

Schriftliche Prüfung im Fach: **Digitale Signalverarbeitung (MT)**

Prüfer: **Prof. Batke**

Tag der schriftlichen Prüfung: **2022-01-28**

Studierender:
Name, Vorname Matr.-Nr.

Note: Einsicht genommen:
Datum, Unterschrift Prüfer Datum, Unterschrift Studierender

Hinweise zur Klausur

Hilfsmittel Für diese Klausur gibt es keine Einschränkungen („openbook“).

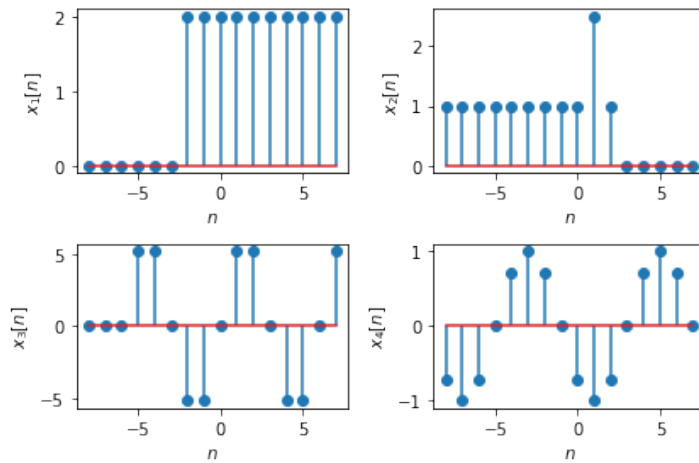
Bearbeitungszeit Die Bearbeitungszeit der Klausur beträgt 90 Minuten.

Klausur@home Die Klausur wird unüberwacht zu Hause geschrieben. Sie versichern eidesstattlich die eigene Bearbeitung (s.u.). Antworten sind nach Möglichkeit zu begründen (z.B. durch eine Rechnung). Es können insgesamt 100 Punkte erreicht werden. Die Klausur ist mit etwa der Hälfte der Punktzahl bestanden.

Eidesstattliche Versicherung

Ich, der/die Unterzeichnende, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Quellenangaben und Zitate sind richtig und vollständig wiedergegeben und in den jeweiligen Kapiteln und im Literaturverzeichnis wiedergegeben. Die vorliegende Arbeit wurde nicht in dieser oder einer ähnlichen Form ganz oder in Teilen zur Erlangung eines akademischen Abschlussgrades oder einer anderen Prüfungsleistung eingereicht. Mir ist bekannt, dass falsche Angaben im Zusammenhang mit dieser Erklärung strafrechtlich verfolgt werden können.

.....
Ort, Datum, Unterschrift

Aufgabe 1: Signale (32 Punkte)**Teilaufgabe 1.1: Analyse von Signalen (16 Punkte)**

Formulieren Sie für die dargestellten Graphen der Funktionen $x_1[n] \dots x_4[n]$ einen Ausdruck mithilfe von Elementarfunktionen wie $\delta[n]$, $\sigma[n]$, $\cos[n]$, $\sin[n]$.

Teilaufgabe 1.2: Synthese von Signalen (8 Punkte)

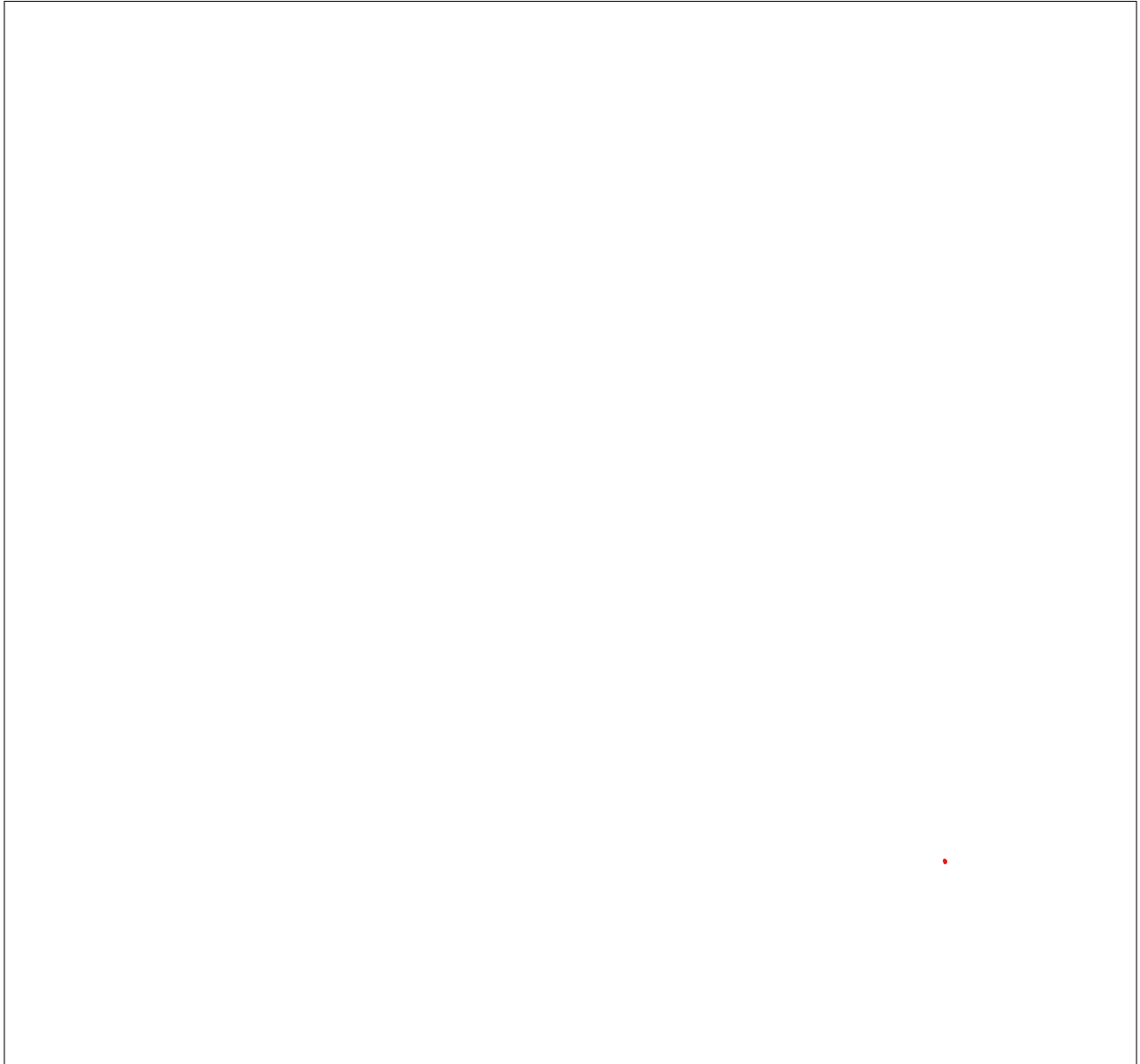
- (a) Skizzieren Sie die Folge $10 \cos(2\pi \frac{n}{10})$ im Wertebereich $n = -5 \dots 10$.
- (b) Skizzieren Sie im Wertebereich $n = -5 \dots 5$ die Funktionen
- $x_5[n] = 5\delta[n+1] + 5$
 - $x_6[n] = \sigma[5(n+1)]$
- (c) Skizzieren Sie die Impulsfolge $\delta[-n+4]$ und die Sprungfolgen $x_1[n] = -\sigma[n+3]$ und $x_2[n] = 3\sigma[3-n]$ im Wertebereich $n = -10 \dots 10$.
- (d) Skizzieren Sie die Folge $\cos(\pi \frac{n}{7})$ im Wertebereich $n = -10 \dots 10$.

Teilaufgabe 1.3: Abtastung (8 Punkte)

Verwenden Sie zur Lösung der folgenden Aufgaben den Wert M = „letzte Stelle Ihrer Matrikelnummer“.

Eine Zeitfunktion wird mit einer Abtastrate von $f_a = 100 - M \frac{\text{kAbtastwerte}}{\text{s}}$ abgetastet.

- (a) Geben Sie das Abtastintervall T an.
- (b) Welche Frequenz kann noch nach Abtastung eindeutig rekonstruiert werden?
- (c) Welche Frequenzen entstehen, wenn ein Sinus-Signal mit 90 kHz mit f_a abgetastet und rekonstruiert wird?



Aufgabe 2: Systeme (45 Punkte)**Teilaufgabe 2.1: Faltung und Lineare Zeitinvariante Systeme (20 Punkte)**

Verwenden Sie zur Lösung der folgenden Aufgaben den Wert M = „letzte Stelle Ihrer Matrikelnummer“.

- (a) Wie groß ist die Länge des Faltungsproduktes zweier Folgen mit den Längen $L_1 = 21 - M$ bzw. $L_2 = 41 - M$?
- (b) Gegeben sind die beiden Signale $x_1[n] = \{3, M, -2, -1\}$ als Eingangssignal eines Systems und $x_2[n] = \{1, 2, 3\}$ als Systemfunktion. Berechnen Sie den Systemausgang über die die Faltung $x_1[n] \star x_2[n]$!
- (c) Formulieren Sie die Faltung aus b) als Matrixoperation.
- (d) Das gleiche System soll nach Einspeisung des Signals x_1 gleich erneut mit x_1 angeregt werden. Da es sich um ein Lineares Zeitinvariantes System handelt, können die einzelnen Systemantworten überlagern werden. Geben Sie das Gesamtergebnis des Systemausgangs an.

Name:

Matrikelnummer:

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying the central portion of the page. It is intended for a drawing or a detailed answer.

Teilaufgabe 2.2: Filtereigenschaften (25 Punkte)

Gegen sei ein System mit der Differentialgleichung

$$2x[k] = \gamma (3y[k] - x[k-2] - y[k-1]) \quad \text{mit } \gamma = 0,25 \quad (1)$$

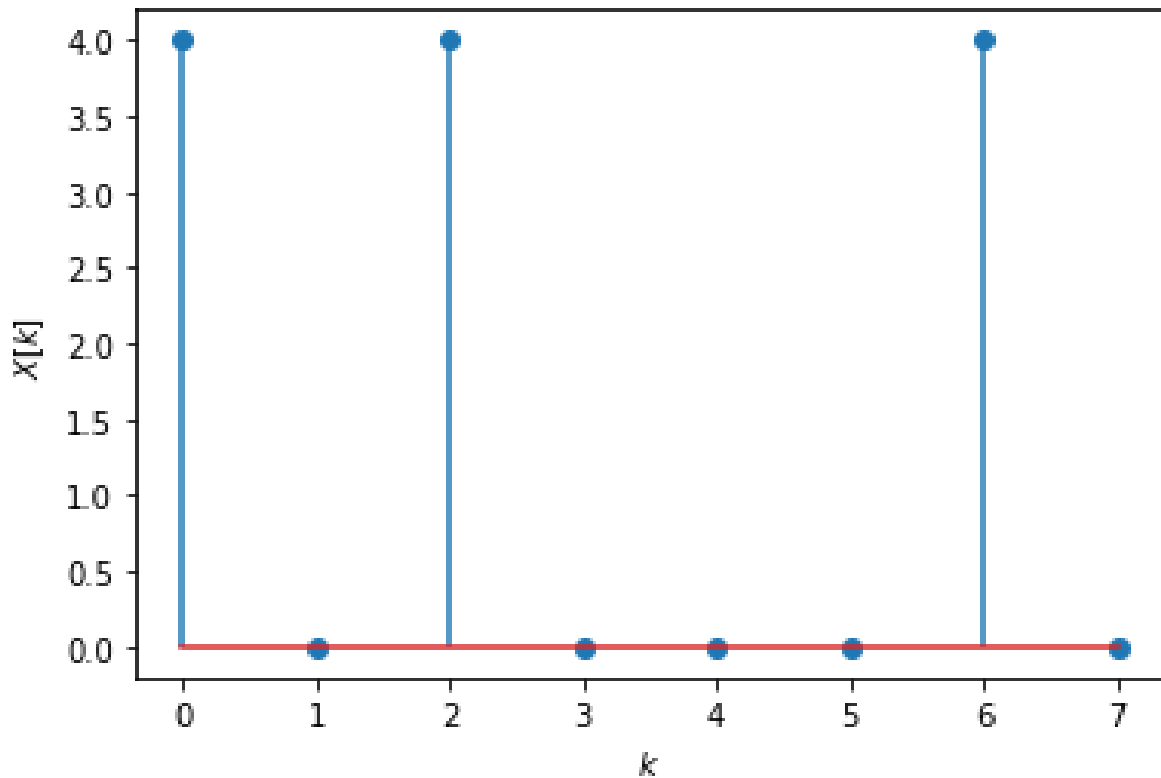
Stellen Sie die Gleichung so um, dass sich anschließende Analysen einfacher durchführen lassen.

Begründen Sie die Antworten zu folgenden Fragen mathematisch oder mit einem kurzen Text:

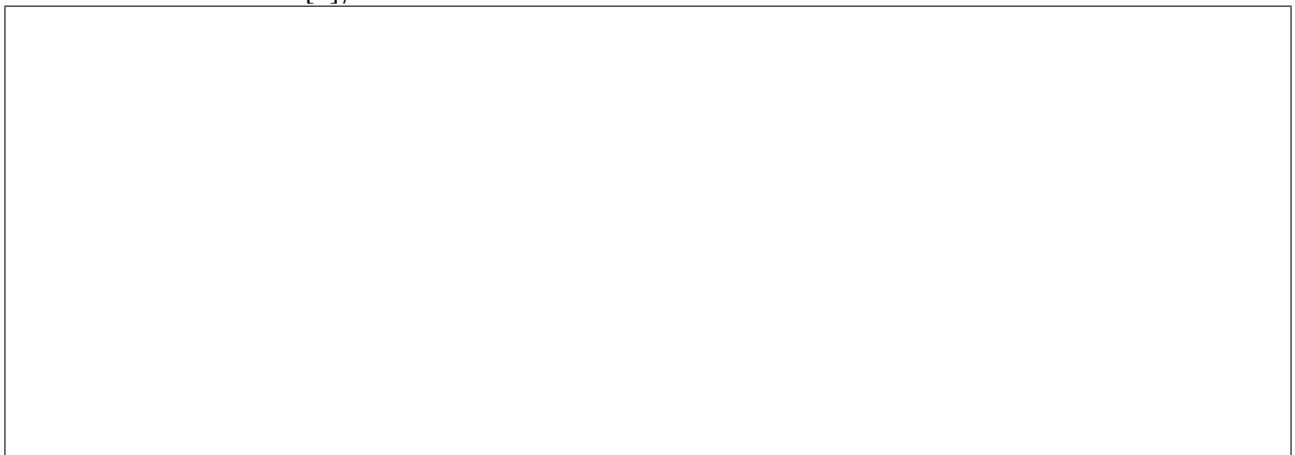
- (a)** Ist das System kausal?
- (b)** Ist das System stabil?
- (c)** Ist das System linear?
- (d)** Ist das System zeitinvariant?
- (e)** Erstellen Sie ein Pol- Nullstellendiagramm und stellen Sie anschließend Betrag und Phase (Bode-Diagramm) grafisch dar! Eine qualitative Annäherung reicht dabei aus.
- (f)** Welche Verstärkung/Absenkung bewirkt das System bei 0 Hz?
- (g)** Zusatzaufgabe: Für welche Werte von γ ist das System stabil?

Aufgabe 3: Fouriertransformation (23 Punkte)**Teilaufgabe 3.1: Spektrum Ton (10 Punkte)**

Gegeben sei folgendes Spektrum $X[k]$ eines Tons: Gegeben sei folgendes reellwertiges Spektrum $X[k]$:



- (a) Geben Sie die Ordnung N der DFT an!
- (b) Bestimmen Sie den Gleichanteil!
- (c) Bestimmen Sie die Grundfrequenz f_0 der Schwingung, wenn die Abtastrate $f_s = 8000$ Abtastwerte/s ist!
- (d) Geben Sie die Zeitfunktion $x[n]$ an und skizzieren Sie den Funktionsgraphen! Hinweis: der Gleichanteil im Zeitbereich ist $X[0]/N$.



Name:

Matrikelnummer:

Teilaufgabe 3.2: Fouriertransformation für Folgen (13 Punkte)

Gegeben sei ein System mit der Impulsantwort $h[k] = \delta[k] + \delta[k - 2]$.

- (a)** Berechnen Sie die DTFT des Systems.
- (b)** Zeichnen Sie Betrag und Phase der errechneten DTFT.

