

# Signale und Systeme II

## Modulklausur WS 2020 / 2021

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmidt

Datum: 10.03.2021

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

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

### Erklärung der Kandidatin/des Kandidaten vor Beginn der Prüfung

Hiermit bestätige ich, dass ich zur Prüfung angemeldet und zugelassen bin und dass ich prüfungsfähig bin.

Ich nehme zur Kenntnis, dass der Termin für die Klausureinsicht vom Prüfungsamt ET&IT bekannt gegeben wird, sobald mein vorläufiges Prüfungsergebnis im QIS-Portal veröffentlicht wurde. Nach dem Einsichtnahmetermin kann ich meine endgültige Note im QIS-Portal abfragen. Bis zum Ende der Widerspruchsfrist des zweiten Prüfungszeitraums der CAU kann ich beim Prüfungsausschuss Widerspruch gegen dieses Prüfungsverfahren einlegen. Danach wird meine Note rechtskräftig.

Unterschrift: \_\_\_\_\_

### Korrektur

Aufgabe	1	2	3
Punkte	/34	/33	/33

Summe der Punkte: \_\_\_\_\_ /100

### Einsicht/Rückgabe

Hiermit bestätige ich, dass ich die Korrektur der Klausur eingesehen habe und mit der auf diesem Deckblatt vermerkten Bewertung einverstanden bin.

- Die Klausurunterlagen verbleiben bei mir. Ein späterer Einspruch gegen die Korrektur und Benotung ist nicht mehr möglich.

Kiel, den \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_

---

# Signale und Systeme II

## Modulklausur WS 2020 / 2021

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmidt  
Ort: online  
Datum: 10.03.2021  
Beginn: 12:00 h  
Einlesezeit: 10 Minuten  
Bearbeitungszeit: 90 Minuten

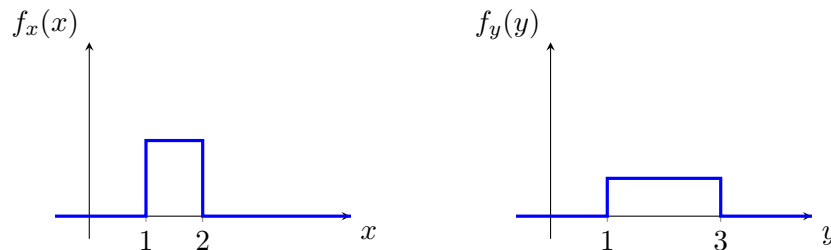
### Hinweise

- Legen Sie Ihren Studierendenausweis oder Personalausweis zur Überprüfung bereit.
- Schreiben Sie auf **jedes** abzugebende Blatt deutlich Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer**. Dabei verwenden Sie bitte für **jede Aufgabe** der Klausur einen **neuen Papierbogen**. Zusätzliches Papier erhalten Sie auf Anfrage.
- Verwenden Sie zum Schreiben **weder Bleistift noch Rotstift**.
- Alle Hilfsmittel – außer solche, die die Kommunikation mit anderen Personen ermöglichen – sind erlaubt. Nicht zugelassene Hilfsmittel sind außer Reichweite aufzubewahren und auszuschalten.
- Die direkte Kommunikation mit Personen, die nicht der Klausuraufsicht zuzuordnen sind, ist grundsätzlich ebenfalls untersagt.
- Lösungswege müssen zur Vergabe der vollen Punktzahl immer nachvollziehbar und mit Begründung versehen sein. Sind Funktionen zu skizzieren, müssen grundsätzlich alle Achsen beschriftet werden. Beachten Sie, dass die Punkteverteilung in den Teilaufgaben nur vorläufig ist!
- Sollten Sie sich während der Klausur durch äußere Umstände bei der Bearbeitung der Klausur beeinträchtigt fühlen, ist dies unverzüglich gegenüber der Klausuraufsicht zu rügen.
- 5 Minuten und 1 Minute vor Klausurende werden Ankündigungen gemacht. Wird das **Ende der Bearbeitungszeit** angesagt, darf **nicht mehr geschrieben** werden.
- Legen Sie am Ende der Klausur alle Lösungsbögen ineinander (so, wie sie ausgeteilt wurden) und geben Sie auch die Aufgabenblätter und das **Deckblatt mit Ihrer Unterschrift** mit ab.
- Bevor alle Klausuren eingesammelt sind, darf weder der Sitzplatz verlassen noch geredet werden. Jede Form der Kommunikation wird zu diesem Zeitpunkt noch als **Täuschungsversuch** gewertet.
- Während der **Einlesezeit ist die Bearbeitung der Aufgaben untersagt**, dementsprechend sind alle Schreibutensilien oder Hilfsmittel beiseitezulegen. Jede Zuwiderhandlung wird als **Täuschungsversuch** geahndet.

### Aufgabe 1 (34 Punkte)

**Teil 1** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 2 und 3 gelöst werden.

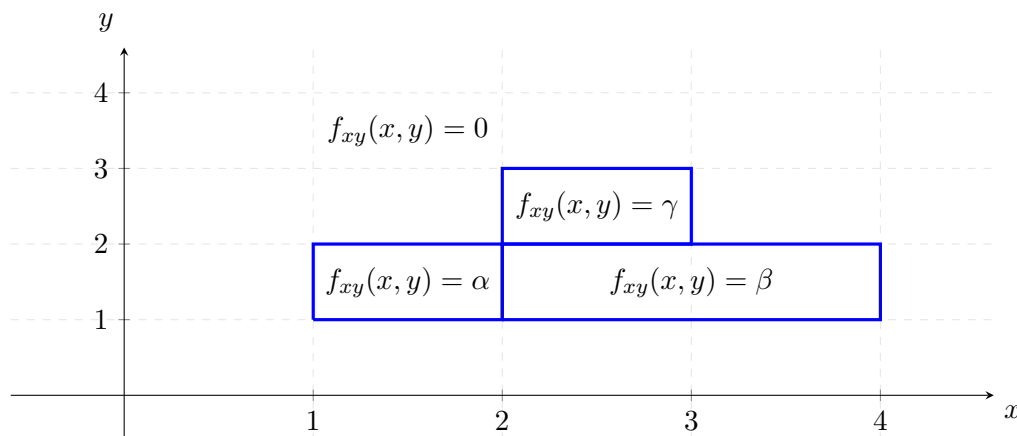
Gegeben sind zwei gleichverteilte, reelle Zufallsvariablen  $x$  und  $y$  mit den Wahrscheinlichkeitsdichten  $f_x(x)$  und  $f_y(y)$  in grafischer Form:



- (a) Geben Sie  $f_x(x)$  und  $f_y(y)$  an! (3 P)
- (b) Geben Sie die Verbunddichte  $f_{xy}(x, y)$  an. Gehen Sie davon aus, dass  $x$  und  $y$  stochastisch unabhängig voneinander sind. (3 P)
- (c) Berechnen Sie die Verbundwahrscheinlichkeitsverteilung  $F_{xy}(x, y)$ . (5 P)

**Teil 2** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 1 und 3 gelöst werden.

Gegeben ist die Verbunddichte  $f_{xy}(x, y)$  der reellen Zufallsvariablen  $x$  und  $y$ . Die Dichte ist in grafischer Form gegeben und vollständig definiert, indem Bereiche gleicher Funktionswerte eingerahmt und mit Höhenangaben versehen sind. Hierbei gilt allgemein  $\alpha, \beta, \gamma \in \mathbb{R}_+$ .



- (d) Wie muss  $\beta$  gewählt werden, wenn  $\alpha = 0,2$  und  $\gamma > 0$  gilt? Welche Einschränkung gilt dann für  $\gamma$ ? (3 P)
- (e) Stellen Sie das Integral zur Berechnung der Randdichte  $f_x(x)$  auf. Setzen Sie dabei alle verfügbaren Werte und Grenzen ein! (5 P)

Es gelte nun  $\alpha = 0$  und  $\gamma = 0$ . Ferner sei die Abbildung  $z = 3x + y$  definiert.

- (f) Berechnen Sie das zweite stochastische Moment von  $z$ . Geben Sie das Ergebnis als reinen Zahlenwert an! (8 P)

**Teil 3** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 1 und 2 gelöst werden.

Gegeben sei die zusammengesetzte Wahrscheinlichkeitsdichte

$$f_x(x) = \sum_{i=0}^1 \alpha_i f_x^{(i)}(x)$$

der reellen Zufallsgröße  $x$ , wobei die Teildichten wie folgt definiert sind:

$$f_x^{(i)}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{x,i}} e^{-\frac{(x-m_{x,i})^2}{2\sigma_{x,i}^2}}.$$

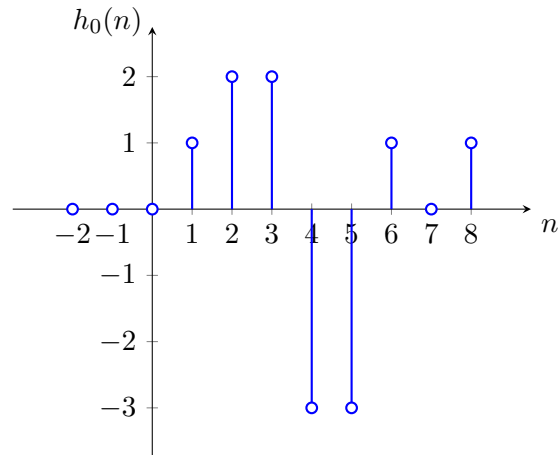
Es gelte  $m_{x,0} = 1$ ,  $\alpha_1 = 0,7$  und  $E\{x\} = 3,1$ .

- (g) Bestimmen Sie  $m_{x,1}$ . (4 P)
- (h) Bestimmen Sie das zweite stochastische Moment von  $x$ , wenn die Standardabweichung von  $x$  als  $\sigma_x = 5$  gegeben ist. (3 P)

## Aufgabe 2 (33 Punkte)

**Teil 1** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 2 gelöst werden.

Gegeben sei nachfolgende diskrete Impulsantwort  $h_0(n)$ :



Wobei zusätzlich gelte:

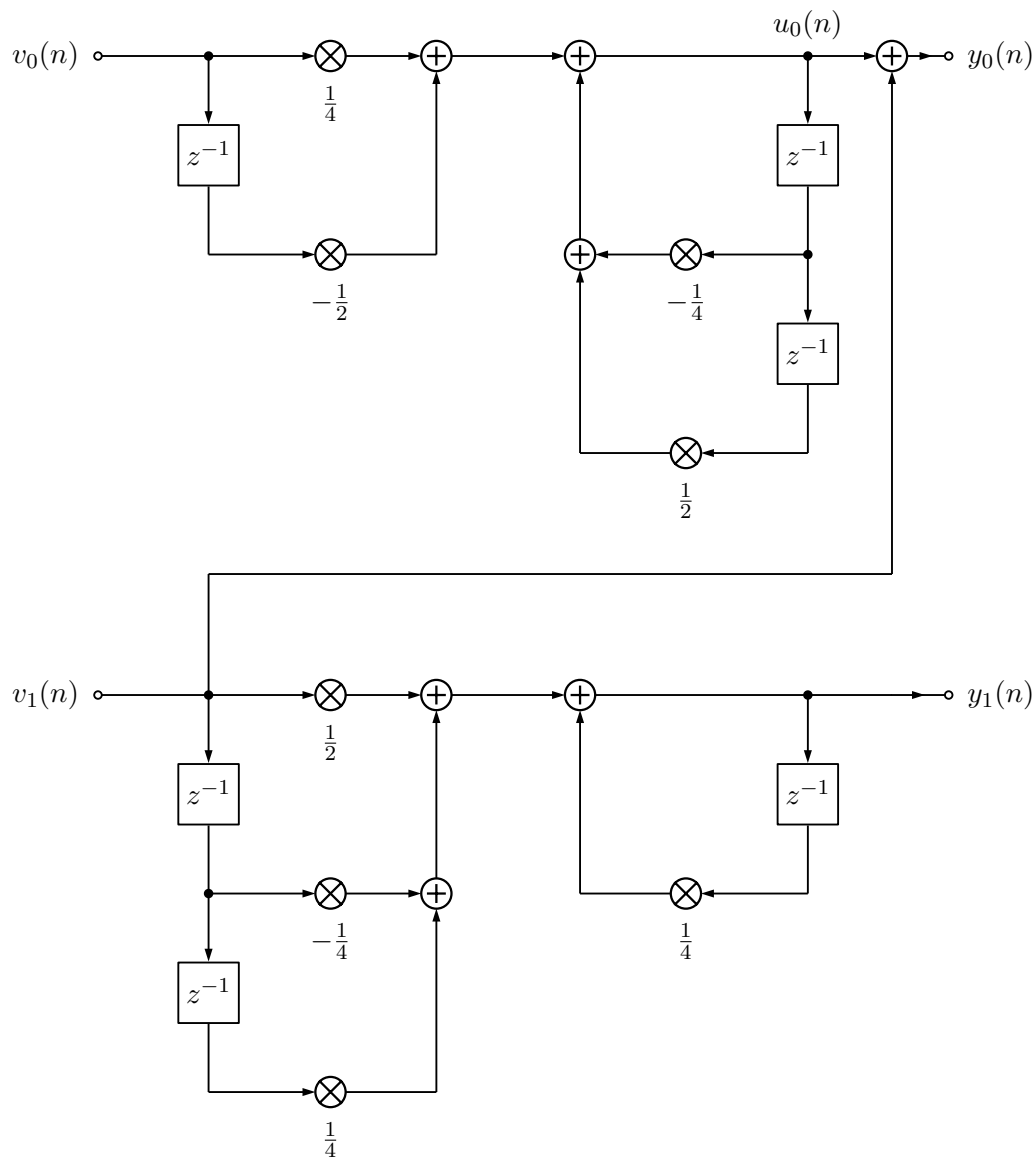
$$h_0(n) = 0 \quad \forall n < 0,$$

$$h_0(n) = 1 \quad \forall n \geq 8.$$

- (a) Bestimmen Sie die Gleichung der Impulsantwort auf der Basis gewichteter Impuls- und Sprungfolgen. (4 P)
- (b) Bestimmen Sie die Übertragungsfunktion  $H(z)$ . (4 P)
- (c) Bestimmen Sie die Differenzgleichung. (4 P)
- (d) Hat das System einen direkten Durchgriff? (5 P)  
Begründen Sie ihre Antwort auf Basis
- (i) der gegebenen gezeichneten diskreten Impulsantwort.
  - (ii) der bestimmten diskreten Impulsantwort aus (a).
  - (iii) der bestimmten Übertragungsfunktion  $H(z)$  aus (b).
  - (iv) der bestimmten Differenzgleichung aus (c).

**Teil 2** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 1 gelöst werden.

Es sei ein System gegeben, welches durch nachfolgende Darstellung in Direktform 1 beschrieben ist.



Der Zustandsraum sei ferner durch die bekannten Gleichungen:

$$\mathbf{x}(n+1) = \mathbf{A} \mathbf{x}(n) + \mathbf{B} \mathbf{v}(n), \quad (1)$$

$$\mathbf{y}(n) = \mathbf{C} \mathbf{x}(n) + \mathbf{D} \mathbf{v}(n). \quad (2)$$

beschrieben.

- (e) Bestimmen Sie für das gegebene System die Differenzgleichungen für  $y_0(n)$  und  $y_1(n)$  in Abhängigkeit von  $v_0(n)$ ,  $u_0(n)$ ,  $v_1(n)$  und  $y_1(n)$ . (4 P)
- (f) Zeichnen Sie das Blockschaltbild in Direktform 2 für obiges System. (4 P)
- (g) Bestimmen Sie die Matrizen/Vektoren/Skalare  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{C}$ ,  $\mathbf{D}$  für obiges System mit einer minimalen Anzahl an Speicherelementen. (8 P)

### Aufgabe 3 (33 Punkte)

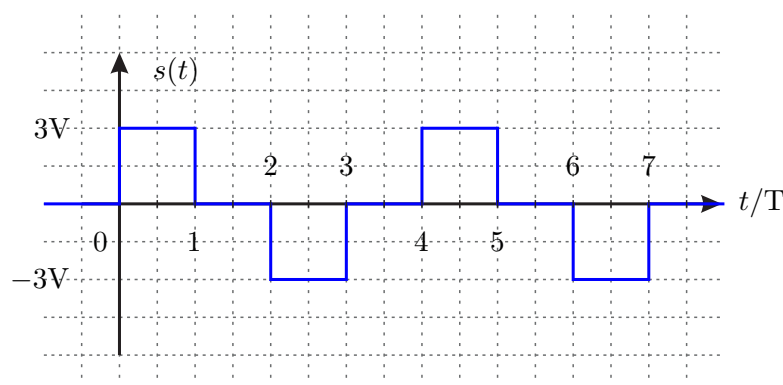
**Teil 1** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 2 gelöst werden.

Das Signal  $v(t) = \sin^2\left(\frac{\omega_0}{2}t\right)$  mit  $\omega_0 = 2\pi f_0$  und  $f_0 = 1$  kHz soll über einen Kanal übertragen werden. Es steht der Frequenzbereich von 10 kHz bis 12 kHz einschließlich der Grenzen zur Übertragung zur Verfügung.

- Bestimmen Sie die Fourier-Transformierte  $V(j\omega) = \mathcal{F}\{v(t)\}$  und skizzieren Sie  $V(j\omega)$  (denken Sie an die Achsenbeschriftungen!). (4 P)
- Welche Maßnahme muss allgemein ergriffen werden, damit das Signal  $v(t)$  über den gegebenen Kanal übertragen werden kann? (1 P)
- Geben Sie die allgemeine Funktion der Amplitudenmodulation in Abhängigkeit vom Nutzsinal  $v(t)$  an. (1 P)
- Bestimmen Sie die Trägerfrequenz  $f_T$  so, dass das Signal  $s(t)$  über den zuvor definierten Kanal übertragen werden kann. (1 P)
- Wie kann das amplitudenmodulierte Signal wieder demoduliert werden? Beschreiben Sie **ausführlich** zwei verschiedene Methoden. Zusätzlich können auch formelmäßige Definitionen verwendet werden. (8 P)

**Teil 2** Dieser Aufgabenteil kann unabhängig von Teil 1 gelöst werden.

Das kontinuierliche Signal  $s(t)$ , siehe Grafik unten, soll mit Hilfe der FM-Modulation über einen Kanal übertragen werden. Für  $t > 7T$  und  $t < 0$  ist  $s(t) = 0$ .



- Geben Sie die allgemeine Funktion der Winkelmodulation an und benennen Sie die einzelnen Komponenten. (3 P)
- Geben Sie die Momentan-Frequenz  $\Omega_T(t)$  und die Momentan-Phase  $\Phi_T(t)$  in Abhängigkeit von  $s(t)$  und der Modulationskonstante  $k_{FM}$  an. (4 P)
- Berechnen Sie die Trägerphase (Nicht die Momentan-Phase!)  $\phi_T(t)$  und skizzieren Sie diese! (6 P)

- (i) Welche Maßeinheit hat die Konstante  $k_{\text{FM}}$ , wenn das Signal  $s(t)$  ein Spannungssignal ist? (2 P)
- (j) Bestimmen Sie die Modulationskonstante  $k_{\text{FM}}$  so, dass der Frequenzhub  $\Delta f \pm 60$  kHz entspricht. (3 P)



Dies ist eine leere Seite.