

# ÜBUNGEN ZU MMS IM WISE 15/16

## BLATT 7

**Abgabefrist:** 07.12.15 - 12:00 Uhr

**Themen:** Abtastung und Signalrekonstruktion

**Abgabe:** Textaufgaben als PDF-Dateien, Praktische Programmieraufgaben bitte als py-Dateien abgeben. Diese Dateien einzeln oder gepackt bitte im Anhang per E-Mail an [seppke@informatik.uni-hamburg.de](mailto:seppke@informatik.uni-hamburg.de) senden!

### 1 THEORETISCHE BETRACHTUNGEN

10 P.

Lösen Sie folgende Teilaufgaben in schriftlicher Form:

- a) Ein Signal  $s(t)$  hat ein Spektrum, das nur im Bereich  $\omega_0 < |\omega| < 2\omega_0$  von Null verschieden ist. Es wird mit der Abtastrate  $2\omega_0$  abgetastet. (5 P.)  
Skizzieren Sie das Spektrum des abgetasteten Signals. Beschreiben Sie zudem informell, wie  $s(t)$  aus den Abtastwerten fehlerfrei zurückgewonnen werden kann. Welchen Bezug hat dies zum Abtasttheorem?
- b) Bei der Rückgewinnung eines Signals aus Abtastwerten ist bekanntlich die Überlagerung von sehr vielen sinc-Funktionen erforderlich. Ein Ingenieur kommt auf die Idee, die Rückgewinnung durch Überlagerung von nur drei sinc-Beiträgen zu realisieren:  $n = -1, n = 0$ , und  $n = 1$ . (5 P.)  
Welcher Fehler entsteht an der Stelle  $t = T/2$ , wenn eine konstante Funktion  $s(t) = s_0$  auf diese Weise aus ihren Abtastwerten rekonstruiert wird?

### 2 PRAKTISCHE BETRACHTUNGEN

10 P.

- a) Rekonstruktion von Signalen: (5 P.)  
Implementieren Sie den Sachverhalt aus Aufgabe (1.b) und zeigen anhand von Plots das Rekonstruktionsergebnis für 3, 5, und 7 Termen, die jeweils für  $n \in \{-1, 0, 1\}$ ,  $n \in \{-2, -1, 0, 1, 2\}$  und  $n \in \{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$  erzielen.  
Kommentieren Sie ihre Beobachtungen.
- b) Signale und Unterabtastung: (5 P.)  
Nehmen Sie folgendes Signal als Ausgangspunkt:  
`signal=np.sin(np.linspace(0,2*np.pi*120,2000))`  
Erzeugen Sie Unterabtastungen (z.B. durch Variation des dritten Parameters) und beschreiben sie Ihre Beobachtungen in Bezug auf das Abtasttheorem und Aliasing-Effekt.  
Wenden Sie nun vor jeder Unterabtastung einen Tiefpass-Filter ihrer Wahl an und kommentieren Sie auch diese Ergebnisse.