

Signale und Systeme

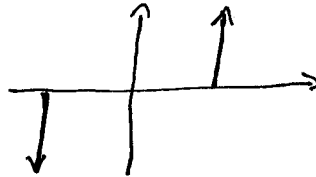
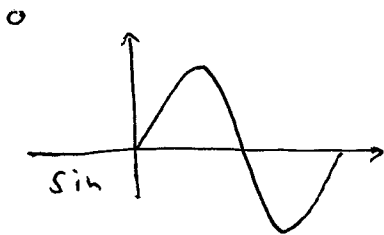
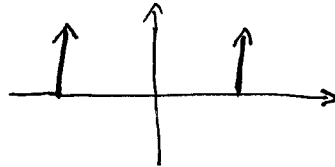
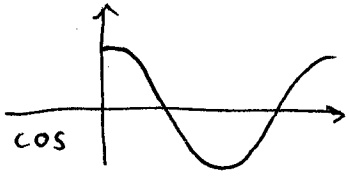
$$X(t) = \frac{1}{\sqrt{2}} X_{HF}^+(t) \cdot e^{-j2\pi f_0 t} = \frac{1}{\sqrt{2}} (X_{HF}(t) + jH\{X_{HF}(t)\}) e^{-j2\pi f_0 t} \quad (ECB)$$

o ECB-Trafo, Ergänzungen S. 27, 28

Aufgabe 1

o Störabstand $10 \log_{10} \left(\frac{S}{N} \right)$
 ↑
 Leistung

$20 \log_{10} \left(\frac{a_s}{a_n} \right)$
 ↑
 Effektivwerte



o Erwartungswert $E\{x(t)\}$ Ergänzungen S. 72

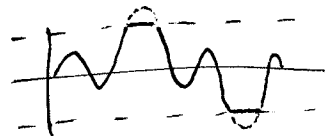
- x_{eff} berechnen: $\sigma_x^2 = \int_{-\infty}^{\infty} x^2 f_x(x) dx$
 ↑
 Varianz

$$x_{eff} = \sqrt{\sigma_x^2} = \sigma_x$$

o Störleistung durch Spitzenwertbegrenzung Aufgabe 6.7, Skript S. 30

$$N_L = 2 \int_{x_{max}}^{\infty} (x - x_{max})^2 f_x(x) dx$$

↳ WDF



o AKF $\phi_{xx}(\tau)$ o \bullet LDS $\Phi_{SS}(t)$ → mittl. AKF gemittelt über 1 Periode

o Zweiseitige Rauschleistungsdichte = $\frac{N_0}{2}$

Amplitudenmodulation

Übersicht: Skript S. 128

o LDS A8

o Einhüllenden demodulation für AM m. Tr. Skript S. 177

$$v(t) = |e(t)|$$

↑ ↑
Sinken Sende
Signal

A 10

$$m \leq 1 ! \quad z.B. 0,8$$

o Synchron demodulation $\Delta f = 0, \quad \Delta \varphi = 0 !$

o $N_K = \frac{N_0 B_{NF}}{z_{eff}^2}$ für AM o. Tr. Skript S. 144

↪ Störleistung

A 11

$$V_{nutz} = \frac{3}{4} g(t)$$

$$\rightarrow S = \frac{9}{16} q_{eff}^2$$

o EM: Störleistung $N_K = \frac{N_K (A_m \text{ o. Tr.})}{2}$

$$V_{nutz} = q(t) \text{ für Kehrlage} \rightarrow S = q_{eff}^2$$

$$= \frac{1}{2} q(t) \text{ für Regellage} \rightarrow S = \frac{1}{4} q_{eff}^2$$

o Störleistung Sinusstörer HF: $\frac{\hat{n}^2}{2}$

A 11

$$\Rightarrow \text{nach Demodulation} \quad N_S = \frac{\hat{n}^2}{4 z_{eff}^2}$$

↪ HF-Leistung der Trägerschwingung

o Gruppenlaufzeiten von Filtern

A 12

o Klirrfaktor $U = \frac{\text{Effektivwert der Oberschwingungen}}{\text{des Gesamtsignals ohne DC}}$

A 10

Frequenzmodulation

(Übersicht Skript S.244)

◦ FM

$$N_R = \frac{1}{3} \frac{1}{SNR_0} \left(\frac{B_{NF}}{\Delta f} \right)^2$$

A74

Skript S.226

Sendesignal Skript S. 160 / 168

$$\Rightarrow SNR_{NF} = 3A^2 \cdot \left(\frac{\Delta f}{B_{NF}} \right)^2 \cdot SNR_0 \quad (\text{weil } S = q_{\text{eff}}^2 = A^2 \cdot \frac{q_{\text{max}}^2}{\text{normal 1}})$$

$$\begin{aligned} SNR_0 &= \frac{S_r}{N_0 \cdot B_{NF}} = \frac{A^2}{N_0 \cdot B_{NF}} \\ &\approx J \cdot SNR_{HF} \end{aligned}$$

Näherung für $SNR_{HF} > 10$

S_r kommt am Empfänger an!

Skript S.214

◦ PM

$$SNR_{NF} = (\Delta \Psi)^2 A^2 SNR_0$$

A74

◦ Stereophonic, Composite-Signal Extrazettel A74

◦ Kanal übersprechdämpfung: $10 \log_{10} \left(\frac{\text{Nutzsignalleistung}}{\text{Störsignalleistung}} \right)$

A75

◦ Preemphasis / Deemphasis: A76

◦ Carson-Formel: A77 99% : $B_{HF} = 2(\Delta f + 2f_g)$ Skript S.185

◦ PM: maximaler Frequenzhub

$$\Delta \Psi = \frac{V}{U_{\text{max}}} \cdot \frac{\Delta f}{f_g} \quad (\text{Skript S. 120})$$

\uparrow meist 1

$\Delta \Psi$ in Besselfunktionen einsetzen! $\rightarrow J(\Delta \Psi)$
 $J_0 = 0$ bei 2,405

PCM

◦ AKF, LDS (A18) Skript S. 286 f

◦ DAC: $SNR_{DAC} = \frac{S}{\frac{\Delta q^2}{12}}$ mit $\left(\begin{array}{l} \text{Quantisierungsrauschen für glm. Quant.} \\ \Rightarrow N_Q = \frac{\Delta q^2}{12} = \frac{2^{-n}}{3} = \frac{M_q^{-2}}{3} \\ \text{mit } \Delta q = \frac{2}{M_q} \text{ und } M_q = 2^n \end{array} \right.$

M_q Stufenzahl
 n Wortbreite

◦ SNR_{NF} = $3A^2 \cdot (\Delta\psi)^2 \cdot \overset{\frac{D_{NF}}{D_{NF}}}{j} \cdot SNR_{DAC}$ (bei FM-Modulation)

(A79) Skript S. 224

◦ für WDF gilt:

$$\int_{-\infty}^{\infty} WDF(x) dx \stackrel{!}{=} 1$$

◦ AMI-Code, Vorteile (A21)

◦ SNR_A = $\frac{\text{Encoder-Signalleistung}}{\text{Störung}} = \frac{E\{|a[v]|^2\}}{E\{|n[v]|^2\}}$ (A21) gibt auch Bitfehlerrauschen an!

◦ SNR_0 im Sinkensignal

$$\Rightarrow SNR_0 = \frac{q_{\text{eff}}^2}{N}$$

← Quellensignal
← Gesamtstörung

◦ Leistung des Fehlers bei Signalrekonstruktion infolge Übertragungsfehler (BER)

$$N_E \approx \left(4A^2 + \frac{1}{3}\right) BER \text{ für symm. Binärcode} \quad \text{Skript S. 359 ff}$$

◦ Störleistung falls $f_q(q)$ gegeben:

$$N_q = \frac{\Delta q^2}{12} \cdot \underbrace{\int_{-q_{\max}}^{q_{\max}} f_q(q) dq}_{1!} = \frac{q_{\max}^2}{3M_q^2} \quad \leftarrow \text{meist } = 1$$

(A22) Skript S. 309

o Störleistung mit Kompressor Kennlinie

$$N_Q = \frac{q_{\max}^2}{3 \pi q} \cdot \int_{-q_{\max}}^{q_{\max}} \frac{f_a(q)}{(k'_k(q))^2} dq$$

Skript S. 320 f

A 22

o Störleistung für ideale Kompressor Kennlinie

$$N_Q = \frac{2}{3 \pi q^2} \left(\int_0^{q_{\max}} \sqrt[3]{f_a(q)} dq \right)^3$$

A 22

Skript S. 323

o ideale Kompressor Kennlinie

$$K_{\text{opt}}(k) = q_{\max} \frac{\int_0^q \sqrt[3]{f_a(q')} dq'}{\int_0^{q_{\max}} \sqrt[3]{f_a(q')} dq}$$

A 22

Skript S. 322

o Kennlinie für (A-Law) 13-Segment-Kennlinie

$$\left(A = \frac{q_{\text{eff}}}{q_{\max}} = \frac{\sqrt{\int_0^{q_{\max}} q^2 f_q(q) dq}}{q_{\max}} \right)$$

$$A = \frac{q_{\max}}{q_L} = 88$$

$$q = 76 \quad \text{Skript S. 332}$$

A 22

3 Fälle der Aussteuerung!

$$\Rightarrow \text{für mittlere Aussteuerung } N_Q = \frac{1}{3 \pi q^2} \cdot \frac{1}{a^2} \cdot q_{\text{eff}}^2 \cdot \left(\frac{q_{\max}}{q_L} \right)^2$$

gut für SPRACHE, sonst ungünstig!

Digitale Übertragung

o Nachrichtenfluss = $\frac{1}{T_b} = \frac{1}{T_{A/n}} = n \cdot f_A = n \cdot 2 B_q = \text{"Datenrate"}$
↑
minimale Frequenz

o SNR_{NR} für 13 Segment-Kennlinie

$$SNR_{NR} = 3 M_q^2 \cdot \frac{1}{\left(1 + \ln\left(\frac{q_{max}}{q_c}\right)\right)^2}$$

= A = 88

Skript S. 334

o Wortbreite $n = \lceil \log_2 M_q \rceil$
mit $\log_2 x = \frac{\ln x}{\ln 2}$

o Modulationsintervall für QPSK $T = \frac{2 \text{ bit}}{\text{Nachrichtenfluss}}$

o Symbolrate $\frac{1}{T}$ = $4 \text{ (}^2\text{D (Kugel))}$

o Dämpfung bei Satellitenübertragung $a = 10 \lg \frac{A_x}{A_E} = r^2 \text{ (Kreis)}$

o q_{max} wird öfters durch $q_{max} \cdot \frac{q_{eff}}{q_{eff}}$ ersetzt
oder $A = \frac{q_{eff}}{q_{max}}$

o Bit Error Rate
für QPSK: $BER = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right)$
↳ aus Kennlinie, gegeben!
⇒ Beziehung für E_b, N_0 aufstellen!

o Sendenergie am Empfänger
 $S_c = \frac{E_b}{T_b}$

◦ Empfänger eingangsstufe, Rauschmaß

zu N_0 dazumultiplizieren!

A 23

◦ Reserve am Empfänger (Leistungsreserve)

zu Sendesignal dazumultiplizieren!

A 23

◦ Quantisierungsgeräuschleistung der ungleichmäßige Quantisierung

A 24

◦ Kompander Kennlinie

Achsen der Quantisierungskennlinien aufeinander abbilden!

A 24

DPCN

o Prädiktionsfilter: Yule-Walker-Gleichungen (Skript 385)

A 246

A 25

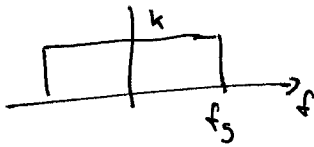
Leistungsgewinn S. 388

zu sparenden Binärsymbole je
Abtastwert

◇ w Skript S. 400

A 25

o RECT - Funktion: doppelte Grenze einsetzen



$$\Rightarrow k \cdot \text{rect} \left(\frac{f}{2f_s} \right)$$