Nagyfreki

6. tétel

Zaj

Termikus zajmodell:

- amplitúdó Gauss-eloszlást követ
  - sűrűségfv: $p(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot e^{-\frac{u^2}{2\sigma^2}}$

    (várható érték = $\emptyset$)

  - autokorrelációs fv (véges energiájú jelre):

$$R(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} u\left(t+\frac{\tau}{2}\right) \cdot u^*\left(t-\frac{\tau}{2}\right) dt$$

$$\rightarrow \text{PSD: } S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} R(\tau) \cdot e^{-j\omega\tau} d\tau \left[\frac{W}{rad}\right]$$

Termikus zaj:

Planck: $S(f) = \frac{h \cdot f}{e^{\frac{hf}{kT}} - 1}$

ha $k >> h$

$\Downarrow$

$e^{\frac{hf}{kT}}$ széls tartományon

$\simeq 1 + \frac{h \cdot f}{kT}$

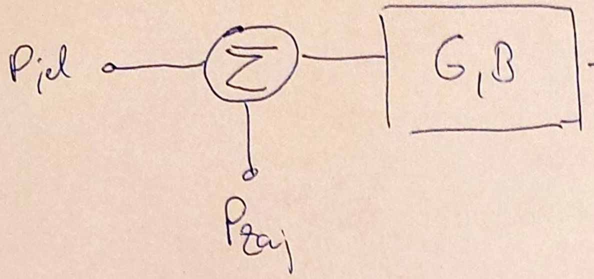
$\Downarrow$

$S(f) \simeq k \cdot T$

$$\rightarrow \boxed{P_{zaj} \simeq k \cdot T \cdot B}$$

átlag!

Redukált zajhőmérséklet:

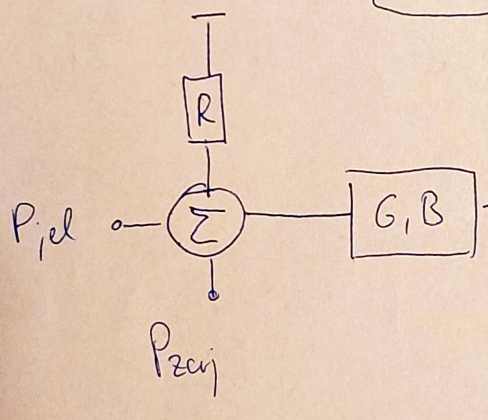


$G \cdot P_{jel} + G \cdot P_{zaj}$
$+ P_{zaj,\text{saját}}$

ötlet: A saját zajt reprezentáljuk egy bemenetre kötött „megfelelő" hőmérsékletű ellenállással

$$P_{zaj,\text{saját}} = G \cdot \Delta B T_{red}$$

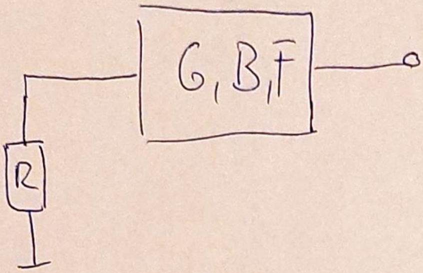
$$\boxed{T_{red} = \frac{P_{zaj,\text{saját}}}{G \cdot \Delta B}}$$



$P_{jel} \cdot G + P_{zaj} \cdot G + G \cdot \Delta B T_{red}$

2.

Zajtényező:



$$P_{zaj,ki} = G \cdot P_{zaj,be}(T_0) + P_{zaj,saját}$$

$T_0 = 290\ K$

↓

referencia hőmérséklet!

$$\boxed{F = \left.\frac{P_{zaj,ki}}{\cancel{P_k}\, G \cdot P_{zaj,be}}\right|_{T_0}}$$

Mennyivel nagyobb a kimeneti zaj, ~~mint~~ annál, mintha csak felerősítenénk a bemeneti zajt.
(legjobb $F = 1$)

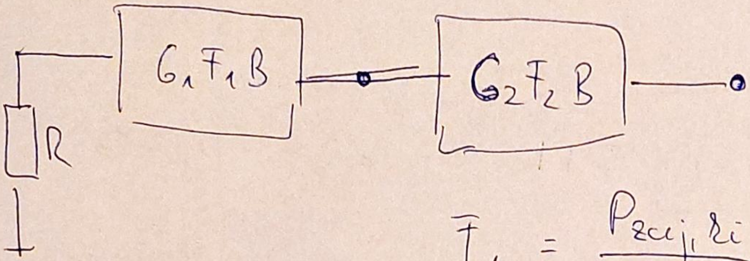
$$F = \frac{GkBT_0 + GkBT_{red}}{GkBT_0} = 1 + \frac{T_{red}}{T_0}$$

$$\boxed{F = 1 + \frac{T_{red}}{T_0}} \qquad \boxed{T_{red} = (F-1)T_0} \qquad \boxed{F^{dB} = 10 \lg F}$$

↓

Az adott elem által okozott SNR romlást fejezi ki (T0 hőmérsékleten!)

Láncba kapcsolt blokkok:



$T_0 = 290\ K$

$$F_{12} = \left. \frac{P_{zaj,ki}}{G_1 G_2 P_{zaj,be}} \right|_{T_0}$$

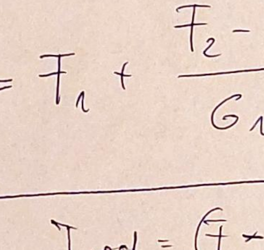
levezetés: Köztes pont zajteljesítményét felírni [T_{red}-et F_1-el és T_0-al kifejezni]

$$\boxed{F_N = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots + \frac{F_N - 1}{G_1 G_2 \dots G_{N-1}}}$$

$$T_{red} = (F - 1) T_0$$

$$\boxed{T_{red,N} = T_{red,1} + \frac{T_{red,2}}{G_1} + \dots + \frac{T_{red,N-1}}{G_1 G_2 \cdot \dots \cdot G_{N-1}}}$$

Csillapító:



$P_{zaj,ki} = kBT$ (rezisztív elemek stb)

$P_{zaj,be} = kBT$

$$P_{zaj,ki} = \frac{1}{L}\left(kBT + kBT_{red}\right) = \frac{1}{L} kB\left(T + (F-1)T_0\right)$$
$$= kBT \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{F_{csill} = 1 + \frac{T}{T_0}(L-1)}$$

$$\boxed{T = T_0 \Rightarrow F = L}$$

Antenna ekvivalens zajhőmérséklete:

Az antennát egy T_{ekv} hőmérsékletű ellenállással modellezzük.

$$\cancel{T_{ekv} = \frac{1}{4\pi}\oint_{4\pi} G}$$

$$\boxed{T_{ekv} = \frac{1}{4\pi}\oint_{4\pi} G_A(\vartheta,\varphi)\, T(\vartheta,\varphi)\, d\Omega}$$