Hochschule Emden/Leer — WS 2019/20
Fachbereich Technik
Abteilung Elektrotechnik und Informatik

Schriftliche Prüfung im Fach: **Digitale Signalverarbeitung (Bachelor)**
Prüfer: **Prof. Dr.-Ing. Johann-Markus Batke**
Tag der schriftlichen Prüfung: **20.01.2020**

Studierender: ....
Name, Vorname — Matr.-Nr.

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

Allgemeine Hinweise

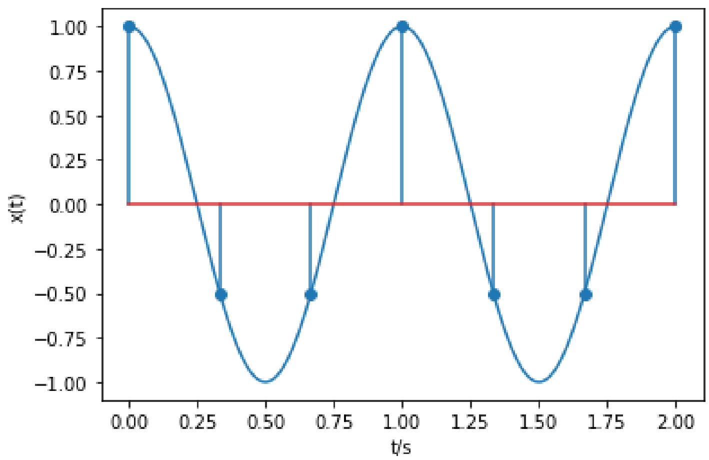
Bearbeitungszeit 90 Minuten
Anzahl der Aufgaben 5
Hilfsmittel
- Formelsammlung der Klausur (Abschnitt „Hilfen“)
- Eigene Formelsammlung (handgeschrieben, 2 Seiten DIN A4). Die Formelsammlung ist mit abzugeben.
- HS-Taschenrechner

Gesamtpunktzahl 100

- Beschriften Sie bitte alle Lösungsblätter mit Namen und Matrikelnummer und nummerieren Sie sie fortlaufend.
- Alle Blätter bitte nur einseitig beschreiben.
- Geben Sie bei Rechenaufgaben die Zwischenschritte an, so dass der Lösungsweg erkennbar ist.
- Antworten sind, soweit möglich, zu begründen.
- Die Klausur ist mit ca. 50 % der Gesamtpunktzahl bestanden.

Name: .... Matrikelnummer: ....

Aufgabe 1: Abtastung (12 Punkte)



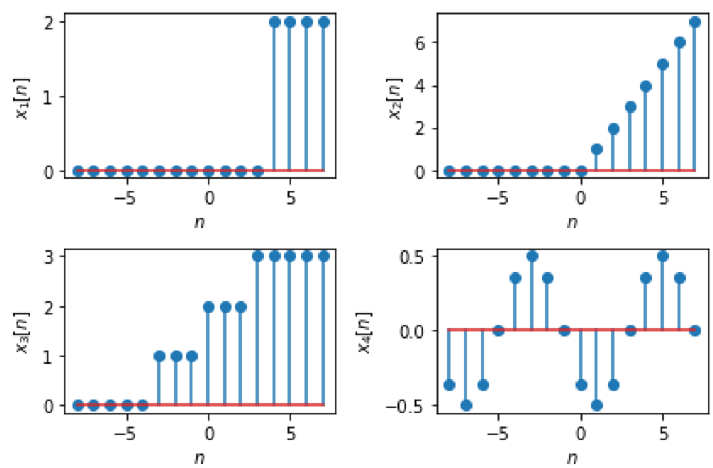
Gegeben sei die dargestellte Zeitfunktion $x(t)$ und die zugehörigen Abtastwerte $x[n]$.

(a) Geben Sie einen Ausdruck für $x(t)$ an!

(b) Welche Abtastrate f_s wurde gewählt?

(c) Ist die Abtastfolge $x[n]$ eindeutig in eine kontinuierliche Funktion rekonstruierbar?

Aufgabe 2: Elementare Signale (28 Punkte)



(a) Formulieren Sie für die dargestellten Graphen der Funktionen $x_1[n] \ldots x_4[n]$ einen Ausdruck mithilfe von Elementarfunktionen wie z.B. $\delta[n]$, $\sigma[n]$, $\cos[n]$, $\sin[n]$.

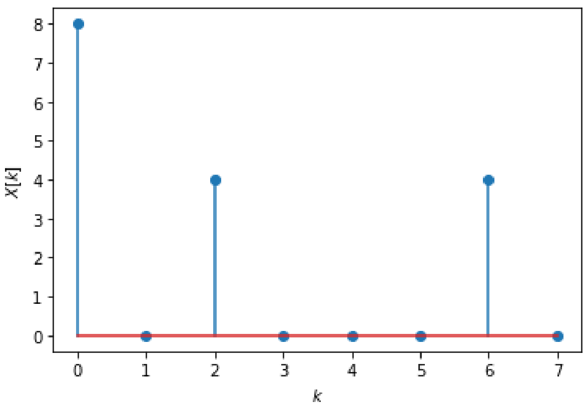
(b) Skizzieren Sie die Folge $\cos(2\pi \frac{n}{10})$ im Wertebereich $n = -5 \ldots 10$.

(c) Skizieren Sie im Wertebereich $n = -5 \ldots 5$ die Funktionen

- $x_5[n] = -\delta[n+1] + 5$
- $x_6[n] = \sigma[4(n+1)]$

Aufgabe 3: Spektrum Ton (20 Punkte)

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 skizieren Sie den Funktionsgraphen! Hinweis: der Gleichanteil im Zeitbereich ist $X[0]/N$.
(e) Für die Zeitfunktion $x[n]$ soll nun jeder 2. Wert weggelassen werden. Zeichnen Sie das Spektrum, das für Ordnung $N/2$ entsteht!

Aufgabe 4: Numerische Berechnung (20 Punkte)

In der digitalen Signalverarbeitung werden häufig Methoden der linearen Algebra zur numerischen Berechnung verwendet. Gegeben seien die Werte $(2, 1, 2, 4)$.

(a) Weisen Sie die gegebenen Werte einem Spaltenvektor $\vec{a}$ zu und berechnen Sie
1. $\vec{a} \cdot \vec{a}^T$
2. $\vec{a}^T \cdot \vec{a}$

(b) Alle Elemente der 4×4 -Matrix $\vec{A}$ haben den Wert 1. Berechnen Sie
1. $\vec{A} \cdot \vec{a}$
2. $B = 3 \cdot \vec{A}$
3. $\vec{C} = \vec{A} \cdot \vec{B}$

Aufgabe 5: Faltung und Lineare Zeitinvariante Systeme (20 Punkte)

(a) Wie groß ist die Länge des Faltungsproduktes zweier Folgen mit den Längen $L_1 = 11$ bzw. $L_2 = 14$?
(b) Gegeben sind die beiden Signale $x_1[n] = \{1, 3, -2, -1\}$ als Eingangssignal eines Systems und $x_2[n] = \{1, 1, -1\}$ 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, es entsteht also die Folge $1, 3, -2, -1, 1, 3, -2, -1$. Da es sich um ein Lineares Zeitinvariantes System handelt, können die einzelnen Systemantworten überlagern werden. Geben Sie das Gesamtergebnis des Systemausgangs an.