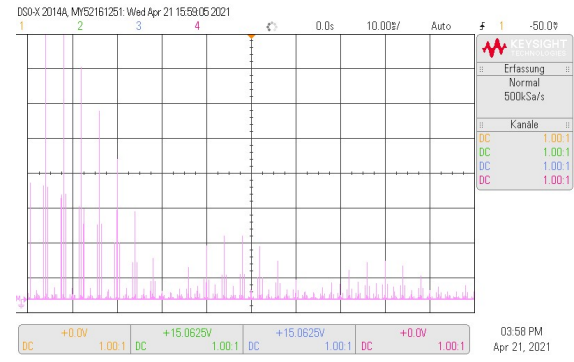


Abbildung 7: Frequenzspektrum mit 1kHz & 8kHz TTL

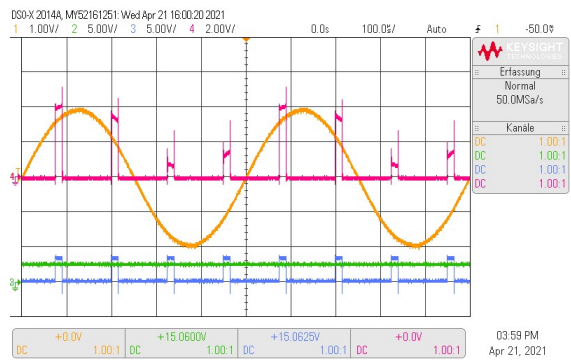


Abbildung 8: Spannungsverlauf mit 2kHz & 8kHz TTL

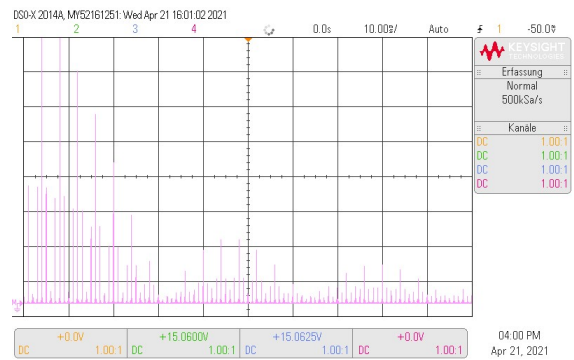


Abbildung 9: Frequenzspektrum mit 2kHz & 8kHz TTL

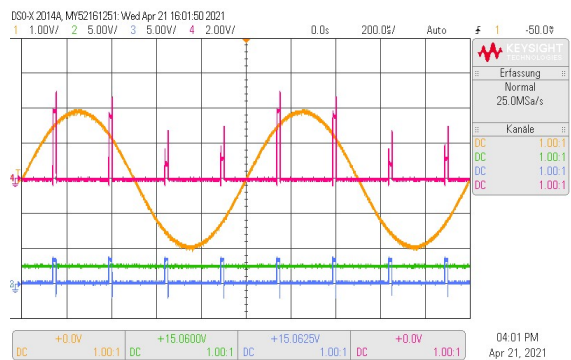


Abbildung 10: Spannungsverlauf mit 1kHz & 4kHz TTL

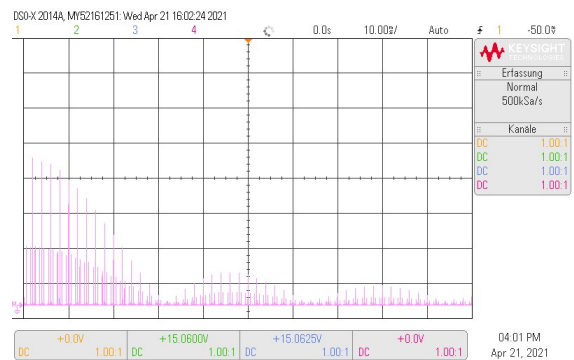


Abbildung 11: Frequenzspektrum mit 1kHz & 4kHz TTL

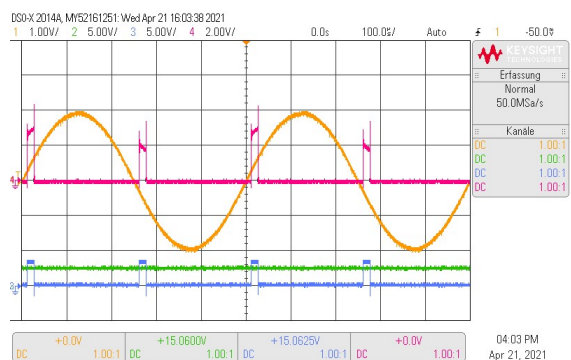


Abbildung 12: Spannungsverlauf mit 2kHz & 4kHz TTL

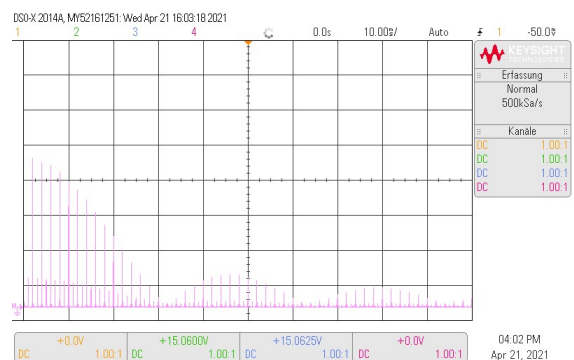


Abbildung 13: Frequenzspektrum mit 2kHz & 4kHz TTL

3.3.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In den Abb. 6 bis 13 sind die Ergebnisse der Messungen bei den verschiedenen Einstellwerten zu erkennen.

3.4 Zeitmultiplexverfahren

3.4.1 Beschreibung des Messvorgangs

Hier soll ein PAM-Zeitmultiplexsignal erzeugt und untersucht werden.

3.4.2 Schaltung

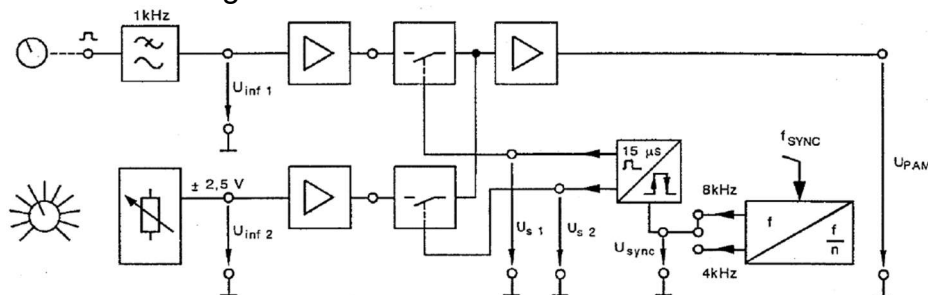


Abbildung 14: Schaltung zu Zeitmultiplexverfahren

3.4.3 Kennlinie

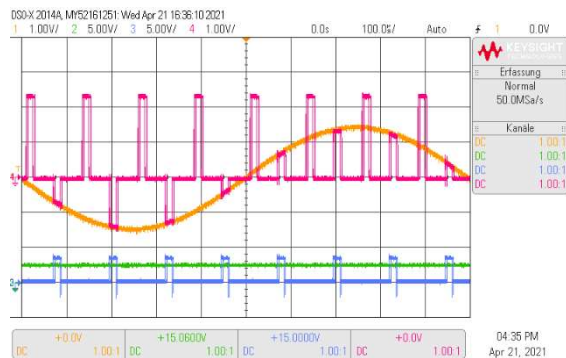


Abbildung 15: Spannungsverlauf zu Zeitmultiplexverfahren

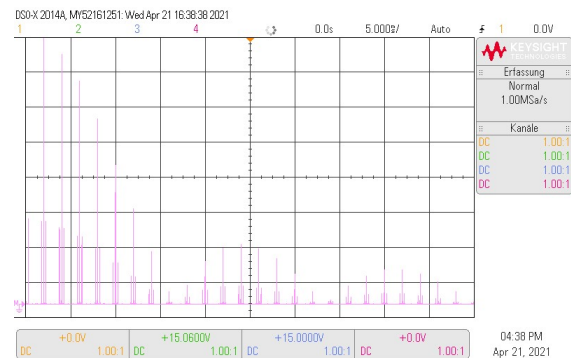


Abbildung 16: Frequenzspektrum zu Zeitmultiplexverfahren

3.4.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In Abb. 4 ist ein typisches Frequenzspektrum eines pulsamplitudenmodulierten Signals zu erkennen.

3.4.5 Übungsrelevante Fragen

1. Handelt es sich bei der Spannung U_{PAM} um eine unipolare oder um eine bipolare PAM? Bipolar.
2. Wieviel Kanäle könnte man theoretisch unter Beibehaltung der 8-kHz-Abtastfrequenz bei 15 μ s Impulsbreite übertragen?
8. ($T_{sync}/15\mu s$)
3. Weshalb wird die PAM-Multiplextechnik nicht auf Übertragungsstrecken verwendet? Aufgrund hoher Stömpfindlichkeit.

3.5 Versuche am Pulsmodulator 1

3.5.1 Beschreibung des Messvorgangs

In diesem Kapitel wird die Pulsmodulator betrachtet und die Kennlinie des AD-Wandlers soll ermittelt werden.

3.5.2 Schaltung

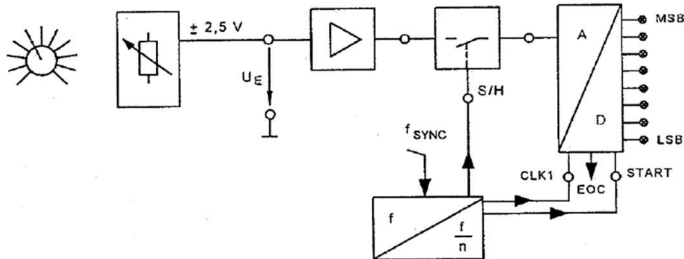


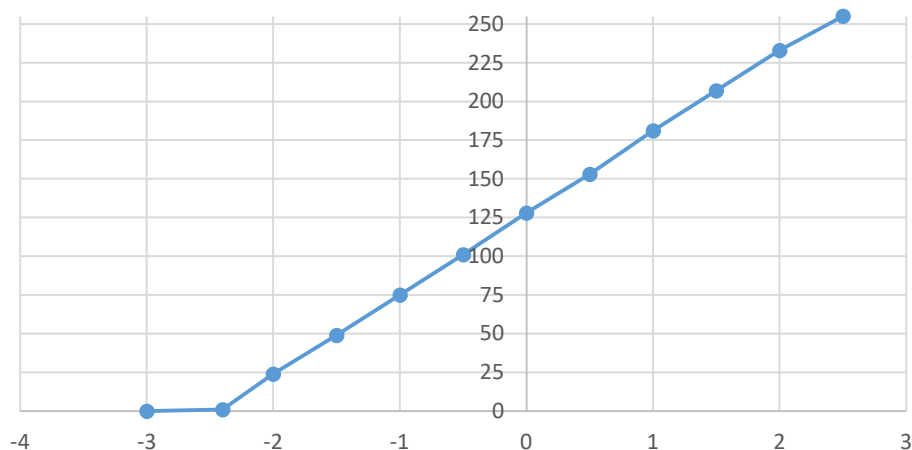
Abbildung 17: Schaltung zu Versuche am Pulsmodulator 1

3.5.3 Tabelle

UE V	Code bin	Dezimal
-3.0	00000000	0
-2.4	00000001	1
-2.0	00011000	24
-1.5	00110001	49
-1.0	01001011	75
-0.5	01100101	101
0.0	10000000	128
0.5	10011001	153
1.0	10110101	181
1.5	11001111	207
2.0	11101001	233
2.5	11111111	255

3.5.4 Kennlinie

AD-Wandler Quantisierung



3.5.5 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In der Kennlinie ist die Quantisierung des AD-Wandlers des Modulation Boards zu erkennen.

3.5.6 Übungsrelevante Fragen

1. Ist die Quantisierungskennlinie linear oder nichtlinear?
Linear.
2. Welcher Amplitudenbereich kann gewandelt werden?
 $\pm 2,5V$.
3. Wie groß ist ein Quantisierungsintervall?
 $19mV$. ($U_{sp}/255$)
4. Kann am digitalen Codewort die Polarität des ursprünglichen Signals abgelesen werden?
Durchaus. Werte unter 127 sind negativ, während alle größeren Werte ein positives Signal bedeuten.

3.6 Versuche am Pulsodemulator 2

3.6.1 Beschreibung des Messvorgangs

Nun soll der Spannungsverlauf des Pulsodemulators dargestellt werden.

3.6.2 Schaltung

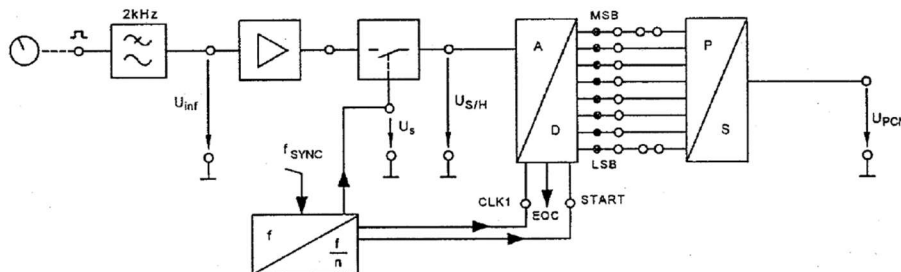


Abbildung 18: Schaltung zu Versuche am Pulsodemulator 2

3.6.3 Kennlinie

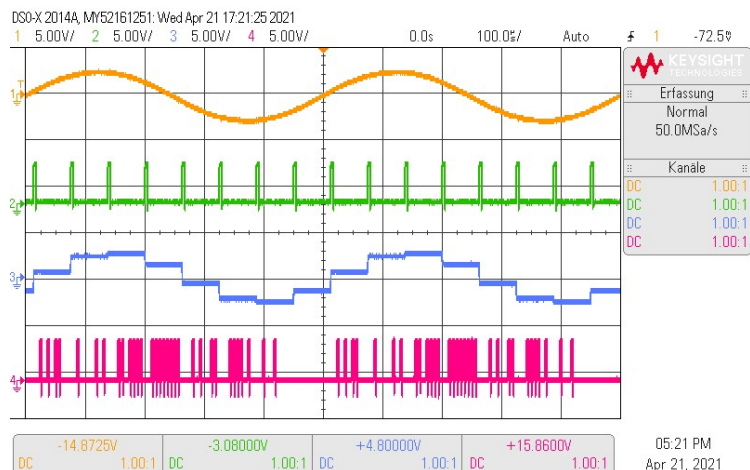


Abbildung 19: Spannungsverlauf zu Versuche am Pulsodemulator 2

3.6.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In Abb. 19 sind die Spannungsverläufe zu erkennen. Die Eingangssignale (Kanal 1 & 2), der analoge Ausgang (Kanal 3), der die Bits stufenweise analog überträgt, und der digitale Ausgang (Kanal 4), welcher die Bits seriell überträgt.

3.6.5 Übungsrelevante Fragen

1. Mit welcher Abtastfrequenz wird das Informationssignal abgetastet?
16kHz.
2. Stimmt das codierte PCM-Signal mit der Spannung $U_{S/H}$ zeitlich überein?
Nein. Die Daten werden um eine Taktperiode verschoben übertragen.
3. In welcher Reihenfolge werden die Bits gesendet?
Das LSB ist das erste übertragene Bit.

3.7 PCM-Multiplexing

3.7.1 Beschreibung des Messvorgangs

In diesem Kapitel wird die Pulsmodulator betrachtet und die Kennlinie des AD-Wandlers soll ermittelt werden.

3.7.2 Schaltung

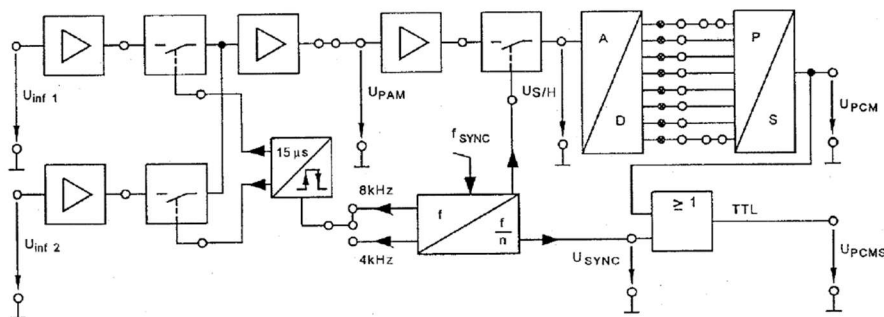


Abbildung 20: Schaltung zu PCM-Multiplexing

3.7.3 Kennlinie

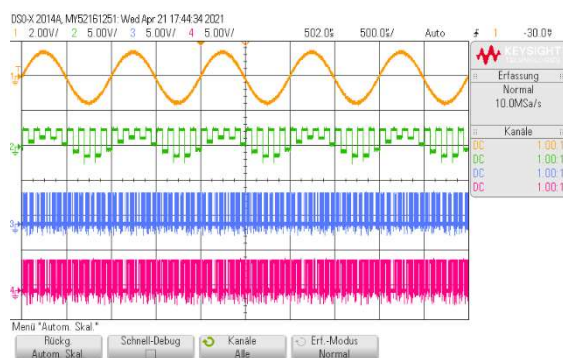


Abbildung 21: Spannungsverlauf zu PCM-Multiplexing, Übersicht



Abbildung 22: Spannungsverlauf zu PCM-Multiplexing, 1-Periode

3.7.4 Erkenntnis / Schlussfolgerung

In den Abb. 21 & 22 ist die gemessene Pulscodemodulation zu erkennen, in der Übersicht und in einer Periode. Der Eingang (Kanal 1), die Ausgänge (Kanal 2 & 4), sowie das Sync-Signal (Kanal 3) ist dargestellt.

3.7.5 Übungsrelevante Fragen

1. Welche Frequenz und welche Dauer hat der Synchronimpuls?
Eine Frequenz von 8 kHz & eine Impulsbreite von 14,4 μ s.
2. Wie erkennt man, welches Bitwort von welchem Eingangskanal stammt?
Zwischen zwei Synchronimpulsen finden insgesamt 16 Übertragungen statt. Stellt man die Gleichspannung auf -2,5V (0), so werden die ersten 8 übertragenen Bits auf 0 gestellt. D.h. die ersten 8 stammen vom 2. Eingang, die letzten 8 vom 1.

Unterschrift: Leon Ablinger

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