

Versuch 1: Abtastung, Signalsynthese, Frequenzgang

In diesem Versuch werden verschiedene grundlegende Aspekte der Signalverarbeitung thematisiert: Die erste Aufgabe vertieft das Verständnis der Signalanalyse bzw.-synthese mit Hilfe von sinusförmigen Signalen. Die Aufgaben 2 und 3 verdeutlichen die Wirkungen des Abtasttheorems. In Aufgabe 4 wird der Frequenzgang der verwendeten Soundkarte analysiert.

Hinweis: Die Programme zu diesem Versuch finden Sie im Ordner "AudioLabSuite"

Aufgabe 1: Signalsynthese

Versuchsdurchführung:

Ein Rechtecksignal mit einer Frequenz von 10 Hz und der Amplitude 1 soll durch mehrere überlagerte Cosinus-Signale angenähert werden.

1. Welche Symmetrieeigenschaften hat das Rechtecksignal? Welchen Wert muss die Phasenlage des Rechtecksignals besitzen, wenn es nur aus Cosinus-Signalen zusammengesetzt werden soll?

Tipp: Skizzieren Sie den Verlauf eines Cosinus-Signals. Zeichnen Sie darüber ein Rechtecksignal, dass 1 (bzw. -1) ist, wenn das Cosinus-Signal 1 (bzw. -1) ist.

2. Bestimmen Sie die Amplituden der Cosinus-Signale, mit welchen das Rechtecksignal angenähert wird, für die Frequenzen 10 Hz, 20 Hz, 30 Hz, 40 Hz, 50 Hz und 60 Hz. Hierzu benötigen Sie 12 Abtastwerte pro Periode des Rechtecksignals.

Hinweis: Im Anhang finden Sie als Hilfestellung eine Cosinus-Tabelle falls Sie die Rechnung "mit Papier und Bleistift" durchführen möchten. Falls Sie ein Tabellenkalkulationsprogramm verwenden möchten, können Sie auch die (unvollständige) Vorlage TGMI-PR-V1-A1.ods nutzen.

3. Starten Sie das Programm [Signalgenerator](#). Setzen Sie das Häkchen bei "Show Plot", um den zeitlichen Verlauf der erzeugten Signale anzuzeigen. Überprüfen Sie Ihre Ergebnisse aus dem vorangegangenen Schritt indem Sie die Amplituden und Frequenzen aus dem vorangegangenen Schritt eingeben.

Aufgabe 2: Abtasttheorem I

Versuchsdurchführung:

1. Starten Sie das Programm [Signalgenerator](#). Stellen Sie die Abtastfrequenz auf 40000 Hz ein. Setzen Sie das Häkchen bei "Show Plot", um den zeitlichen Verlauf der erzeugten Signale anzuzeigen. Im Menü wählen Sie unter "File→Audio File" einen Namen für die Ausgabedatei (Dateiendung: .wav). Erzeugen Sie die Audiodatei mit Klick auf "Generate".
2. Starten Sie das Programm [Playback](#) und wählen Sie unter "File→Audio File" die Datei, die Sie im vorangegangenen Schritt angegeben haben.
3. Generieren Sie Audio-Daten, die die folgenden Frequenzen eines sinusförmigen Signals enthalten: 200 Hz, 3800 Hz, 4000 Hz, 4200 Hz, 7800 Hz, 8200 Hz und hören Sie sich die Ausgabe an und notieren Sie Ihre Beobachtungen.
Hinweis: Neue Daten werden mit Anklicken des Buttons "Generate" erzeugt.
4. Wählen Sie nun eine Abtastfrequenz von 8000 Hz und wiederholen Sie den vorangegangenen Schritt.
5. Wählen Sie 4 weitere Frequenzen mit denen Sie die Beobachtungen erweitern können. Die Abtastfrequenz soll unverändert bleiben.

Aufgabe 3: Abtasttheorem II

Versuchsdurchführung:

1. Starten Sie das Programm *Signalgenerator*. Stellen Sie die Abtastfrequenz auf 40000 Hz ein. Im Menü wählen Sie unter "File→Audio File" einen Namen für die Ausgabedatei und erzeugen Sie die Audiodatei mit Klick auf "Generate". Starten Sie das Programm *Playback* und wählen Sie unter "File→Audio File" die gleiche Datei.
2. Generieren Sie Audio-Daten mit der Frequenz 19900 Hz. Wählen Sie die folgenden Signalformen: Cosinus (Cos), Rechteck (Rect), und Sägezahn (Saw). Hören Sie sich die Ausgabe an.

Falls Sie ein niederfrequentes¹ Signal hören (ist nicht für alle Signalformen der Fall), versuchen Sie die Frequenz dieses Signals durch Vergleichsmessungen abzuschätzen. Woher kommen diese Frequenzen?

Hinweis: Hierzu können Sie zum Beispiel die Signalform und Frequenz auf einem zweiten Kanal des Signalgenerators einstellen und die Amplitude der beiden Kanäle wechselweise auf Null setzen.

Aufgabe 4: Bestimmung des Frequenzgangs einer Soundkarte

(Diese Aufgabe entfällt falls das Praktikum online durchgeführt wird)

Versuchsdurchführung:

1. Starten Sie das Programm *Record*. Wählen Sie die größtmögliche Abtastfrequenz. Im Menü wählen Sie unter "File→Audio File" den Namen *input.wav*. Starten Sie das Programm *Oscilloscope* und wählen Sie unter "File→Audio File" den gleichen Dateinamen.

Das Programm Oscilloscope zeigt Ihnen den zeitlichen Verlauf der Abtastwerte in der Datei an. Mit den Schieberegler *Zoom* und *Pan* können Sie den angezeigten Bereich auswählen. Der minimale und maximale Wert innerhalb dieses Bereichs wird ebenfalls angezeigt.

2. Für den Versuch steht Ihnen ein Signalgenerator (als Gerät, nicht als Programm) zur Verfügung. Stellen Sie die Amplitude des Signalgenerators so ein, dass der Eingang nicht übersteuert und wählen Sie als Signalform "Sinus". Ihr Versuchsbetreuer ist Ihnen hierbei behilflich.
3. Erzeugen Sie mit dem Signalgenerator die folgenden Frequenzen: 1 Hz, 2 Hz, 5 Hz, 10 Hz, 20 Hz, 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz, 12 kHz, 15 kHz, 20 kHz, 30 kHz, 40 kHz, 50 kHz, 60 kHz.

Notieren Sie die Amplituden des aufgezeichneten Signals. Für die Auswertung normieren Sie die Werte auf den Wert, den Sie bei der Frequenz 1 kHz gemessen haben. Die normierte Amplitude für 1 kHz beträgt also 1. Stellen Sie den Frequenzverlauf in der Auswertung grafisch dar, wobei Sie für die Frequenzachse eine logarithmische Darstellung wählen.

(vgl. de.wikipedia.org/wiki/Logarithmenpapier)

Anhang: Cosinus-Tabelle

$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 0)$	$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 1)$	$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 2)$	$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 3)$	$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 4)$	$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 5)$	$\cos(\frac{2\pi}{12} \cdot 6)$
1	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{2}\sqrt{3}$	-1

¹ < 1 kHz