

Schriftliche Prüfung im Fach

## Grundlagen der Nachrichtentechnik

Name: \_\_\_\_\_  
Vorname: \_\_\_\_\_  
Mat.-Nr.: \_\_\_\_\_

Zeit: 06. April 2004, 10.00 - 12.00 Uhr  
Ort: NW1, Raum H 2  
Umfang: 8 Aufgaben

<b>Aufgabe:</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	<b>gesamt</b>
<b>Punkte:</b>	(8)	(6)	(7)	(4)	(5)	(6)	(9)	(5)	<b>(50)</b>
<b>erzielt:</b>									

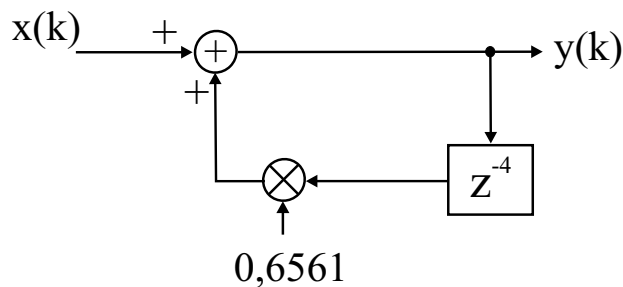
**Hinweise:**

- Zum Bestehen der Klausur müssen von den 50 Punkten mindestens 20 Punkte erreicht werden!
- Bitte schreiben Sie Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer auf *jedes* abgegebene Blatt. Beschreiben Sie die Blätter bitte nur *einseitig* und benutzen Sie für jede Aufgabe ein eigenes Blatt.



Aufgabe 1 (8 Punkte)

Gegeben ist das abgebildete diskrete System.



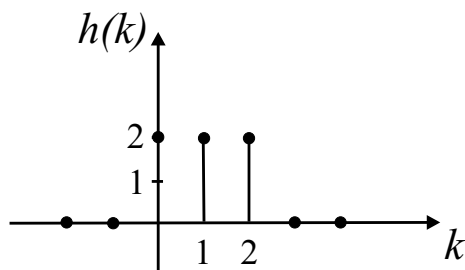
- (a) Geben Sie die z-Übertragungsfunktion  $H(z)$  an.
- (b) Bestimmen Sie Pole und Nullstellen und tragen Sie sie in ein Diagramm in der z-Ebene ein.
- (c) Handelt es sich um ein stabiles System? (mit Begründung!)
- (d) Skizzieren Sie qualitativ den Betragsfrequenzgang  $|H(e^{j\Omega})|$  im Bereich  $-\pi \leq \Omega \leq \pi$ .

**Hinweis:**

$$\sqrt[k]{1} = \sqrt[k]{\exp(j 2\pi \cdot n)} = \exp(j 2\pi \cdot \frac{n}{k}) \quad n = 0, 1, \dots, k - 1$$

Aufgabe 2 (6 Punkte)

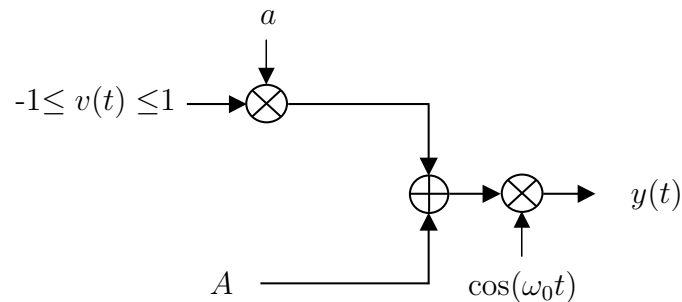
Gegeben ist das abgebildete zeitdiskrete Signal  $h(k)$ .



- (a) Berechnen Sie **im z-Bereich** die Faltung  $y(k) = h(k) * h(k)$ . Stellen Sie dazu zunächst die z-Transformierte  $H(z)$  auf.
- (b) Transformieren Sie das resultierende Signal  $Y(z)$  zurück in den Zeitbereich.
- (c) Skizzieren Sie  $y(k)$ .

### Aufgabe 3 (7 Punkte)

Gegeben ist die folgende Sendestufe.



- Geben Sie einen Ausdruck für  $y(t)$  an. Welcher Modulationstyp wird gebildet?
- Klassifizieren Sie das Signal bezüglich des Verhältnisses  $a/A$ .
- Geben Sie für  $a/A < 1$  eine einfache inkohärente Schaltung zur Demodulation an.

**Hinweis:**  $a$  und  $A$  sind positiv und reellwertig.

### Aufgabe 4 (4 Punkte)

Die Zeitsignale  $x(t)$  und  $y(t)$  besitzen die Fouriertransformierten  $X(j\omega)$  und  $Y(j\omega)$ . Geben Sie für die folgenden Ausdrücke die entsprechenden Beziehungen im Spektralbereich an.

- $x(t) + y(t)$
- $x(t) \cdot y(t)$
- $x(t) * y(t)$
- $x^3(t) + y^2(t)$

### Aufgabe 5 (5 Punkte)

Das Quellsignal  $v(t)$  wird frequenzmoduliert übertragen, am Empfänger jedoch irrtümlich einem Phasen-Demodulator zugeführt.

- Welches Signal entsteht am Demodulatorausgang? (ohne Herleitung)
- In welcher Weise wird das Spektrum dieses Signals gegenüber dem des gesuchten Signals  $v(t)$  verändert? Was bedeutet diese Veränderung für hochfrequente Signalanteile von  $v(t)$ ?

**Aufgabe 6** (6 Punkte)

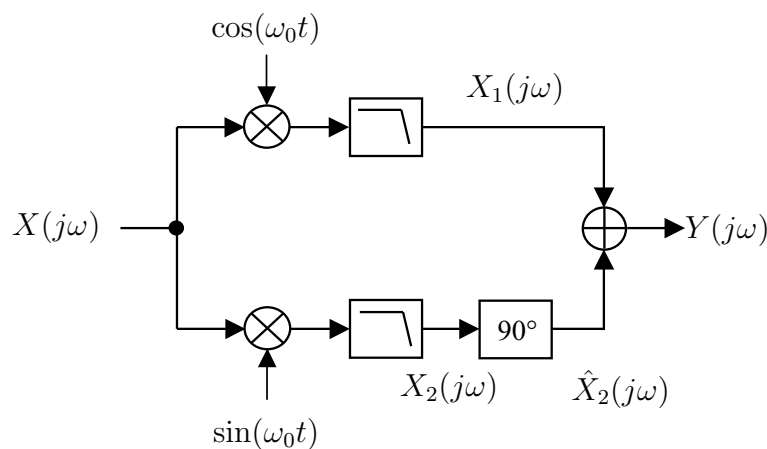
Die theoretische Vorschrift zur FM-Demodulation lautet

$$\text{Im} \left\{ \frac{ds_{FM}(t)}{dt} \cdot \frac{1}{s_{FM}(t)} \right\}.$$

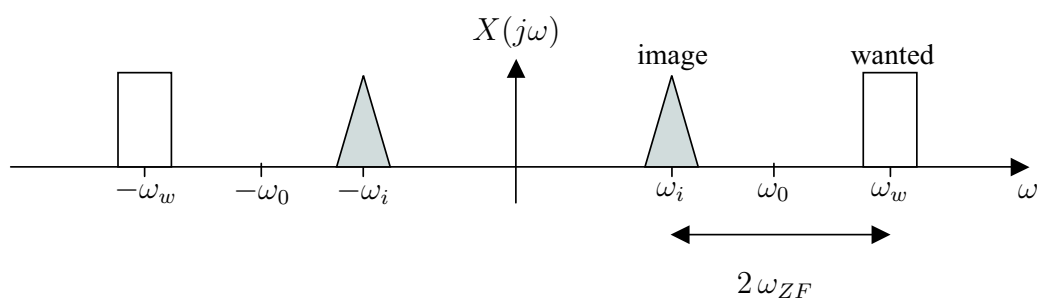
Zeigen Sie, dass auch ein durch Amplitudenschwankungen gestörtes FM-Signal mit dieser Vorschrift korrekt demoduliert wird.

**Hinweis:** Kürzen Sie die komplexe Einhüllende des gestörten FM-Signals mit  $s_{FM}(t) = a(t) \cdot e^{j\varphi(t)}$  ab.

**Aufgabe 7** (9 Punkte)



Die dargestellte Mischerstruktur erlaubt die ideale Unterdrückung des Spiegelspektrums ("image"). Zeigen Sie dies im Spektralbereich anhand des folgenden Eingangssignals, indem Sie die Spektren  $X_1(j\omega)$ ,  $X_2(j\omega)$ ,  $\hat{X}_2(j\omega)$  sowie das Ausgangssignal  $Y(j\omega)$  skizzieren.

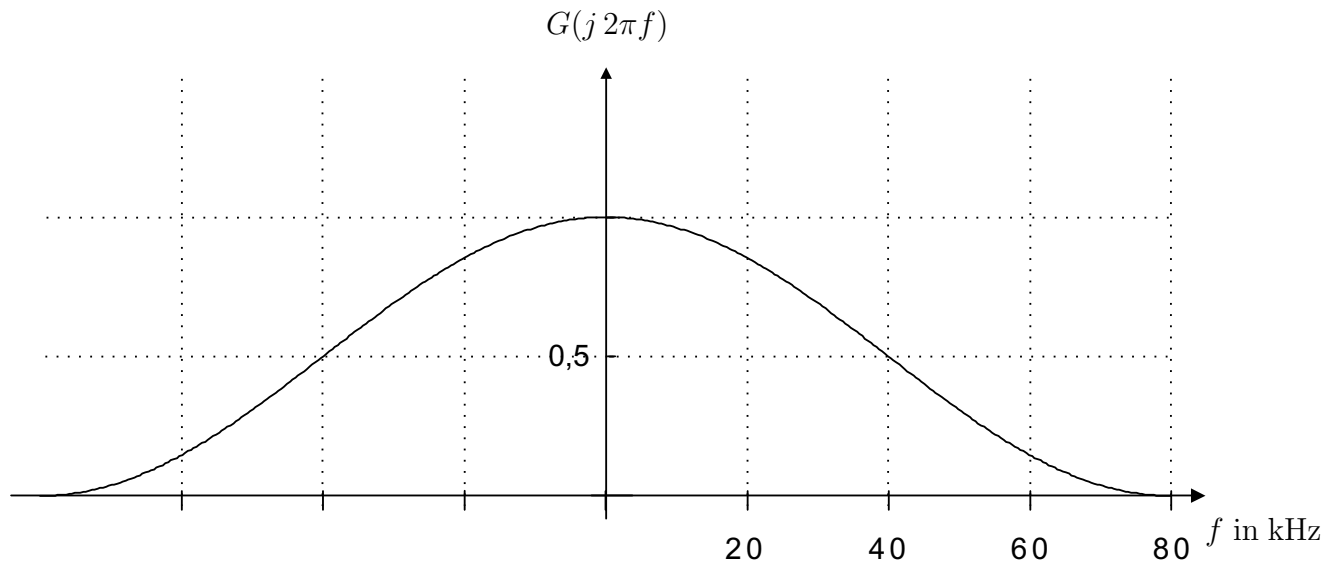


**Hinweise:**

- (a) Der Block "90°" kennzeichnet einen idealen Hilberttransformator.
- (b) Die Tiefpassfilter entfernen die Spektralanteile bei doppelter Oszillatorfrequenz ( $2\omega_0$ ).
- (c)  $\mathcal{F}\{\sin(\omega_0 t)\} = -j\pi[\delta_0(\omega - \omega_0) - \delta_0(\omega + \omega_0)]$
- (d)  $\mathcal{F}\{\cos(\omega_0 t)\} = \pi[\delta_0(\omega - \omega_0) + \delta_0(\omega + \omega_0)]$

**Aufgabe 8** (5 Punkte)

Ein System zur digitalen Datenübertragung weist Sende- und Empfangsfilter auf, deren Hintereinanderschaltung die abgebildete Gesamtübertragungsfunktion liefert.



Mit welcher Rate  $1/T$  können digitale Symbole verzerrungsfrei übertragen werden (der Kanal sei ideal)?