

**Aufgabe**

Ein Zweitongeraus  $x(t) = \hat{X}_1 \cos(\omega_1 t) + \hat{X}_2 \cos(\omega_2 t)$  mit  $\hat{X}_1 = 0.05$ ;  $\hat{X}_2 = 2.2$  soll durch einen Verstärker mit der Kennlinie

$$\hat{X}^* = 0.542 \ln(40\hat{X} + 1) \quad (1)$$

vorverzerrt werden. Bei der anschließenden Aufzeichnung wird ihm ein Bandrauschen mit  $\hat{X}_N = 0.03$  additiv zugesetzt.

1. Berechnen Sie für beide Signalanteile getrennt den Rauschabstand mit und ohne Vorverzerrung!
2. Welcher Funktion muß die Entzerrerkennlinie gehorchen?
3. Für welche Amplituden  $\hat{X}$  ist die Verstärkung gerade eins?

**1 Signal-Rauschabstand**

Die Ausgangsgleichung für den Signal-Rauschabstand lautet für die Leistungen bzw. Spannungen allgemein

$$S/N = 10 \lg \frac{P_S}{P_N} \quad \text{in dB} \quad (2)$$

$$S/N = 20 \lg \frac{U_S}{U_N} \quad \text{in dB} \quad (3)$$

wobei

$P_S \dots$  effektive Leistung des Nutzsignals

$P_N \dots$  effektive Leistung des gleichzeitig enthaltenen Rauschens

$U_S \dots$  effektive Spannung des Nutzsignals

$U_N \dots$  effektive Spannung des gleichzeitig enthaltenen Rauschens

**Ohne Vorverzerrung.** Für die beiden Signalanteile des Zweitongerausches ergibt sich mit Gleichung (3) folgendes Signal-Rauschverhältnis

$$S/N_1 = 20 \lg \frac{\hat{X}_1}{\hat{X}_N} = 20 \lg \frac{0.05}{0.03} = 4.44 \text{ dB}$$

$$S/N_2 = 20 \lg \frac{\hat{X}_2}{\hat{X}_N} = 20 \lg \frac{2.2}{0.03} = 37.31 \text{ dB}$$

**Mit Vorverzerrung.** Der Verstärker verzerrt die beiden Signalanteile unter Berücksichtigung der Gleichung (1) wie folgt

$$\hat{X}_1^* = 0.542 \ln(40\hat{X}_1 + 1) = 0.542 \ln(40 \cdot 0.05 + 1) = 0.60$$

$$\hat{X}_2^* = 0.542 \ln(40\hat{X}_2 + 1) = 0.542 \ln(40 \cdot 2.2 + 1) = 2.43$$

Daraus folgt

$$S/N_1^* = 20 \lg \frac{\hat{X}_1^*}{\hat{X}_N} = 20 \lg \frac{0.60}{0.03} = 26.02 \text{ dB}$$

$$S/N_2^* = 20 \lg \frac{\hat{X}_2^*}{\hat{X}_N} = 20 \lg \frac{2.43}{0.03} = 38.17 \text{ dB}$$

**Fazit.** Die Vorverzerrung verstärkt vor allem den Signalanteil mit niedrigem Pegel. Dadurch wird auch sein Rauschabstand stärker erhöht als der des Signalanteiles  $x_2(t)$ .

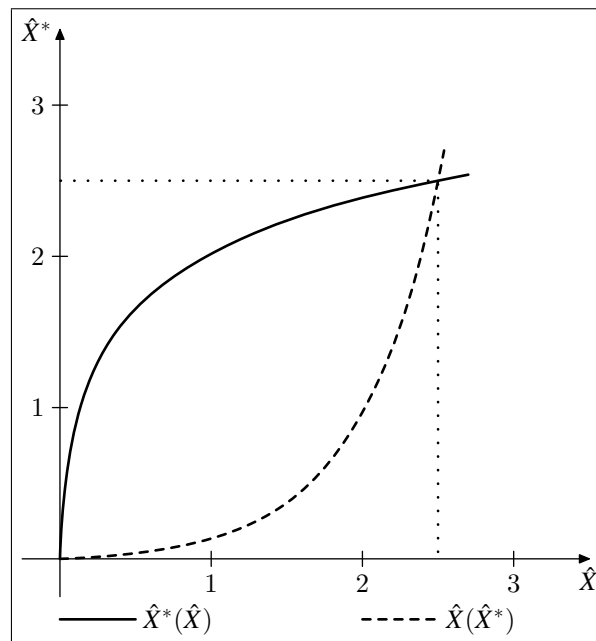


Abbildung 1: Ver- und Entzerrerkennlinie

## 2 Entzerrerkennlinie

Die Entzerrerkennlinie ist die Umkehrfunktion der Verzerrerkennlinie. Damit lassen sich folgende Gleichungen umformen.

$$\begin{aligned}\hat{X}^* &= 0.542 \ln(40\hat{X} + 1) \\ 1.845\hat{X}^* &= \ln(40\hat{X} + 1) \\ \exp(1.845\hat{X}^*) &= 40\hat{X} + 1 \\ \hat{X} &= \frac{1}{40} [\exp(1.845\hat{X}^*) - 1]\end{aligned}$$

## 3 Verstärkung gleich eins

Für eine Verstärkung  $V = 1$  muß  $\hat{X} = \hat{X}^*$  an der Verzerrerkennlinie sein. Dies ist aber gerade der Schnittpunkt der Ver- und Entzerrerkennlinie (siehe dazu Abbildung 1). Für eine Eingangsamplitude  $\hat{X} = 2.5$  ergibt sich eine Ausgangsamplitude von ebenfalls  $\hat{X}^* = 2.5$ .