

3^η ΣΕΙΡΑ ΑΣΚΗΣΕΩΝ

Επεξεργασία Θορύβου με Φίλτρα, Δειγματοληψία, Κβαντοποίηση

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 1 [Λόγος Σήματος προς Θόρυβο]

The received signal $r(t) = s(t) + n(t)$ in a communication system is passed through an ideal LPF with bandwidth W and unity gain. The signal component $s(t)$ has a power-spectral density

$$S_s(f) = \frac{P_0}{1 + (f/B)^2}$$

where B is the 3-dB bandwidth. The noise component $n(t)$ has a power-spectral density $N_0/2$ for all frequencies. Determine and plot the SNR as a function of the ratio W/B . What is the filter bandwidth W that yields a maximum SNR?

[Σημ: το εύρος ζώνης 3-dB είναι αυτή η τιμή του εύρους ζώνης B για την οποία $S(B) = S(0)/2$. Δεν χρειάζεται ως ορισμός στην άσκηση]. Θεωρείστε το ως σταθερά.]

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 2 [Αναλογική Διαμόρφωση AM με θόρυβο]

A sinusoidal message signal whose frequency is less than 1000 Hz, modulates the carrier $c(t) = 10^{-3} \cos 2\pi f_c t$. The modulation scheme is conventional AM and the modulation index is 0.5. The channel noise is additive white with power-spectral density of $\frac{N_0}{2} = 10^{-12}$ W/Hz. At the receiver, the signal is processed as shown in Figure P-5.5(a). The frequency response of the bandpass noise-limiting filter is shown in Figure P-5.5(b).

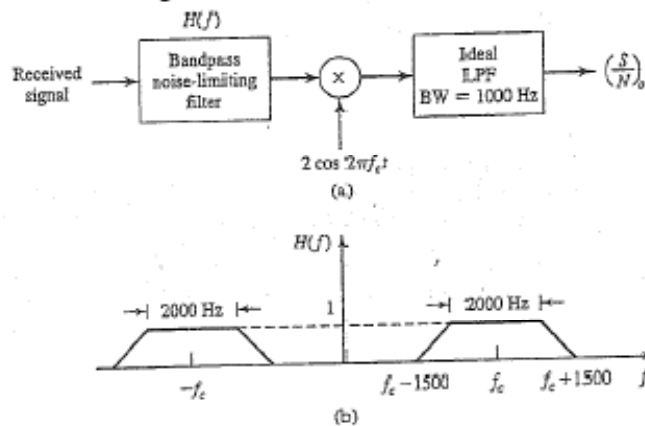


Figure P-5.5

1. Find the signal power and the noise power at the output of the noise-limiting filter.
2. Find the output SNR.

[Σημ: Ως “Conventional” αναφέρεται η διαμόρφωση όπου $u(t) = [1 + a m(t)] c(t)$, όπου $c(t)$ το φέρον, $m(t)$ το σήμα μηνύματος (message signal) που διαμορφώνεται και a ο δείκτης διαμόρφωσης.]

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 3 [Δειγματοληψία]

- (α) Για ένα βαθυπερατό σήμα με εύρος ζώνης 6000Hz, ποια είναι η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας για τέλεια ανακατασκευή του σήματος;
- (β) Πόσα δείγματα απαιτούνται να αποθηκεύσουμε για 1 ώρα διάρκεια του παραπάνω σήματος;
- (γ) Ποια η ελάχιστη απαιτούμενη συχνότητα δειγματοληψίας αν μια ζώνη ασφαλείας (guard band) 2000Hz απαιτείται;
- (δ) Βρείτε την ελάχιστη απαιτούμενη συχνότητα δειγματοληψίας και την τιμή του K για τέλεια ανακατασκευή του σήματος, αν το φίλτρο ανακατασκευής έχει την ακόλουθη απόκριση συχνότητας:

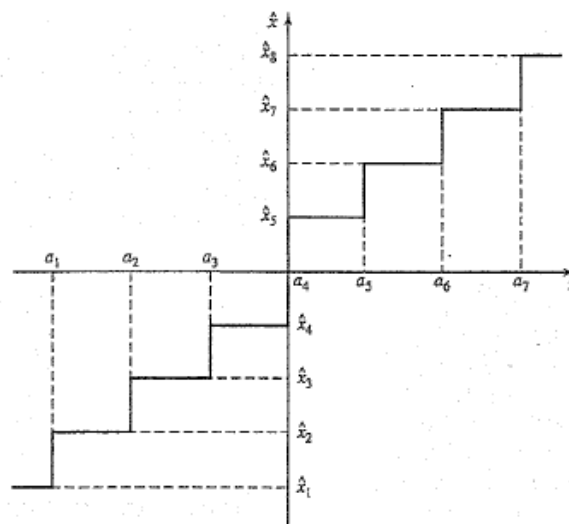
$$H(f) = \begin{cases} K, & |f| < 7000 \\ K - K \frac{|f| - 7000}{3000}, & 7000 < |f| < 10000 \\ 0, & \text{else} \end{cases}$$

ΠΡΟΒΛΗΜΑ 4 [Κβαντοποίηση με Γκαουσιανή πηγή]

The source $X(t)$ is a stationary Gaussian source with mean zero and power-spectral density

$$S_x(f) = \begin{cases} 2 & |f| < 100 \text{ Hz} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

The source is sampled at the Nyquist rate, and each sample is quantized using the 8-level quantizer shown in Figure 6.10 with $a_1 = -60, a_2 = -40, a_3 = -20, a_4 = 0, a_5 = 20, a_6 = 40, a_7 = 60$, and $\hat{x}_1 = -70, \hat{x}_2 = -50, \hat{x}_3 = -30, \hat{x}_4 = -10, \hat{x}_5 = 10, \hat{x}_6 = 30, \hat{x}_7 = 50, \hat{x}_8 = 70$. What is the resulting distortion and rate?



ΠΡΟΒΛΗΜΑ 5 [Κβαντοποίηση]

Μια πηγή παράγει πραγματικές τιμές με ομοιόμορφη κατανομή μεταξύ $[0, A]$, με $A > 0$. Ο κανόνας κβαντοποίησης που ακολουθείται είναι ως εξής. Οι στάθμες κβάντισης είναι $\tilde{x}_k = \frac{1}{2}(2k - 1)\Delta$ αν η παραγόμενη τιμή $x \in [(k - 1)\Delta, k\Delta]$, για $k = 1, \dots, A/\Delta$

Βρείτε το μέσο τετραγωνικό σφάλμα της κβαντοποίησης σα συνάρτηση των A, Δ .