

SiSy HS2024: Matlab-Python-Testatlabor

25 Punkte

| | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|---------|-------|
| Name: | | | | | User: | |
| 1: | 2: | 3: | 4: | 5: | Punkte: | Note: |

- **Bitte Programmieren Sie ohne KI-Unterstützung.**
- Lesen Sie in der folgenden Tabelle Ihre persönliche User-Nummer ab und tragen Sie sie oben im Header ein.

| | | |
|----|--------------|---------------|
| 1 | Begert | Felix |
| 2 | Büchi | Florin |
| 3 | Daverda | Kevin |
| 4 | Fritschi | Simon |
| 5 | Häbig | Yves |
| 6 | Hochstrasser | Simon Maurice |
| 7 | Hossmann | Fabian |
| 8 | Kaiser | Lino |
| 9 | Kast | Nico |
| 10 | Lächler | Karin |
| 11 | Mäder | Tobias |
| 12 | Meier | Nina |
| 13 | Peter | Karin |
| 14 | Peyer | Joel |
| 15 | Quintero | Diego |
| 16 | Rohner | Deborah |
| 17 | Schindler | David |
| 18 | Stähli | Thomas |
| 19 | Tanner | Muriel |
| 20 | Tran | Trung-Tim |
| 21 | Walser | Nathaniel |
| 22 | Wickli | Jasper |

- Kopieren Sie die Files im Ordner `Vorlagen_Matlab` oder `Vorlagen_Python` in den Ordner `user_Ihre_Nummer` und arbeiten Sie ausschliesslich in diesem Ordner.
- Sie haben **90 Minuten** Zeit zum Lösen der Aufgaben.
- Tragen Sie Ihre Lösungen (kein Code) in der Aufgabenstellung ein.
- Generieren Sie am Schluss ein pdf-Dokument mit Ihren Resultaten und zip'en Sie den Ihren Ordner `user_Ihre_Nummer`.
- Senden Sie das **pdf-Dokument** und das **zip-File** per e-Mail zeitnah an rumc@zhaw.ch.
- Bleiben Sie mit dem Dozenten in Kontakt, bis Sie eine mündliche Bestätigung erhalten, dass Ihre Resultate angekommen sind.

Aufgabe 1**5 Punkte**

Die Datei `aufgabe_1.wav` enthält ein periodisches Signal $s(t)$, welches mit $f_s = 1000$ Hz bzw. 1000 Samples pro Sekunde abgetastet worden ist.

- a) (3.5) Analysieren Sie das Signal $s(t)$ mit Hilfe der Vorlage `a1.m` oder `a1.py` und bestimmen Sie die fehlenden Angaben in der folgenden Tabelle.

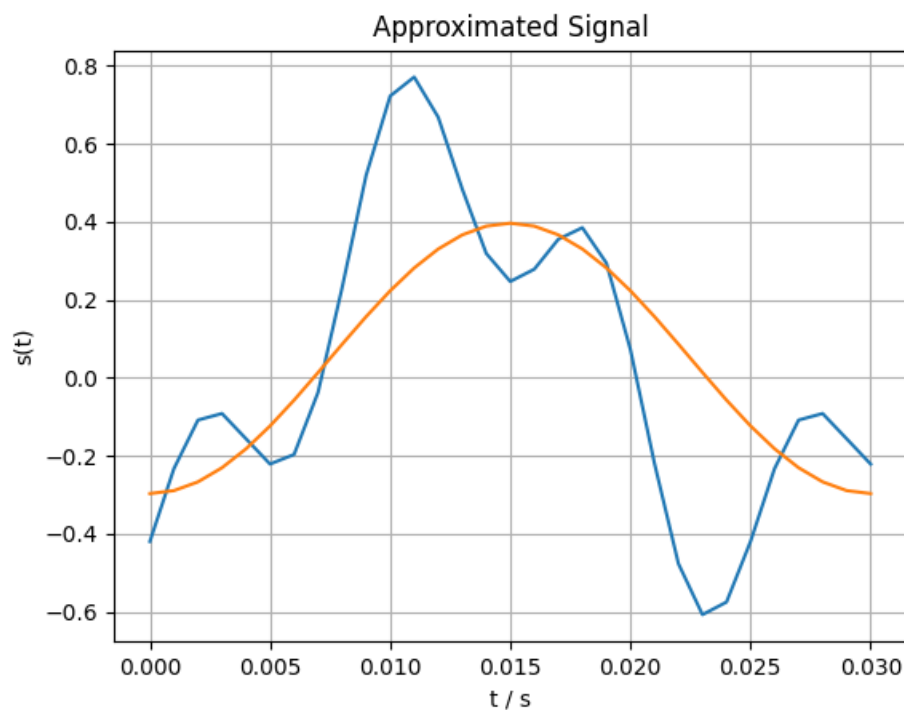
Tipp: Plotten Sie zuerst das Signal $s(t)$.

| | | |
|---|-------|----|
| Abtastintervall T_s | 1 | ms |
| Periodendauer T_0 von $s(t)$ | 30 | ms |
| Grundfrequenz f_0 von $s(t)$ | 33.33 | Hz |
| DC-Wert S_0 von $s(t)$ auf 2 Nachkomma-Stellen genau | 0.05 | - |
| A_1 -Koeffizient der Fourierreihe von $s(t)$, d.h. Amplitude der cos-Grundschiwingung von $s(t)$ | -0.35 | - |

- b) (1.5) Plotten Sie das Signal $s(t)$ und das Approximationssignal $s_{\text{app}}(t) = S_0 + A_1 \cdot \cos(2\pi \cdot f_0 \cdot t)$ im gleichen Plot.

Wenn Sie S_0 und A_1 in a) nicht bestimmen konnten, wählen Sie $S_0 = 0$ und $A_1 = -0.3$.

Bitte Plot hier einfügen:



Aufgabe 2**5 Punkte**

Die Signale $s_1(t)$ und $s_2(t)$ weisen beide eine Periodendauer von $T_0 = 1\text{ s}$ auf.

Die von Null verschiedenen Koeffizienten der sin/cos-Fourierreihen-Darstellung von

- $s_1(t)$ lauten: $A_2 = 5$, $A_3 = 2$.
- $s_2(t)$ lauten: $B_2 = -5$, $B_3 = 2$.

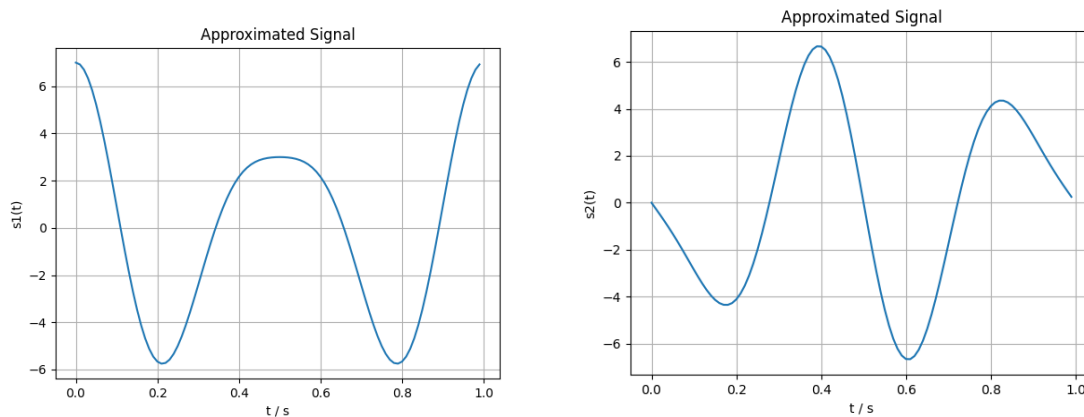
a) (1.5) Schreiben Sie die Fourierreihe der beiden Signale auf (siehe z.B. Kap. 2, Folie 2-3):

$$s_1(t) = A_2 \cdot \cos(2\pi \cdot 2 \cdot f_0) + A_3 \cdot \cos(2\pi \cdot 3 \cdot f_0)$$

$$s_2(t) = B_2 \cdot \sin(2\pi \cdot 2 \cdot f_0) + B_3 \cdot \sin(2\pi \cdot 3 \cdot f_0)$$

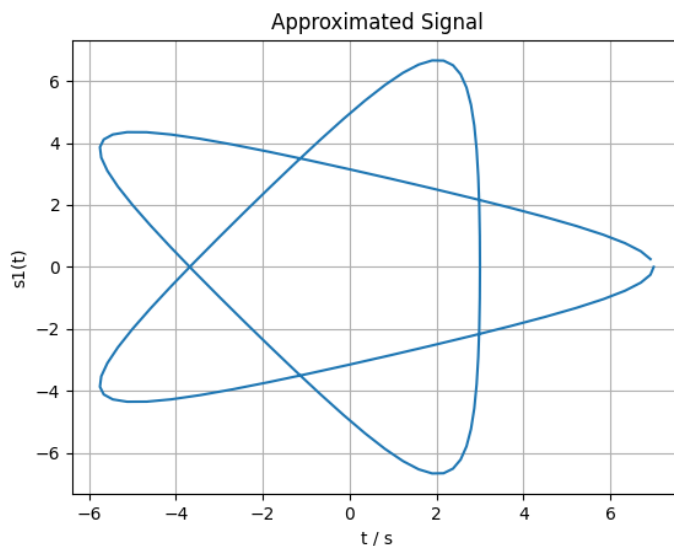
b) (2P) Plotten Sie mit Hilfe der Vorlage `a2.m` oder `a2.py` eine Periode von $s_1(t)$ und $s_2(t)$.

Wählen Sie eine Abtastfrequenz von $f_s = 100\text{ Hz}$, d.h. 100 Samples pro Periode T_0 .



c) (1.5) Erstellen Sie einen xy-Plot, indem Sie auf der x-Achse die Werte von $s_1(nT_s)$ und auf der y-Achse die zugehörigen Werte von $s_2(nT_s)$ plotten, d.h. die Koordinaten $(x_n, y_n) = (s_1(nT_s), s_2(nT_s))$, $n = 0, 1, \dots$ mit einer Linie verbinden.

Bitte Plot hier einfügen:



Aufgabe 3**5 Punkte**

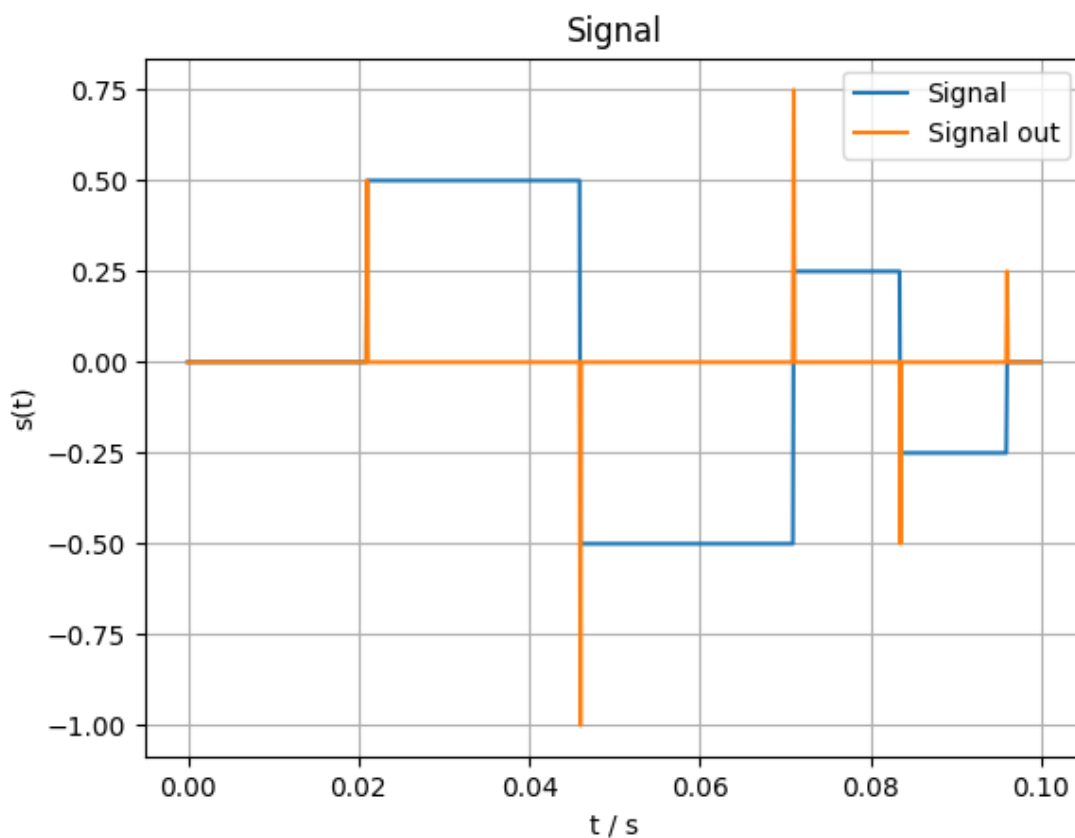
a) (3P) Die Datei `aufgabe_3.wav` enthält das Signal $x(t)$, welches an den Eingang des LTI-Systems mit der Stossantwort $h(t)$ angelegt wird. Die Abtastfrequenz $f_s = 10$ kHz.

Für die Stossantwort $h[n] = h(n \cdot T_s)$ gilt

- in Matlab: `h = [1 -1]`
- in Python: `h = np.ones(2); h[1] = -1`

Plotten Sie mit Hilfe der Vorlage `a3.m` oder `a3.py` das abgetastete Eingangssignal $x[n] = x(n \cdot T_s)$ und das Ausgangssignal $y[n] = y(n \cdot T_s)$.

Bitte Plot hier einfügen:



Was bewirkt das LTI-System $h(t)$, wenn es das Signal $x(t)$ «filtert»?

Erklärung:

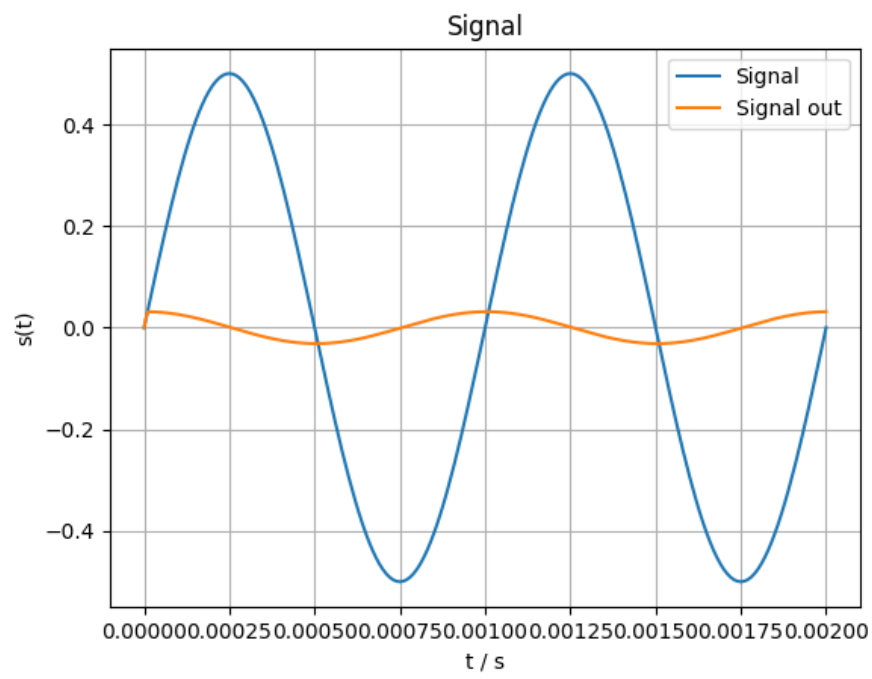
Das LTI System faltet das Eingangssignal mit der Stossantwort. Dies bewirkt in diesem Falle ein Differenzial des Eingangssignales (Ableitung).

b) (2P) Bestimmen Sie das Ausgangssignal $y[n] = y(n \cdot T_s)$, wenn am Eingang des oben beschriebenen LTI-Systems $h(t)$ das Signal

$$x[n] = x(n \cdot T_s) = 0.5 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot n \cdot T_s), \text{ wobei } f_0 = 1000 \text{ Hz und } n \geq 0$$

anliegt.

$$y[n] = y(n \cdot T_s) \approx h \text{ gefaltet mit } x = 0.04 \cdot \cos(2\pi \cdot f_0 \cdot n \cdot T_s)$$



Aufgabe 4**5 Punkte**

Ein Radar misst die Doppler-Frequenz f_d eines weit entfernten Fahrzeugs, welches sich mit der Geschwindigkeit v geradlinig auf das Radar zubewegt.

Für die Doppler-Frequenz gilt: $f_d = f_0 \cdot v/c$

wobei das Radar eine Sendefrequenz von $f_0 = 24 \text{ GHz}$ ($= 24 \cdot 10^9 \text{ Hz}$) aufweist und die Lichtgeschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Die Datei `aufgabe_4.wav` enthält das Radarsignal $s[n]$, welches aus einem sinusförmigen Signal mit der Frequenz f_d und additivem Rauschen besteht.

Analysieren Sie das Signal $s[n]$ mit Hilfe der Vorlage `a4.m` oder `a4.py` und bestimmen Sie die fehlenden Angaben in der folgenden Tabelle:

| | | |
|---|--|-------------------------|
| Doppler-Frequenz f_d | 1261 | Hz |
| Geschwindigkeit v | 15.756 | m/s |
| Gibt es eine Busse innerorts (50er Zone)? | Ich denke Nein, aber ehrlich gesagt habe ich keine Ahnung wie gross die Toleranz wirklich ist :D (56.7km/h Gemessen) | Ja / Nein Begründung |
| tiefste messbare Geschwindigkeit $v_{\min} > 0$ | 0.156 | m/s |
| höchste messbare Geschwindigkeit v_{\max} | 50 | m/s |

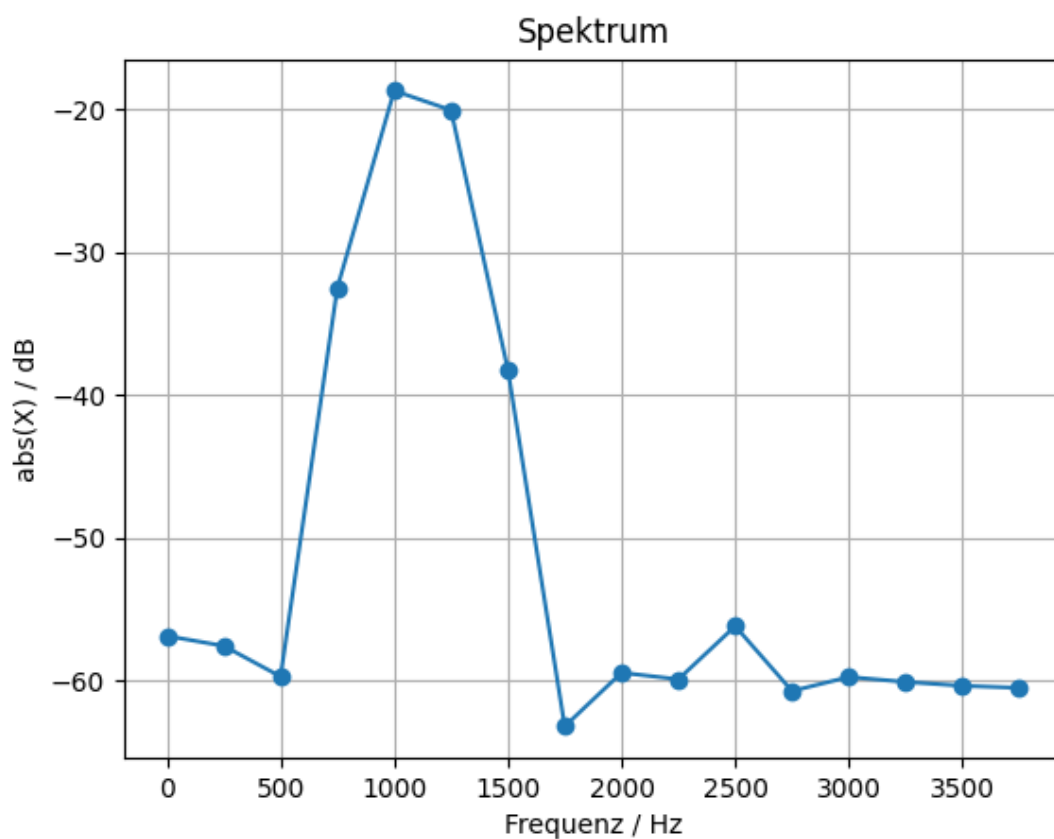
Aufgabe 5**5 Punkte**

Die Datei `aufgabe_5.wav` enthält ein Signal $s[n]$ mit 2 Frequenzkomponenten f_0 und f_1 mit den Amplituden A_0 und A_1 .

Analysieren Sie das Signal $s[n]$ mit Hilfe der Vorlage `a5.m` oder `a5.py`

- a) Plotten Sie einerseits das Zeitsignal $s[n]$ und andererseits das normierte DFT-Betragspektrum $|S[m]| / N$ in **dB** in Funktion der Frequenz. Benutzen Sie ein Hamming-Fenster.

Bitte Plot hier einfügen:



- b) Bestimmen Sie die fehlenden Angaben in der folgenden Tabelle:

| | | |
|--|------|----|
| Signaldauer T_{DFT} von $s[n]$ | 4 | ms |
| Frequenzauflösung Δf der N-Punkt DFT | 250 | Hz |
| Frequenz f_0 | 1000 | Hz |
| Frequenz f_1 | 2500 | Hz |
| Amplitudenverhältnis A_0 / A_1 | 39 | dB |