

Name: \_\_\_\_\_

## **Abschlussprüfung Digitale Signalverarbeitung SS2012**

Studiengang: Elektrotechnik IK Bachelor, E/ME Wahlfach

Prüfungstermin: 6.7.2012 (90 Minuten)  
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Großmann, Prof. Dr.-Ing. Stolle  
Hilfsmittel: Taschenrechner  
alle schriftlichen Unterlagen

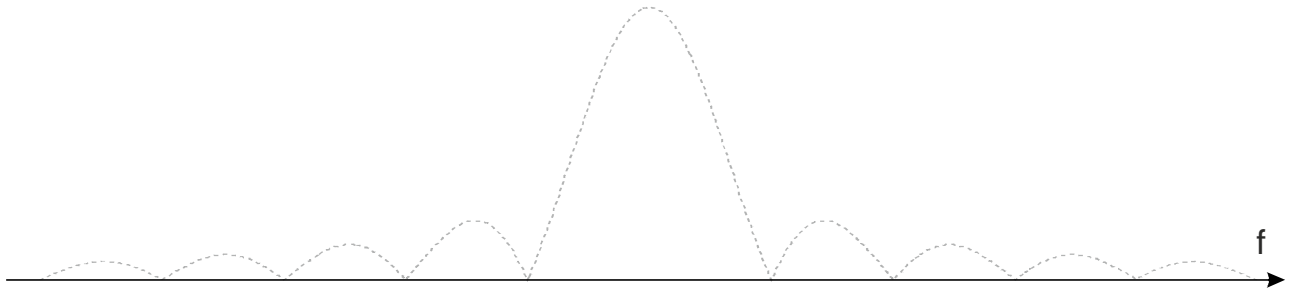
Generelle Hinweise:

- Aufgaben, die mit einem \* gekennzeichnet sind, lassen sich **unabhängig** von anderen Teilaufgaben lösen.
- Überprüfen Sie die **Vollständigkeit** der Prüfungsangabe anhand der Seitennummerierung. Beschriften Sie die Prüfungsangabe und alle losen Blätter, die Sie abgeben, mit Ihrem **Namen**.
- Mobiltelefone **ausschalten** und wegpacken!
- **Lösungen ohne erkennbaren Lösungsweg werden nicht gewertet.**

*Viel Erfolg!*

## 1. Signale

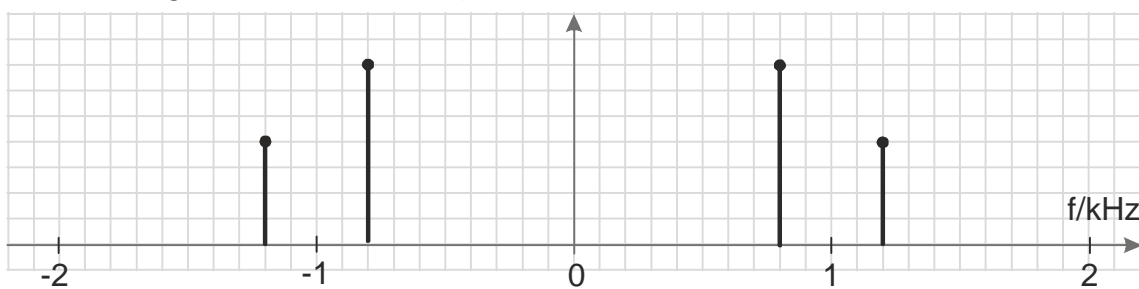
- a) (\*) Vom Signal  $x(t) = \sin(2\pi \cdot 650 \text{ Hz} \cdot t)$  werden 100 Werte aufgenommen mit  $f_A = 4 \text{ kHz}$ . Skizzieren Sie das Betragsspektrum für  $450 \text{ Hz} \leq f \leq 850 \text{ Hz}$  in das Diagramm und skalieren Sie die Frequenzachse.



- b) (\*) Wie kann man die störenden Anteile aus a) reduzieren? (Stichwort(e))

- c) (\*) Ein Spektrum besteht aus 128 Werten mit Frequenzabstand  $\Delta f = 50 \text{ Hz}$ . Wie groß ist die Abtastfrequenz  $f_A$  und wie groß ist die gesamte Abtastdauer  $T$ ?

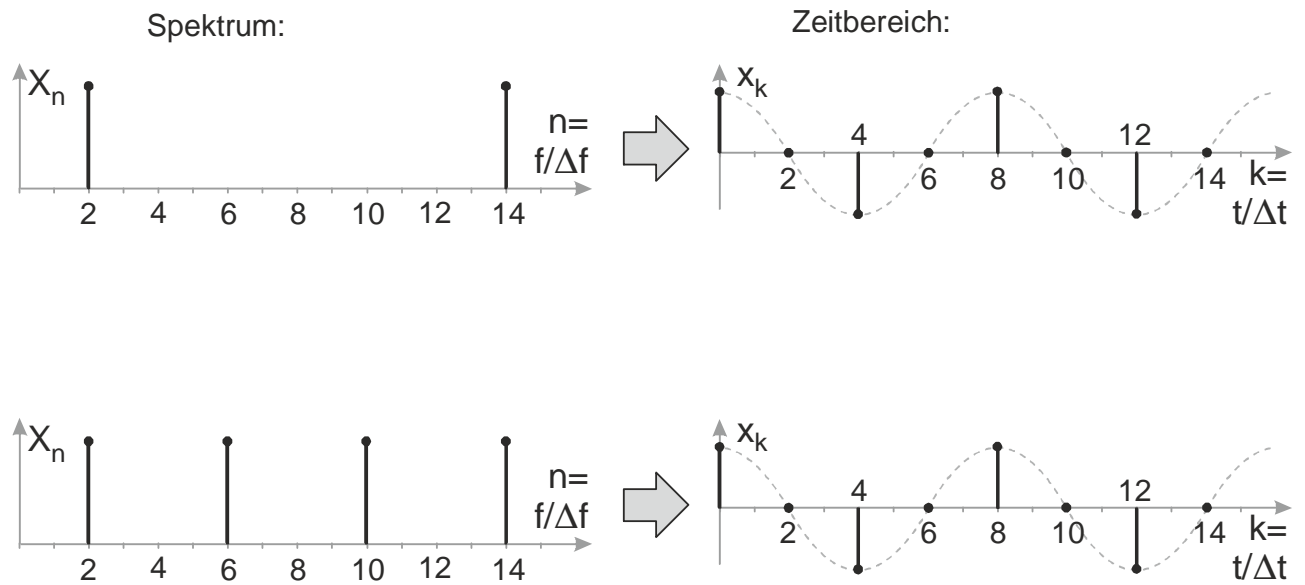
- d) (\*) Ein analoges Signal besitzt das unten gezeichnete Spektrum. Zeichnen Sie dazu das Spektrum der mit  $900 \text{ Hz}$  abgetasteten Funktion ein ( $-2 \text{ kHz} \leq f \leq 2 \text{ kHz}$ ).



- e) (\*) Welche Alias-Frequenzen entstehen in d)?

f) (\*) Berechnen Sie die nichtperiodische Autokorrelation  $R_k^{xx}$  des Signals  $x_k = \{0; 1; 2; 1; 0; 0; 0; \dots\}$ .

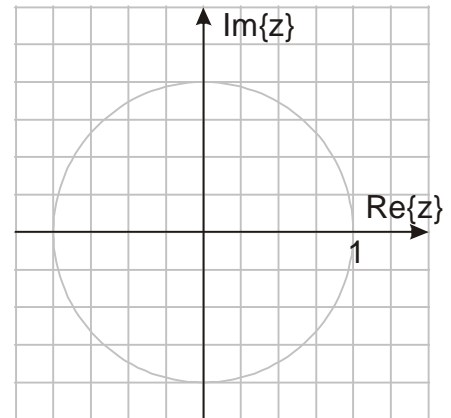
g) (\*) Interpolation: Vervollständigen Sie die Zeitdiagramme für die ungeraden k-Werte ( $f_A/\Delta f = 16$ ):



## 2. IIR-System

Ein diskretes System ist gegeben durch  $H(z) = \frac{z + \frac{2}{3}}{z^2 + \frac{4}{9}}$ .

a) (\*) Berechnen und zeichnen Sie die Pole und Nullstellen.



b) Ist das System stabil? (Kurze Begründung)

c) (\*) Berechnen Sie ungefähre Werte von  $|H|$  für  $f = 0$ ,  $f = f_A/4$  und  $f = f_A/2$ . Skizzieren Sie damit grob das Betragsspektrum für  $0 \leq f \leq f_A$ .



d) (\*) Die Koeffizienten des Systems werden im Format SFRAC(5.3) quantisiert. Geben Sie die neue Übertragungsfunktion  $H_Q(z)$  an. Berechnen und skizzieren Sie das Betragsspektrum ins Diagramm in c).

e) (\*) Am Eingang des Systems aus a) wird das Signal  $x_k = \{0; 9; 0; 4; 0; 0; \dots\}$  angelegt. Berechnen Sie das Ausgangssignal  $y_k$  für  $k = 0 \dots 6$ .

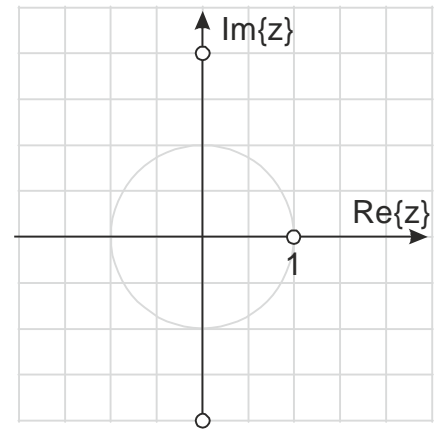
### 3. FIR-System

Ein FIR-System mit der Abtastrate  $f_A = 1$  MHz besitzt die rechts gezeichneten drei Nullstellen. Es gilt  $b_0 = 1$ .

a) (\*) Welche Ordnung hat das System?

b) (\*) Wie lautet die Impulsantwort des Systems?

Empfehlung:  $H(z)$  berechnen!



c) Geben Sie die Differenzgleichung des Systems an.

d) (\*) Ergänzen Sie möglichst wenige Nullstellen im Diagramm, so dass ein linearphasiges System entsteht.

e) (\*) Welchen Vorteil hat ein linearphasiges System? (nur Stichworte!)

f) Welche Phasenlaufzeit hat das ergänzte System (in s)?

## 4. Algorithmen

- a) (\*) Berechnen Sie die Konditionszahl des Gleichungssystems  $x - y = -1 \wedge x + y = 3$ .  
Wie stark (qualitativ) wirken sich Fehler auf die Lösung von  $x$  und  $y$  aus? (Stichwort(e))
- b) (\*) Geben Sie ein Lagrange-Polynom an, das die Punkte  $(-1;0)$ ,  $(0;0)$ ,  $(+1;-2)$  und  $(+2;0)$  interpoliert.  
(Faktoren NICHT ausmultiplizieren!)
- c) (\*) Wandeln Sie die Differentialgleichung  $y'' + x = y$  in zwei Differentialgleichungen 1. Ordnung um.

## 5. ADC

Ein Signal soll abgetastet werden. Es liegt im Bereich 0 ... 20 kHz und ist 0,5% genau ( $= \bar{\delta}$ ).

a) (\*) Wie groß ist der SNR des Signals und wie vielen effektiven Bit (ENOB) entspricht das?

Das Anti-Alias-Filter (siehe  $|H|$  rechts) soll Signale (bis 20 kHz) um höchstens 1 dB dämpfen, Störungen ab  $f_A/2$  um mindestens 20 dB.

b) (\*) Welche Ordnung hat dieses Filter?

c) (\*) Wie groß ist die Durchlassfrequenz  $f_D$  des Filters (in Hz)?



d) (\*) Wie groß ist die minimale Abtastfrequenz  $f_A$  (in Vielfachen von  $f_D$ )?

Vom ADC sind folgende Angaben bekannt:

Auflösung	8 bit
DNL	0,5 LSB
INL	1 LSB

e) (\*) Wie viele effektive Bit hat der ADC?

f) Macht es Sinn, das Signal mit mehr als 8 Bit aufzulösen? (Kurze Begründung)