****

**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](mailto: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 fs = 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 Ts | 1 | ms |
| Periodendauer T0 von s(t) | 30 | ms |
| Grundfrequenz f0 von s(t) | 33.33 | Hz |
| DC-Wert S0 von s(t) auf 2 Nachkomma-Stellen genau | 0.05 | - |
| A1-Koeffizient der Fourierreihe von s(t), d.h. Amplitude der cos-Grundschwingung von s(t) | -0.35 | - |

b) (1.5) Plotten Sie das Signal s(t) und das Approximationssignal  
 sapp(t) = S0 + A1·cos(2π·f0·t) im gleichen Plot.  
  
 Wenn Sie S0 und A1 in a) nicht bestimmen konnten, wählen Sie S0 = 0 und A1 = -0.3.

Bitte Plot hier einfügen:  
A graph with blue and orange lines

Description automatically generated

**Aufgabe 2 5 Punkte**

Die Signale s1(t) und s2(t) weisen beide eine Periodendauer von T0 = 1s auf.

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

* s1(t) lauten: A2 = 5, A3 = 2.
* s2(t) lauten: B2 = -5, B3 = 2.

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

s1(t) = A2 \* cos(2\*pi\*2\*f0) + A3 \* cos(2\*pi\*3\*f0)

s2(t) = B2 \* sin(2\*pi\*2\*f0) + B3 \* sin(2\*pi\*3\*f0)  
  
b) (2P) Plotten Sie mit Hilfe der Vorlage a2.m oder a2.py eine Periode von s1(t) und s2(t).

Wählen Sie eine Abtastfrequenz von fs = 100 Hz, d.h. 100 Samples pro Periode T0.

A graph of a function

Description automatically generatedA graph with a blue line

Description automatically generated

c) (1.5) Erstellen Sie einen xy-Plot, indem Sie auf der x-Achse die Werte von s1(nTs) und  
 auf der y-Achse die zugehörigen Werte von s2(nTs) plotten, d.h. die Koordinaten (xn,yn) = (s1(nTs), s2(nTs)), n = 0, 1, … mit einer Linie verbinden.

Bitte Plot hier einfügen:  
A graph with blue lines

Description automatically generated

**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 fs = 10 kHz.

Für die Stossantwort h[n] = h(n·Ts) 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·Ts) und das Ausgangssignal y[n] = y(n·Ts).

Bitte Plot hier einfügen:

A graph with lines and numbers

Description automatically generated

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·Ts), wenn am Eingang des oben beschriebenen LTI-Systems h(t) das Signal

x[n] = x(n·Ts) = 0.5·sin(2π·f0·nTs), wobei f0 = 1000 Hz und n ≥ 0

anliegt.

y[n] = y(n·Ts) ≈ h gefaltet mit x = 0.04 \* cos(2\*pi\*f0\*n\*Ts)

A graph with blue and orange lines

Description automatically generated

**Aufgabe 4 5 Punkte**

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

Für die Doppler-Frequenz gilt: fd = f0·v/c

wobei das Radar eine Sendefrequenz von f0 = 24 GHz (= 24·109 Hz) aufweist   
 und die Lichtgeschwindigkeit c = 3·108 m/s.

Die Datei aufgabe\_4.wav enthält das Radarsignal s[n], welches aus einem sinusförmigen Signal mit der Frequenz fd 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 fd | 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 vmin **> 0** | 0.156 | m/s |
| höchste messbare Geschwindigkeit vmax | 50 | m/s |

**Aufgabe 5 5 Punkte**

Die Datei aufgabe\_5.wav enthält ein Signal s[n] mit 2 Frequenzkomponenten f0 und f1 mit den Amplituden A0 und A1.

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-Betrags- spektrum IS[m]I / N in **dB** in Funktion der Frequenz. Benutzen Sie ein Hamming-Fenster.

Bitte Plot hier einfügen:

A graph with blue lines and dots

Description automatically generated

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Signaldauer TDFT von s[n] | 4 | ms |
| Frequenzauflösung Δf der N-Punkt DFT | 250 | Hz |
| Frequenz f0 | 1000 | Hz |
| Frequenz f1 | 2500 | Hz |
| Amplitudenverhältnis A0 / A1 | 39 | dB |