

ΕΠΙΠΕΔΟ ΘΟΡΥΒΟΥ (Noise Figure)

Το Επίπεδο Θορύβου (noise figure) ορίζεται ως: $F = SNR_i / SNR_o$, όπου SNR_i είναι ο λόγος της ισχύος του σήματος προς την ισχύ του θορύβου στην είσοδο, και SNR_o ο ίδιος λόγος στην έξοδο του συστήματος. Όταν ο θόρυβος βρίσκεται στις ίδιες ακριβώς συχνότητες με το (χρήσιμο) σήμα, τότε υφίσταται π.χ. το ίδιο κέρδος ενίσχυσης (gain) με το σήμα. Το F είναι αδιάστατο μέγεθος ή μετρείται σε dB, δηλ $10\log_{10}F$ (dB). Αν η συσκευή "προσθέτει" θόρυβο, τότε $SNR_i > SNR_o$.

Έστω ότι η ισχύς του θορύβου στην είσοδο ενός συστήματος με κέρδος (gain) 40 είναι 20 pW, ενώ στην έξοδο 4 nW. Αν η ισχύς του σήματος στην έξοδο είναι 0,4 mW, βρείτε:

- α) Τον θόρυβο (ισχύ) που εισήγαγε το σύστημα (πέραν του ποσού που προκύπτει από τον θόρυβο στην είσοδο, λόγω ενίσχυσης).
- β) Τον SNR_i .
- γ) Το επίπεδο θορύβου (Noise Figure), F .

Υπόδειξη: Σύμφωνα με την εκφώνηση, στην έξοδο του συστήματος μετράμε κάποια συγκεκριμένη ισχύ θορύβου. Παρατηρείστε όμως ότι η ισχύς αυτή είναι μεγαλύτερη από την ισχύ που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της ισχύος του θορύβου στην είσοδο του συστήματος επί το κέρδος. (Στο σύστημα αυτό δηλαδή ενισχύεται και ο θόρυβος, θεωρώντας ότι συνυπάρχει στις ίδιες συχνότητες με το χρήσιμο σήμα). Η προκύπτουσα λοιπόν διαφορά οφείλεται σε θόρυβο που έβαλε το ίδιο το σύστημα. Αυτή την διαφορά πρέπει να υπολογίσετε. (Διαβάστε επίσης τις σχετικές ασκήσεις που θα βρείτε στο eclass – ΑΣΚΗΣΕΙΣ.)

Λύση

α) Αφού το κέρδος (η ενίσχυση) είναι 40, ο θόρυβος της εισόδου που είναι 20pW, στην έξοδο του συστήματος θα γίνει: $40 \cdot 20 = 800 \text{ pW} = 0,8 \text{ nW}$

Όμως στην έξοδο μετρείται ισχύς θορύβου $4\text{nW} > 0,8 \text{ nW}$. Η διαφορά οφείλεται σε θόρυβο που εισήχθη από το ίδιο το σύστημα. Έτσι βρίσκουμε ότι η ισχύς του θορύβου που εισήχθη από το σύστημα είναι $4 - 0,8 = \mathbf{3,2\text{nW}}$

β) Πρέπει πρώτα να υπολογίζουμε τον λόγο σήματος προς θόρυβο στην είσοδο (SNR_i), δηλ. (ακριβέστερα) τον λόγο της ισχύος του σήματος προς την ισχύ του θορύβου, για να υπολογίσουμε ακολούθως το επίπεδο θορύβου (Noise Figure), F .

Η ισχύς του θορύβου στην είσοδο είναι 20pW.

Η ισχύς του σήματος στην είσοδο υπολογίζεται από την ισχύ του σήματος στην έξοδο και το κέρδος: $0,4 \text{ mW} / 40 = 400 \text{ μW} / 40 = 10 \text{ μW}$

Άρα $SNR_i = 10 \text{ μW} / 20 \text{ pW} = 10 \cdot 10^{-6} / 20 \cdot 10^{-12} = 0,5 \cdot 10^6 \rightarrow \mathbf{SNR_i = 500000}$

ή $SNR_i \text{ (dB)} = 10 \log_{10} 500000 = \mathbf{57 \text{ dB}}$

γ) Το επίπεδο θορύβου (Noise Figure), υπολογίζεται ως $F = SNR_i / SNR_o$
Ο SNR_o είναι $0,4 \text{ mW} / 4 \text{ nW} \rightarrow SNR_o = 0,4 \cdot 10^{-3} / 4 \cdot 10^{-9} \rightarrow SNR_o = 100000$
Άρα $F = 500000 / 100000 = 5$ ή $F \text{ (dB)} = 10 \log_{10} 5 = \mathbf{7 \text{ dB}}$