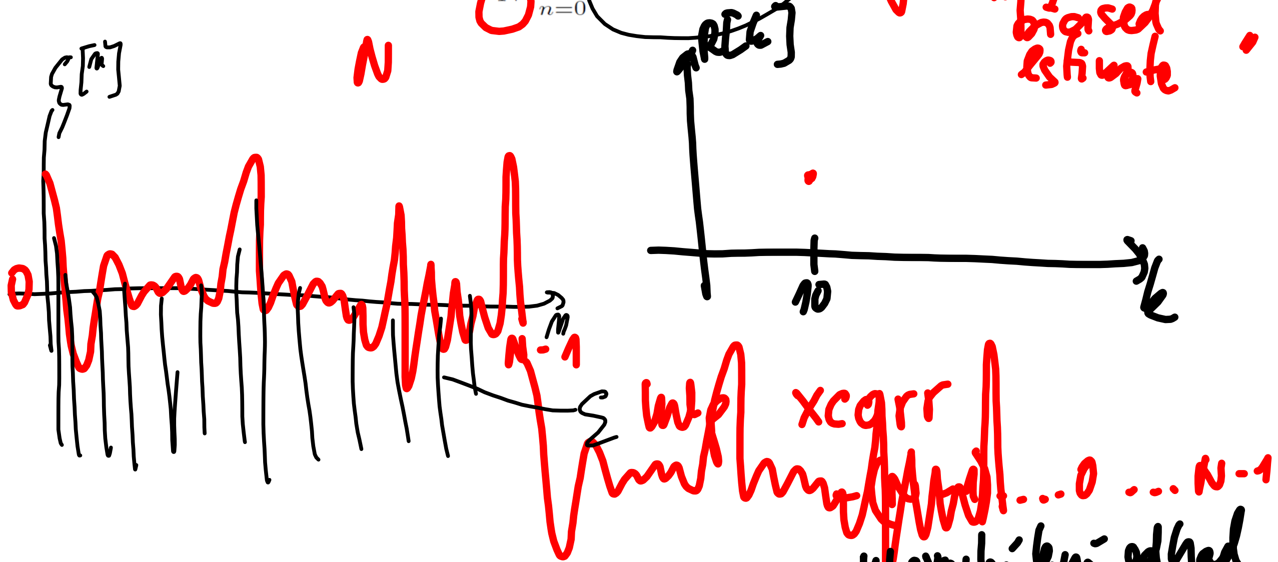
$$\hat{R}[k] = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\xi[n]\xi[n+k]$$

vychýlený odhad "biased estimate"



$$\hat{R}[k] = \frac{1}{N-k}\sum_{n=0}^{N-1}\xi[n]\xi[n+k]$$

nevychýlený odhad unbiased estimate

Střední výkon $P = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\xi^2[n]$ $\qquad R[k] = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}\xi[n]\,\xi[n+k]$

$P = R[0]$ $\qquad$ Rozptyl $\quad D = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1}(\xi[n]-a)^2$

když $a=0$ $\qquad D = \frac{1}{N}\sum \xi^2[n] = P = R[0]$

když $a \neq 0$ $\qquad P = R[0] = D + a^2$

Spektrální analýza n.s.

$$G(e^{j\omega}) = \mathrm{DTFT}\{R[k]\}$$

prakticky: DFT, FFT

$$\boxed{\begin{aligned} G(e^{j\omega}) &= \sum_{k=-\infty}^{\infty} R[k]\, e^{-j\omega k} \\ R[k] &= \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} G(e^{j\omega})\, e^{+j\omega k}\, d\omega \end{aligned}}$$

Wiener–Chinchin

Spektrální hustota výkonu

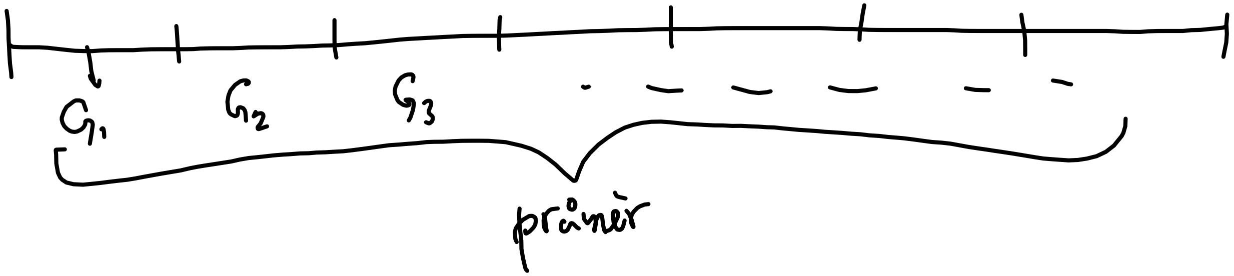
$$x[n] \xrightarrow{\cancel{R[k]}} G(e^{j\omega})$$

$$G\left(e^{jk\frac{2\pi}{N}}\right) = \frac{|X[k]|^2}{N}$$

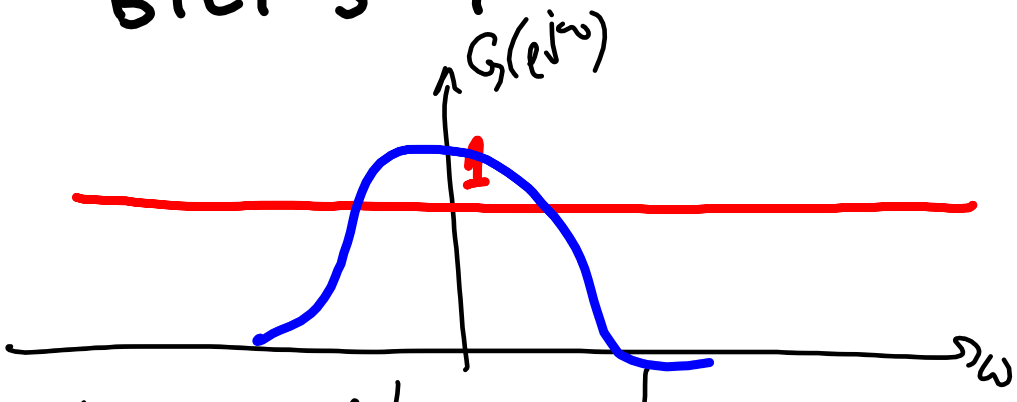
DFT!

odhad s.h. výkonu přímo z DFT signálu.

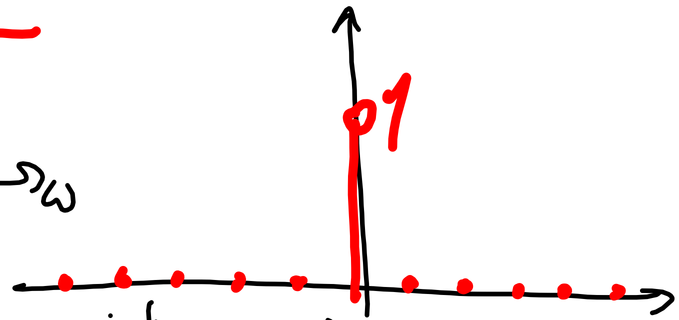
Pozor na přesnost! Welchova metoda



BÍLÝ ŠUM



$G(e^{j\omega}) = \text{DTFT}\{R[k]\}$

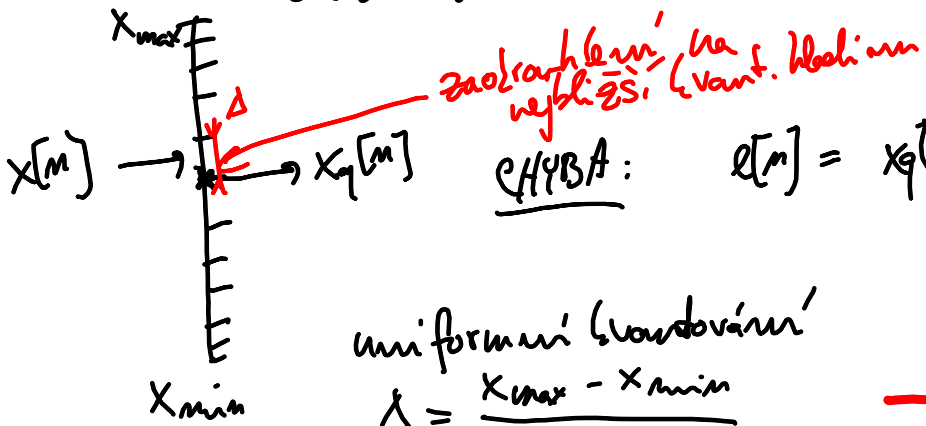


→ není obyčejný signál!
→ jeho vzorky vůbec nesouvisí!
→ obarvení filtrem!

$$G(e^{j\omega}) = \sum R[k] e^{-j\omega k} = 1 \cdot e^{-j\omega 0} = 1$$

KVANTOVÁNÍ

L kvantovacích hladin b bitů $L = 2^b$

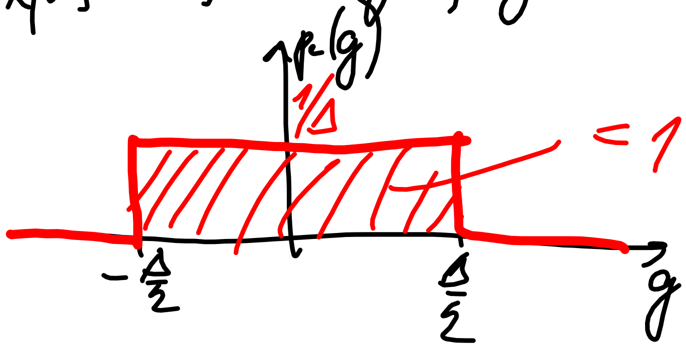


CHYBA: $e[n] = x_q[n] - x[n]$ chybový signál

uniformní kvantování

$$\Delta = \frac{x_{max} - x_{min}}{L}$$

kvantovací krok



$$P = D = \int_{-\infty}^{\infty} g^2 p(g)\, dg = \frac{1}{\Delta}\int_{-\frac{\Delta}{2}}^{\frac{\Delta}{2}} g^2\, dg = \frac{1}{\Delta}\left[\frac{g^3}{3}\right]_{-\frac{\Delta}{2}}^{\frac{\Delta}{2}} = \frac{1}{\Delta 3}\left(\frac{\Delta^3}{8} - \left(-\frac{\Delta^3}{8}\right)\right) =$$

$$= \frac{1}{\cancel{\Delta} 3} \cdot \frac{\Delta^{\cancel{3}\,2}}{4} = \boxed{\frac{\Delta^2}{12}}$$

výkon chybového signálu.