

Protokoll zur sechsten Laborübung

Messtechnik Labor 376.091

DINC Atilla (11917652)

19. Dezember 2023

Inhaltsverzeichnis

1	Erklärung, Unterschrift, Allgemeines	2
1.1	Teilnehmerinformationen	2
1.2	Labora Ausstattung	2
2	Einleitung	3
3	Aufbau zur Charakterisierung	3
4	Aufnahme der Kennlinie	3
4.1	Messergebnisse	4
5	Rauschen und Auflösung	4
5.1	Messergebnisse	5
6	Spektrum der Fremdlichtintensität	5
6.1	Messergebnisse	5
7	Phasenselektiver Synchrongleichrichter	6
7.1	Messergebnisse	7
8	Phasenunabhängiger Synchrondemodulator	7
8.1	Messergebnisse	7

1 Erklärung, Unterschrift, Allgemeines

Alle Messungen und Ergebnisse die diesem Protokoll entstammen wurden von Atilla Dinc, Muhammed Tesgin und Victoria Wolfgruber durchgeführt und dokumentiert.



Abbildung 1: Unterschrift des Protokollführers DINC Atilla

1.1 Teilnehmerinformationen

Gruppennummer:	5
Gruppenmitglieder	
Name	Matrikelnummer
Atilla Dinc	11917652
Muhammed Tesgin	12004145
Victoria Wolfgruber	11933423

1.2 Laborausstattung

Geräteliste				
Bezeichnung	Gerätebeschreibung	Messgrößen	Inventarnummer	Bemerkungen
OZ1	Digitalspeicheroszilloskop DSO-x2002A	-	CD0408-7	-
MM1	Digitalmultimeter	-	CA0402-1	-
DAQ	CaptureCard	-	CA0410-3	-
DAC	DAQ-Anschluss	-	CA0410-3	-
	Reflektor	-	CA0410-2	-
LA1	Glühfadenlampe	-	CA0410-2	-
Zubehörliste				
Bezeichnung	Zubehörbeschreibung	Messgrößen	Inventarnummer	Bemerkungen
RF1	Reflektoraufsatz	-	-	-
RF2	Reflektoraufsatz	-	-	-

2 Einleitung

In dieser Laborübung steht eine moderne Data-Aquisition-Card zur Verfügung, welche analoge Signale über eine physikalische Schnittstelle mit BNC-Anschlüssen einlesen und ausgeben kann. Die DA-Card dient als Schnittstelle zum Computer und erlaubt es, mit Software-Tools wie etwa Simulink und Matlab eine digitale Verarbeitung der Messdaten zu ermöglichen.

Weiters steht Näherungssensor mit einem fein verstellbaren Reflektor, sowie eine Lampe zur Verfügung. Das Ziel dieser Laborübung ist es, sich dem Umgang mit der digitalen Datenverarbeitung zu nähern indem Erfahrungen am Beispiel des Näherungssensors gewonnen werden.

Zudem stehen mehrere Programme zur Verfügung, welche die Programmierung während dem Labor vereinfachen sollen. Darunter sind Programme zu vorprogrammierten Filterung der Signal, zur Kommunikation mit der DAC und auch ein Simulink-Projekt, welches es im Laufe der Übung zu vervollständigen gilt.

3 Aufbau zur Charakterisierung

Zunächst wurde der Reflektor mit dem Näherungssensor für die Inbetriebnahme mit einer Versorgungsspannung von $U_V = \pm 12\text{ V}$ verschaltet. Der analoge Eingang der Anschlussbox wurde mit einem T-Stück sowohl am Oszilloskop, als auch am Näherungssensor angeschlossen. Der Funktionsgenerator FG1 wurde mit einem T-Stück, sowohl an Channel 2 des Oszilloskops, als auch am Eingang des Näherungssensors angeschlossen und mit einem DC-Offset von $1,5\text{ V}$ eingestellt. Reflektor 1 wurde montiert und das Startup File in MatLAB wurde ausgeführt. Die DAC konnte erfolgreich verbunden werden und der Ausgang des Näherungssensors wurde korrekt gemessen.

4 Aufnahme der Kennlinie

Wie im Skriptum beschrieben, wurde das Sensorsignal mit der Abstandsabhängigkeit aufgenommen. Dazu wurde zunächst die maximale Ausgangsspannung bestimmt, indem der gesamte verfügbare Abstandsbereich durchfahren wurde. Wir konnte so feststellen, dass wir nicht an die Grenzen der Ausgangsspannung geraten können und dass der Reflektor mit dem Sensor kollidieren kann.

Weiters ist uns aufgefallen, dass die Einbaumessschraube keine metrische Skala verwendet. Unserer Vermutung nach, wird von einer imperialen Einheit ausgegangen weshalb hier vom amerikanischen Zoll-Maß ausgegangen wird. Der Aufschrift der Messschraube wurde entnommen, dass die Inkrementierungen in zwölftel Zoll Abständen voranschreiten.

Für eine bessere adaptive Auflösung der stark verzerrten Kennlinie, wurde zunächst eine grobe und im Anschluss eine feine Messung um den Höchstwert herum durchgeführt.

In der Datenverarbeitung mit Simulink wurde ein Block zu Berechnung von u_{mean} wie in Abb. 2 hinzugefügt.

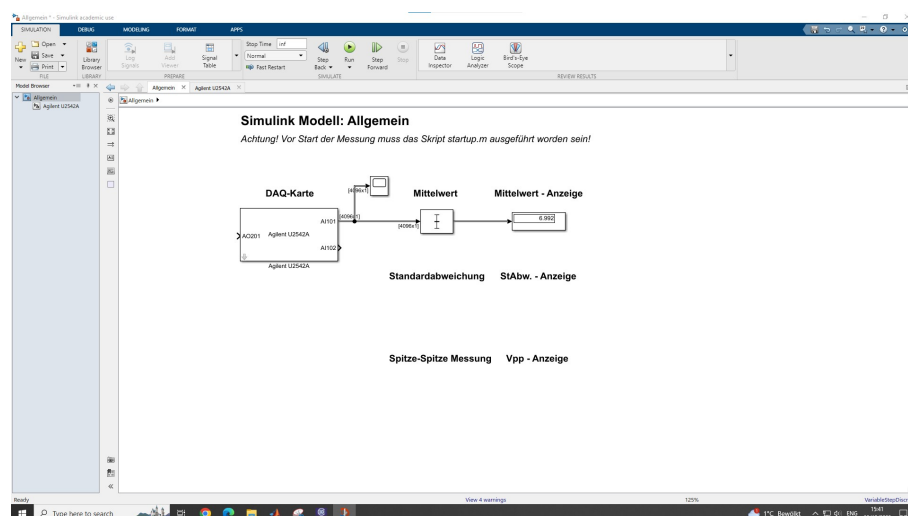


Abbildung 2: Schaltung zur Berechnung von u_{mean}

4.1 Messergebnisse

Es konnte direkt zu Beginn festgestellt werden, dass die maximale Ausgangsspannung des Näherungssensors nicht erreicht werden kann und dass die maximal möglich Auslenkung der Messschraube $x_{max} = 9\frac{3}{4}\frac{1}{12}''$ beträgt. Die grobe Messung wurde in $\frac{1}{12}''$ -Schritten durchgeführt und lieferte das Ergebnis aus Tabelle 1. Daraus ist ersichtlich, dass sich das Maximum der Kennlinie bei einer Auslenkung von $x_{max} \approx \frac{8}{12}''$ befindet, daher wurde die feine Aufnahme symmetrisch um diesen Punkt herum in $\frac{1}{4}$ -Inkrementierungen aufgenommen, wie in Tabelle 2 ersichtlich. Die gleichen Messungen wurden auch für den zweiten Reflektor RF2 durchgeführt und sind daher auch in den Tabellen 1 und Tabelle 2 zu finden. An den rechten Enden der Kennlinien aus Abb. 3 und Abb. 4 ist deutlich eine steile Erhöhung nach einem kleinen lokalen Minimum zu erkennen. Das ist vermutlich ein Resultat der Geometrie des Gehäuses des Näherungssensors. Das Gehäuse ragt weiter aus als die Lichtquelle des Sensors es tut, daher wird ab einer gewissen Nähe ein geschlossener Raum um den Sensor gebildet und es wird mehr Licht zum Sensor reflektiert.

Tabelle 1: grobe Aufnahme der Kennlinie

$x [\frac{1}{12}'']$	$u_{mean,RF1} [V]$	$u_{mean,RF2} [V]$
0,00	0,06213	0.2089
1,00	0,06885	0.2717
2,00	0,08384	0.3744
3,00	0,1094	0.5481
4,00	0,1558	0.8675
5,00	0,2479	1.5
6,00	0,4343	2.838
7,00	0,7825	5.581
8,00	0,9863	7.972
9,00	0,3565	3.281

Tabelle 2: feine Aufnahme der Kennlinie

$x [\frac{1}{12}'']$	$u_{mean,RF1} [V]$	$u_{mean,RF2} [V]$
5,00	0.235	1.491
5,25	0.2706	1.731
5,5	0.313	2.025
5,75	0.3644	2.383
6,00	0.4241	2.818
6,25	0.4958	3.343
6,5	0.579	3.969
6,75	0.6733	4.706
7,00	0.7759	5.542
7,25	0.8783	6.43
7,5	0.9635	7.271
7,75	1.007	7.868
8,00	0.9916	7.995
8,25	0.8739	7.371
8,5	0.6738	5.933
8,75	0.4646	4.224
9,00	0.351	3.278
9,25	0.3851	3.787
9,5	0.3736	4.766

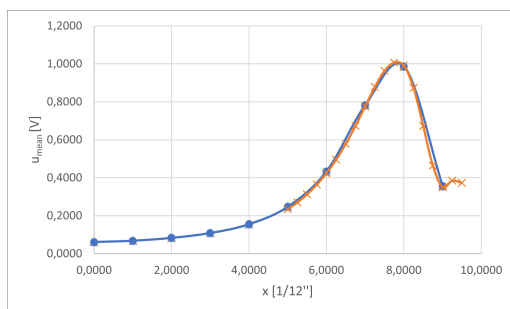


Abbildung 3: Kennlinie vom Reflektor RF1

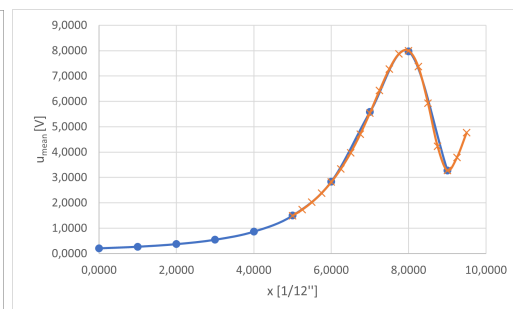


Abbildung 4: Kennlinie vom Reflektor RF2

5 Rauschen und Auflösung

Zur Rauschmessung wird die Schaltung beibehalten wie sie ist, es wird lediglich der stärker reflektierende Reflektor RF2 verbaut und der Abstand der größten Signalamplitude eingestellt. Zusätzlich wird das Blockschaltbild um die Berechnung der Standardabweichung sowie der Spitze-Spitze-Spannung wie in fig:schematics-6-3-3-jpg erweitert.

Die Umgebungsbedingungen während der Messung waren:

vollständige Deckenbeleuchtung

kein Schattenwurf auf das Messobjekt

kein Sonnenlicht, helle Wolkendecke um 15Uhr in Wien

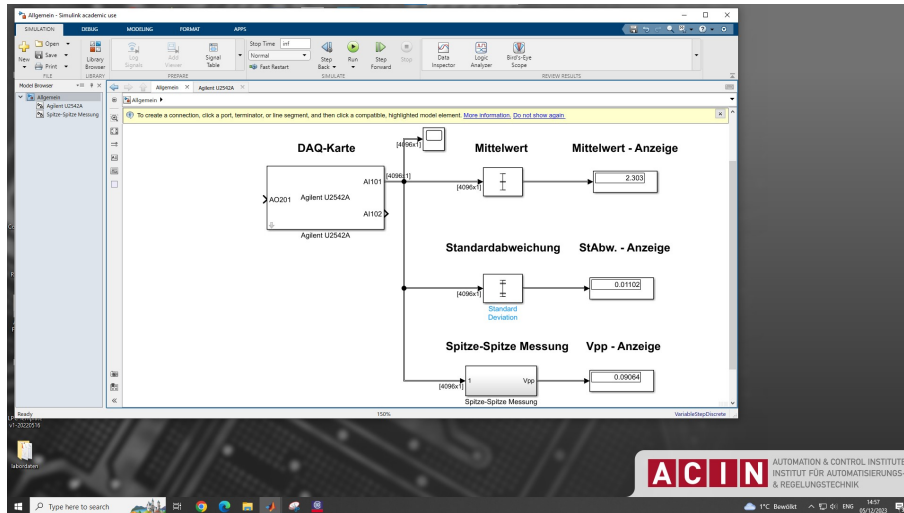


Abbildung 5: Erweiterung um Standardabweichung und Spitze-Spitze-Wert

5.1 Messergebnisse

Wie aus den Ergebnissen aus der Tabelle 3 zu sehen ist, scheint die angelegt Spannung kaum dem Rauschen beizutragen. Die mittlere Spannungs ist jedoch wie zu erwarten gefallen. Die größten Quellen für das Rauschen werden vermutlich Lichtquellen ausmachen. Zu den Rauschquellen gehört die Strahlung die von Außen wirkt, die Deckenbeleuchtung und das Grundrauschen der Schaltung durch die Spannungsversorgung. Denkbar wären auch Luftverschmutzung wie Staub und Feuchtigkeitsschwankungen in der Luft, die mit der Lichtquelle der Schaltung interferieren.

Tabelle 3: Messergebnisse der Standardabweichung, Spitze-Spitze-Werte und dem Mittelwert

Input 1,5 V _{DC}			
t [s]	u_{mean} [V]	$\sigma(u)$ [V]	u_{pp} V
10	8,264	0,01234	0,1077
60	8,258	0,01251	0,1068
120	8,258	0,01235	0,1071
Input 0,5 V _{DC}			
t [s]	u_{mean} [V]	$\sigma(u)$ [V]	u_{pp} V
10	2,248	0,01144	0,09277
60	2,257	0,01131	0,09094
120	2,262	0,01113	0,08972

6 Sepktrum der Fremdlichtintensität

Nun sollen Fremdlichtquellen untersucht werden, weshalb die Versorgung der Lichtquelle des Näherungssensors über den Funktionsgenerator ausgeschaltet wurde und das Simulink-Blockschaltbild um einen Spectrum-Analyzer erweitert wurde (siehe Abb. 6). Die Einstellungen des Spectrum-Analyzers wurden dem Skriptum entnommen (Type: RMS, Span: 2000 Hz, Units: dBV, Trace-options: off). Als konstante Lichtquelle wurde die Glühfadenlampe LA1 aus einer Entfernung von 25 cm eingesetzt ohne einen Schatten auf den Sensor zu projizieren. Es wurden sowohl die Spektren als auch das Rauschen in unterschiedlichen Situationen gemessen.

6.1 Messergebnisse

Wie zu erwarten ist die mittlere Spannung extrem stark von der Fremdlichtintensität abhängig. Wenn die Lampe ausgeschaltet wird, fällt u_{mean} um eine Größenordnung und wenn der Sensor abgedeckt wird, fällt es sogar um eine weitere Größenordnung. Bei der Standardabweichung ist

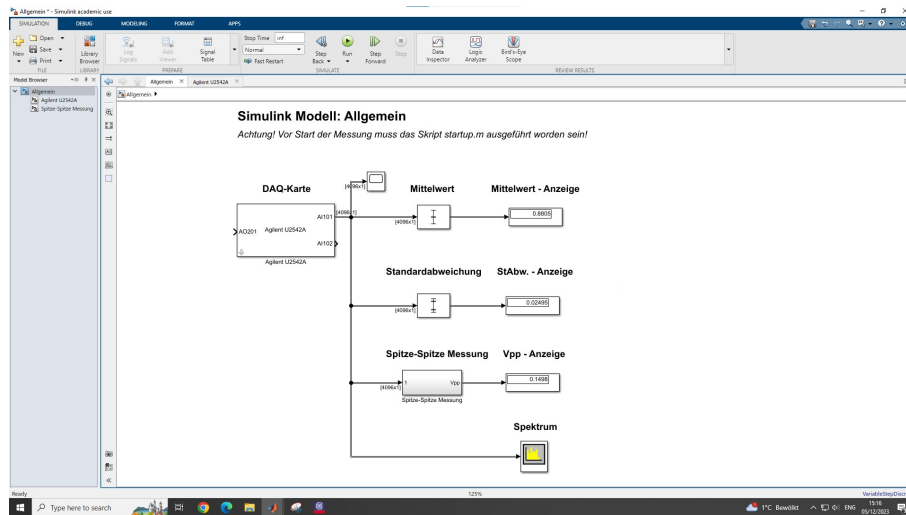


Abbildung 6: Erweitertes Simulink Blockschaltbild

so ein Verhalten nicht beobachtbar, die Spitze-Spitze-Spannung hat jedoch eine leichte Abhängigkeit von der Fremdlichtintensität. Wenn man die Frequenz-Analyse betrachtet, kann man aus dem Vergleich von Abb. 7 und Abb. 8 erkennen, dass die diffuse Strahlung den Großteil der Fremdintensität ausmacht. Weiters lässt sich das Frequenzspektrum der Lampe sehr leicht identifizieren, da der Peak fast genau 100 Hz auftritt. Das entspricht der doppelten Netzfrequenz und somit genau der Frequenz der Leistung.

Tabelle 4: Messergebnisse der Standardabweichung, Spitze-Spitze-Werte und dem Mittelwert

Lampe bei $t = 0$ s eingeschaltet			
t [s]	u_{mean} [V]	$\sigma(u)$ [V]	u_{pp} [V]
5	0,2684	0,01346	0,1013
50	0,2699	0,013	0,1028
80	0,2777	0,01283	0,1028
120	0,2741	0,01314	0,1028
Lampe bei $t = 0$ s ausgeschaltet			
t [s]	u_{mean} [V]	$\sigma(u)$ [V]	u_{pp} [V]
90	0,02478	0,0113	0,08545
120	0,0248	0,0112	0,08484
abgedeckte Schaltung			
t [s]	u_{mean} [V]	$\sigma(u)$ [V]	u_{pp} [V]
10	0,004232	0,01132	0,08545
45	0,0003277	0,01169	0,08545
90	0,0003546	0,01126	0,08514

7 Phasenselektiver Synchrongleichrichter

Der Ausgang des Funktionsgenerators FG1 wurde auf ein Sinussignal ($U_{pp} = 0,4$ V, $U_{offset} = 1,3$ V) gestellt und zusätzlich am Eingang AI102 angeschlossen. Weiters wurde der Ausgang des Sensors, welcher an AI101 angeschlossen ist, mit dem Oszilloskop überwacht. Es wurde weiterhin der Reflektor RF2 verwendet.

Das Simulink-Blockschaltbild wurde wie im Skriptum beschrieben erweitert und mit einem Butterworth-Tiefpassfilter zehnter Ordnung ($f_g = 3$ Hz) ausgestattet, siehe Abb. 9. Die Werte für die Phasenverschiebung (in der Schaltung Abb. 9 mit d eingetragen) wurden in der Labor-Hausübung berechnet und hier für je 45° und 90° übernommen.

Nachdem das Blockschaltbild vervollständigt wurde, wurde die Lampe auf 15 cm Entfernung positioniert und die Ausgangsamplitude auf $1V_{pp}$ gestellt. Letztendlich wurden alle Messwerte aufgenommen.

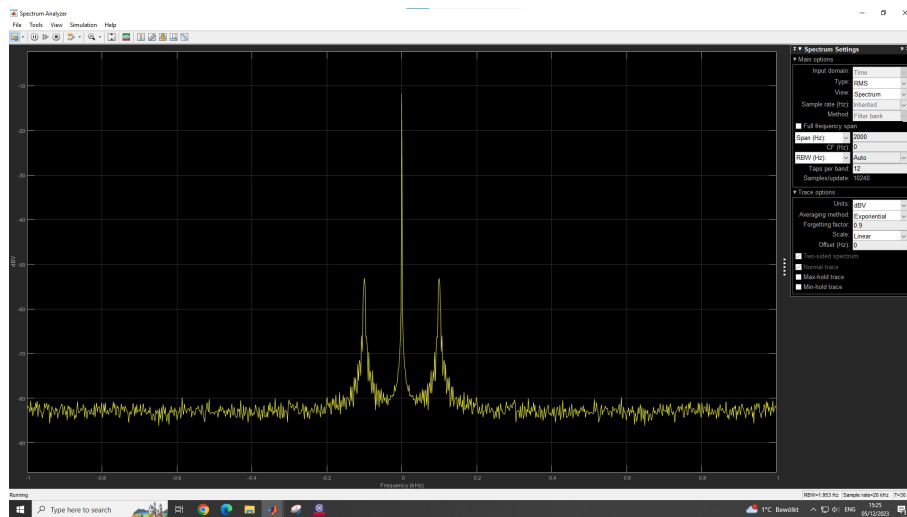


Abbildung 7: Frequenzspektrum mit eingeschalteter Lampe

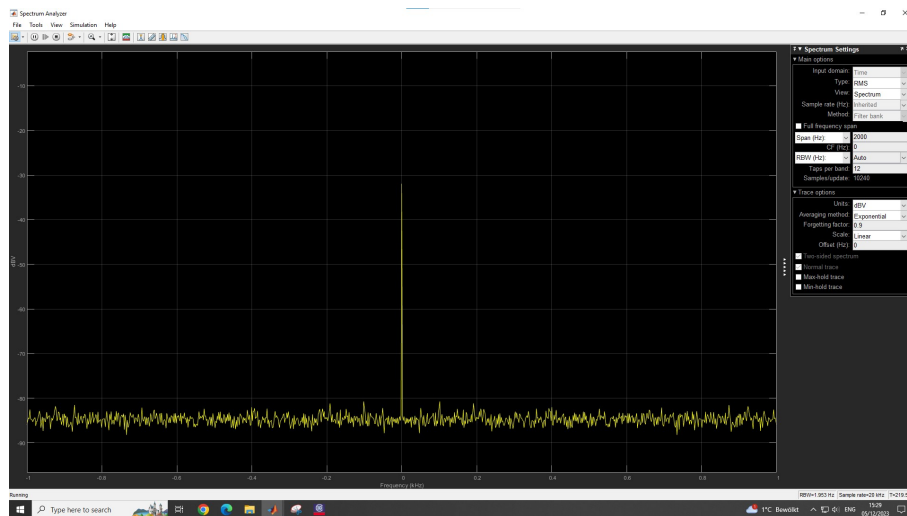


Abbildung 8: Frequenzspektrum mit eingeschalteter Lampe

7.1 Messergebnisse

Wir erwarten dann Oberwellen, wenn Frequenzdifferenz zwischen Störsignalfrequenz und Ausgangssignal kleiner als unsere Grenzfrequenz $f_g = 3 \text{ Hz}$ ist.

8 Phasenunabhängiger Synchrondemodulator

Für diese Messung wird das Eingangssignal computergeneriert und über den analogen Ausgang AO201 in die Reflektor-Schaltung eingespeist. Das letzte Blockschaltbild wird wie in Abb. 13 aufgebaut. Die Mittelwertbildung wird diesmal über einen $f_g = 5 \text{ Hz}$ Butterworth-Filter. Anders

8.1 Messergebnisse

Hier sind wieder die gleichen Phänomene wie bei dem phasenselektiven Synchrongleichrichter zu erwarten. Jedoch treten bei 22 Hz Störungen auf, wie aus Abb. 15 ersichtlich ist. Diese Störungen konnten nicht erklärt werden. Bis auf diese sonderbare Frequenz alle Situationen wie in Tabelle 6 vorhersagbar abgelaufen.

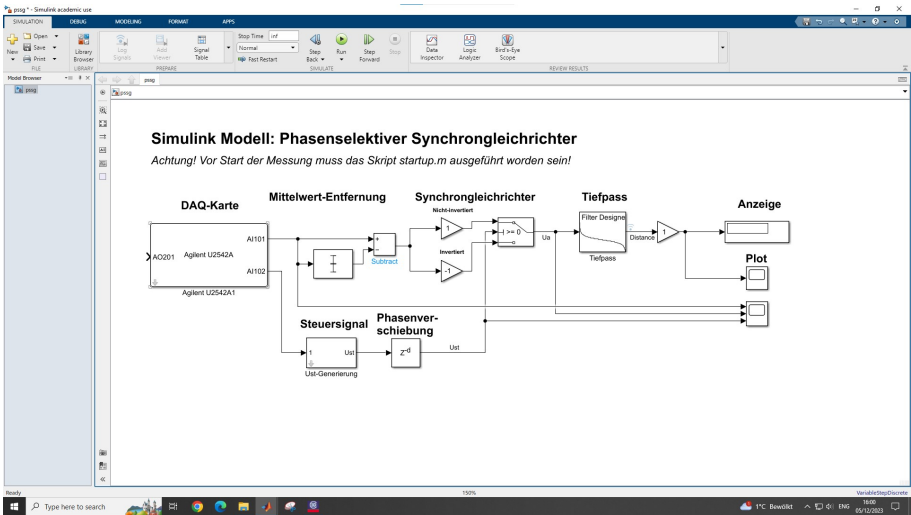


Abbildung 9: Schaltung des phasenunabhängigen Synchrondemodulators

Tabelle 5: Korrespondenztabelle zwischen Störsignal und Frequenz

Frequenz (Hz)	Störung erwartet?	Störung gemessen?	Begründung
20±0,1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
33,33 ±0,1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
50 ±0,1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
75 ±0,1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
100 ±0,1	Ja	Ja	Frequenzdifferenz: $\Delta f = f - f_{Netz} = 0,1 \text{ Hz}$
125 ±0,1	Nein	Nein	
150 ±0,1	Nein	Nein	
175 ±0,1	Nein	Nein	
200 ±0,1	Nein	Nein	

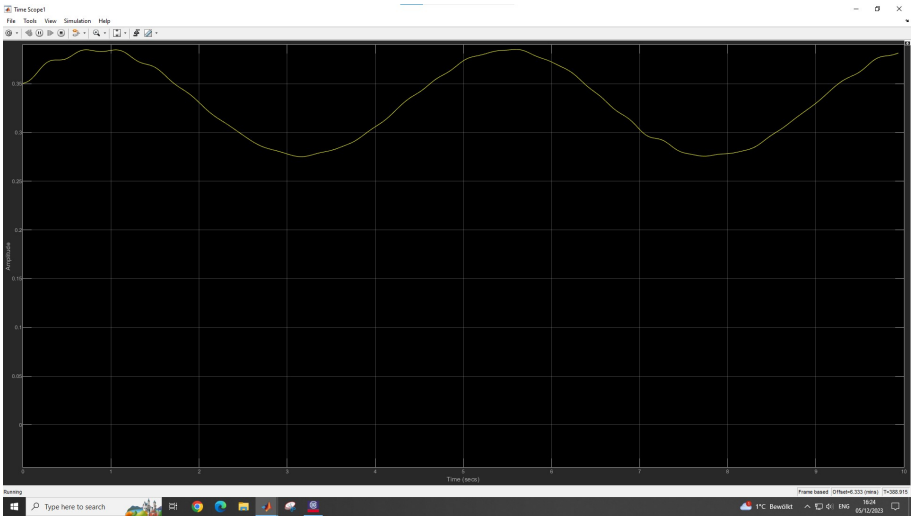


Abbildung 10: Überlagerte Schwingung bei $f = 100,1 \text{ Hz}$

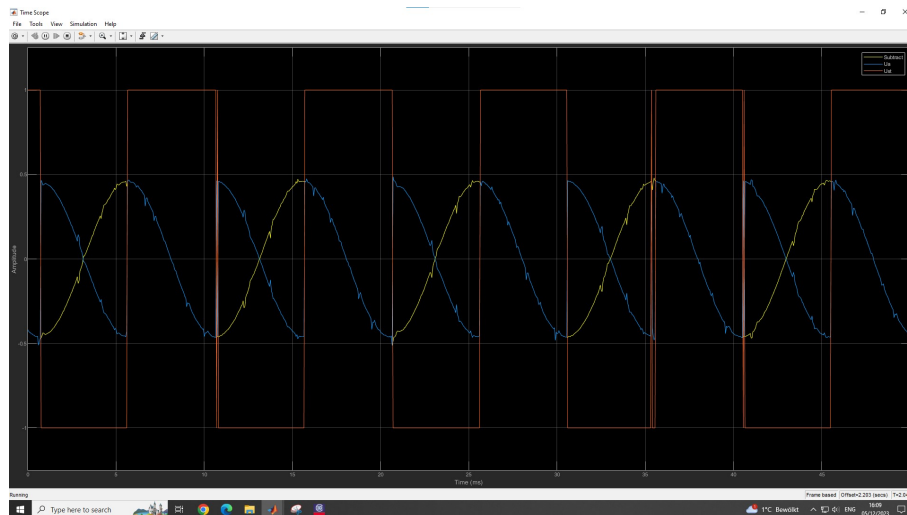
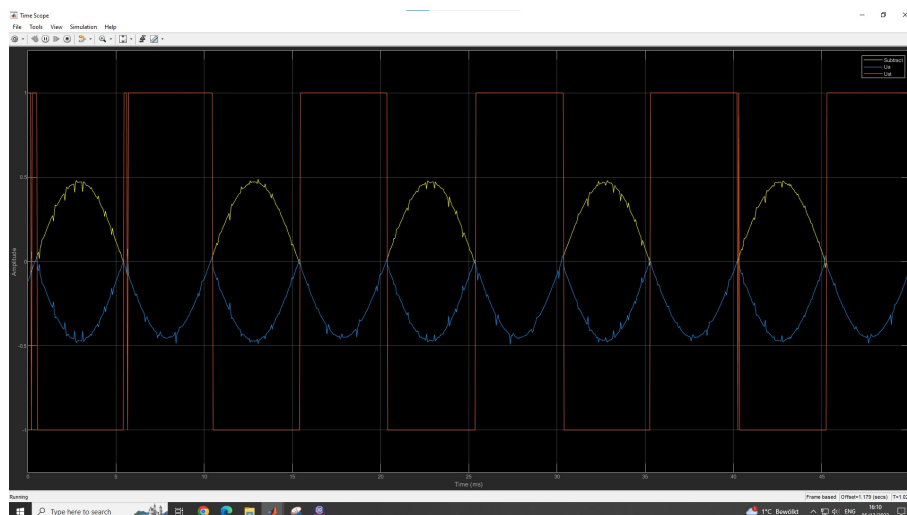
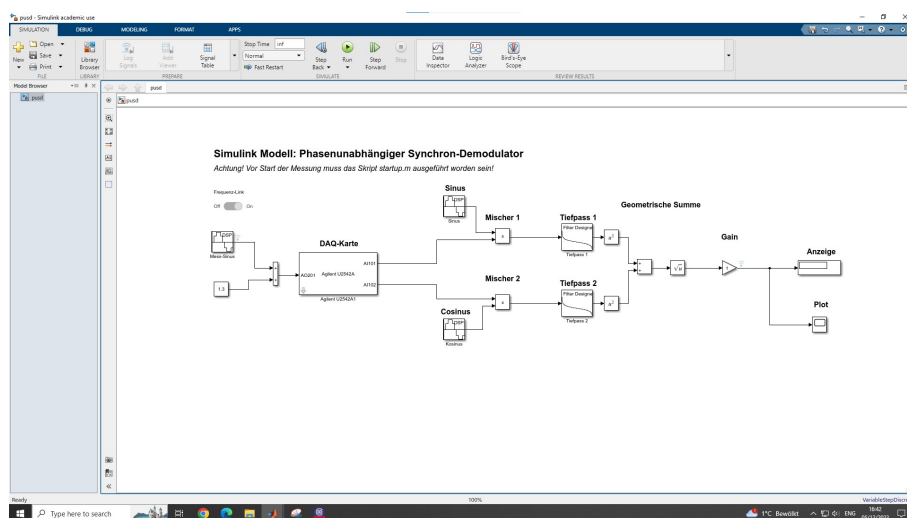
Abbildung 11: Phasenselektiver Synchrongleichrichter bei 45° PhasenversatzAbbildung 12: Phasenselektiver Synchrongleichrichter bei 90° Phasenversatz

Abbildung 13: Blockschaltbild mit Konfiguration nach dem Skriptum

Tabelle 6: Korrespondenztabelle zwischen Störsignal und Frequenz

Frequenz (Hz)	Störung erwartet?	Störung gemessen?	Begründung
20±1	Nein	Ja	siehe Abb. 15; der Grund dafür ist unklar
33,33 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
50 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
75 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
100 ±2	Ja	Ja	$\Delta f = f - f_{Netz} = 2 \text{ Hz}$; siehe Abb. 14
125 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
150 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
175 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch
200 ±1	Nein	Nein	Frequenzdifferenz zu hoch

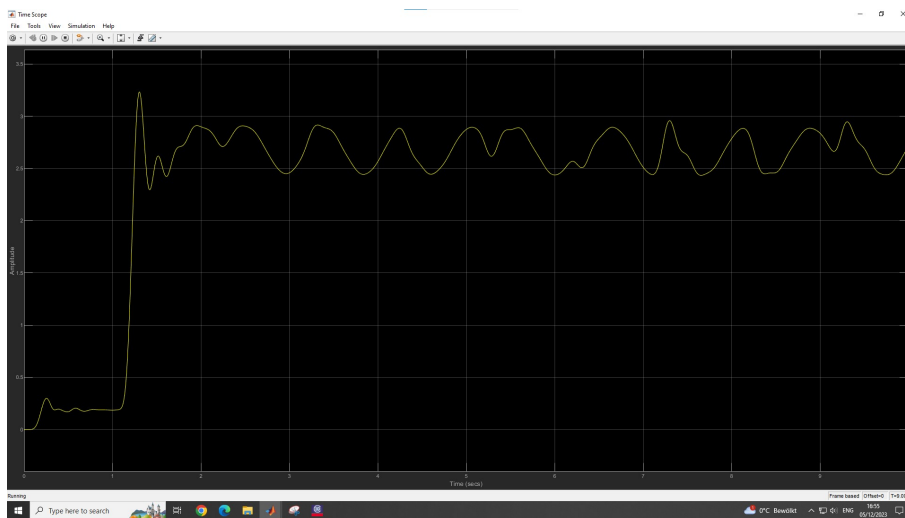


Abbildung 14: Störungen bei einer 101 Hz Transiente



Abbildung 15: Störungen mit 1 Hz Frequenz