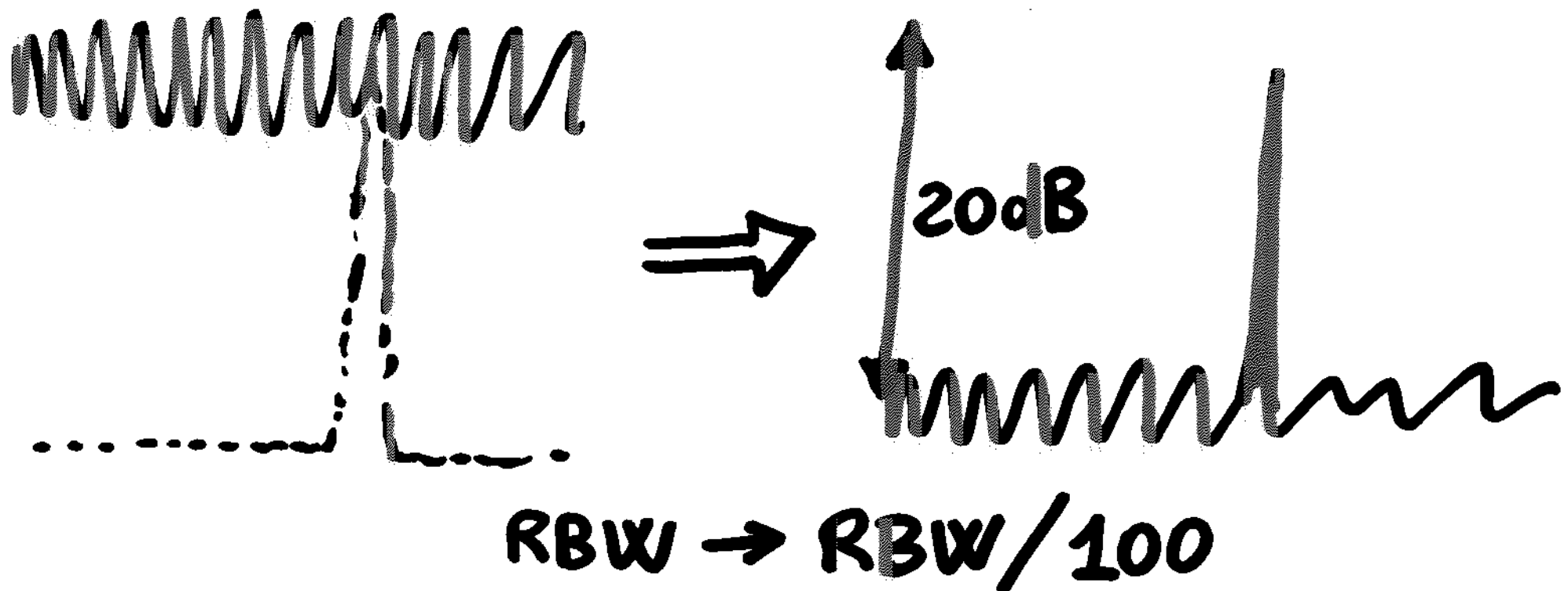
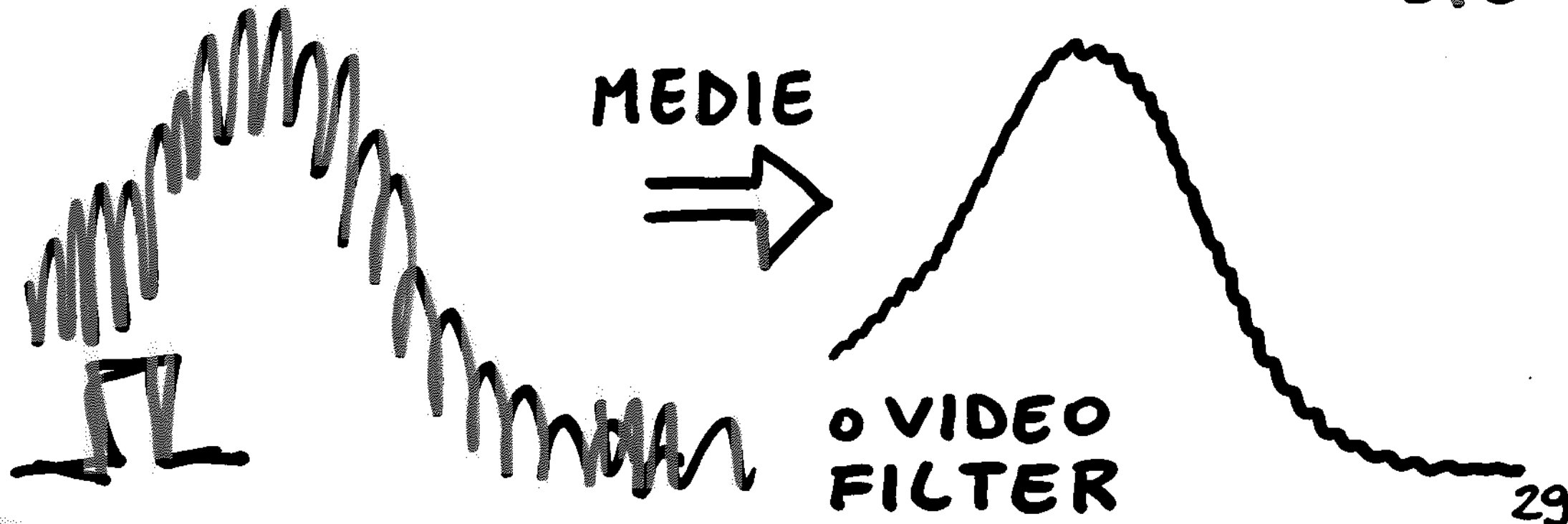


PER RIDURRE IL FONDO DI
RUMORE, E QUINDI AUMENTARE LA
SENSIBILITA' DELL'AS OCCORRE
RIDURRE LA RISOLUZIONE SPETTRALE



PER RIDURRE L'EFFETTO DEL
RUMORE SULLA MISURA CONVIENE
EFFETTUARE PIU' SCANSIONI
RIPETUTE (SUL SEGNALE "STAZIONARIO")
E POI CALCOLARE LO SPETTRO MEDIO



TIPICAMENTE IL RUM. ELETTRONICO
'E \gg DEL RUM. TERMICO DELL'AS

$$P_{\text{FONDO}} = P_{\text{ELET}} + P_{\text{TERM}} = NF \times P_T$$

$$NF = 1 + \frac{P_E}{P_T} \quad \left\{ = 1 \text{ SE } P_E = 0 \right\}$$

$$NF|_{\text{dB}} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_F}{P_T} \right) \quad \left\{ = 0 \text{ SE } P_E = 0 \right\}$$

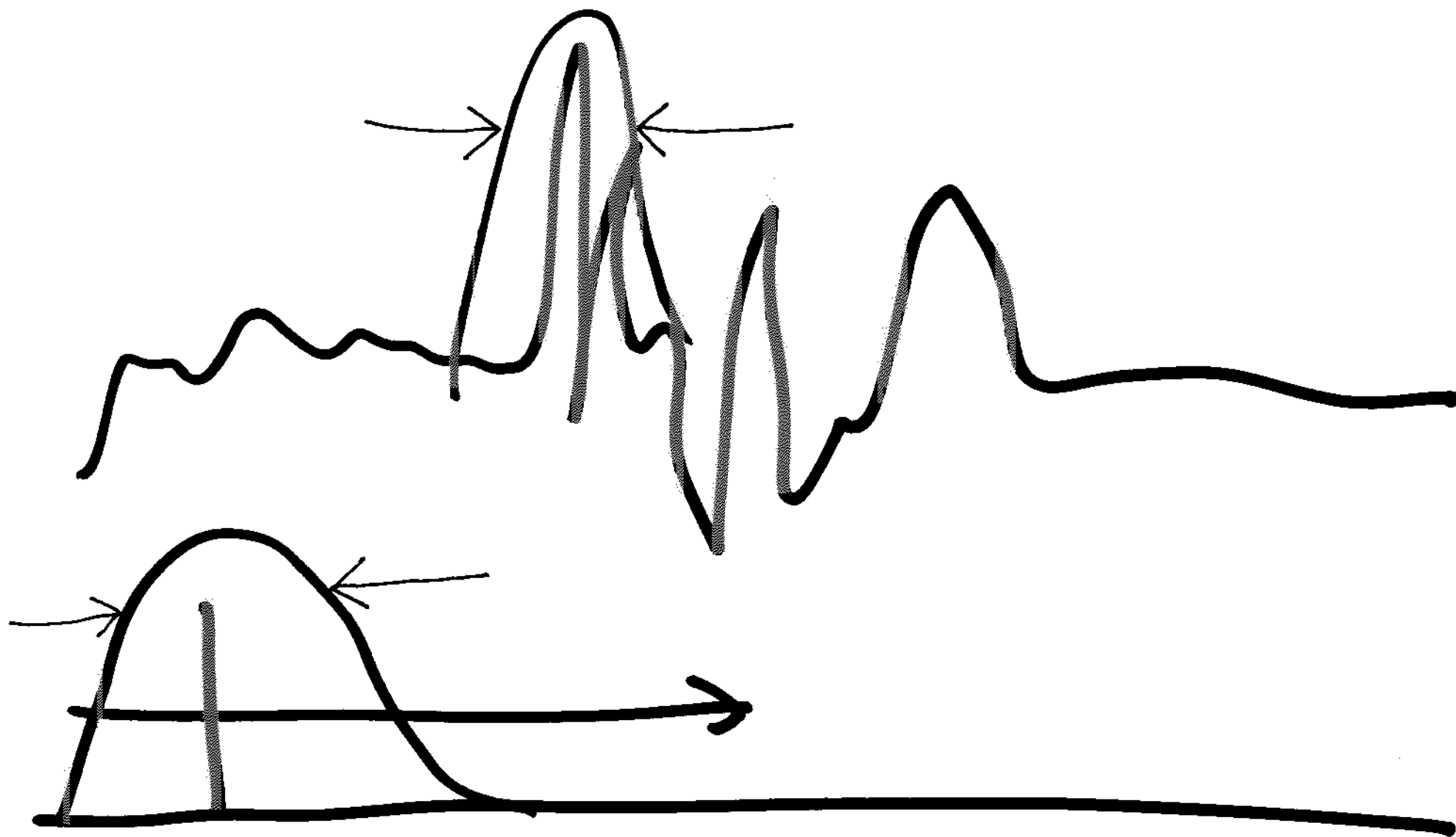
NOISE
FIGURE

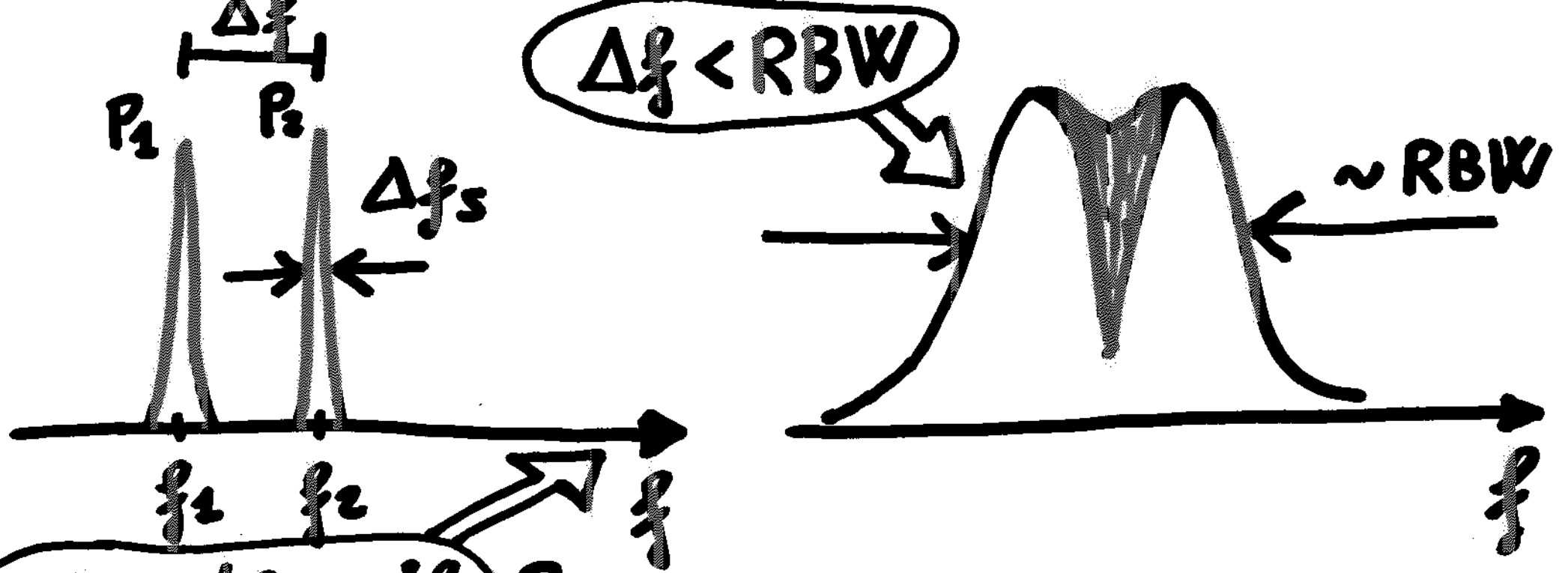
$$P_F|_{\text{dBm}} = P_T|_{\text{dBm}} + NF|_{\text{dB}}$$

IN GENERALE

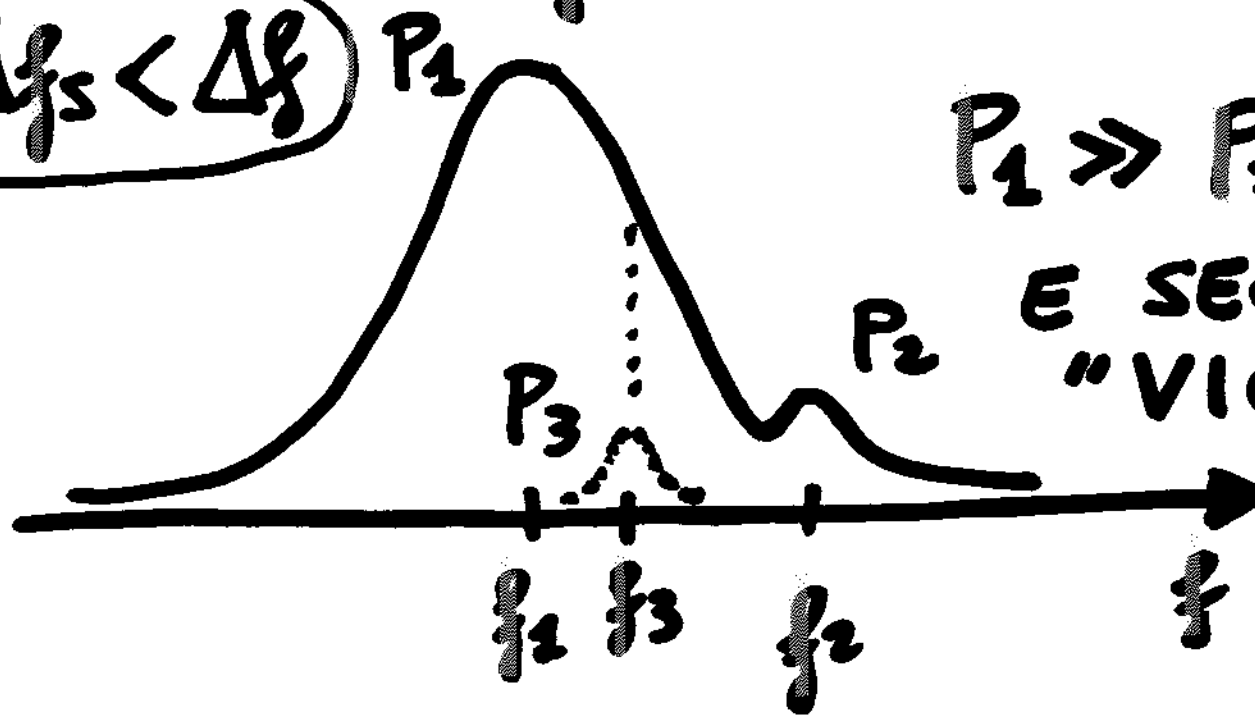
$$\begin{aligned} P_F |_{\text{dBm}} &= 10 \log_{10} (KTRBW) + NF |_{\text{dB}} = \\ &= -174 \text{ dB} \left[\frac{\text{mW}}{\text{Hz}} \right] + RBW |_{\text{dB}[\text{Hz}]} + NF |_{\text{dB}} \end{aligned}$$

SE UN SEGNALE SINUSOIDALE
'E A RIGASTRETTA ($\Delta f_s \ll RBW$)
SULLO SCHERMO VEDO IL PROFILO
DEL FILTRO IF (GAUSSIANO...)
IN GENERALE OSSERVERO' LA
CONVOLUZIONE TRA LO SPETTRO
DEL SEGNALE E LA RISPOSTA
SPETTRALE DEL FILTRO IF
(VOGLIO LAVORARE CON "RBW MINIMA")

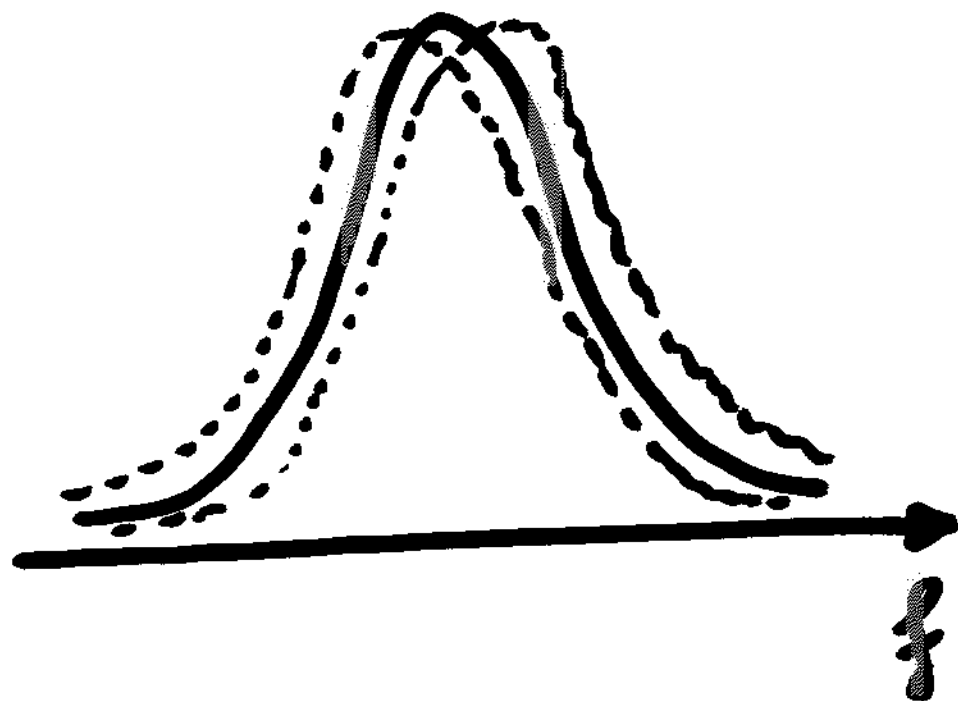




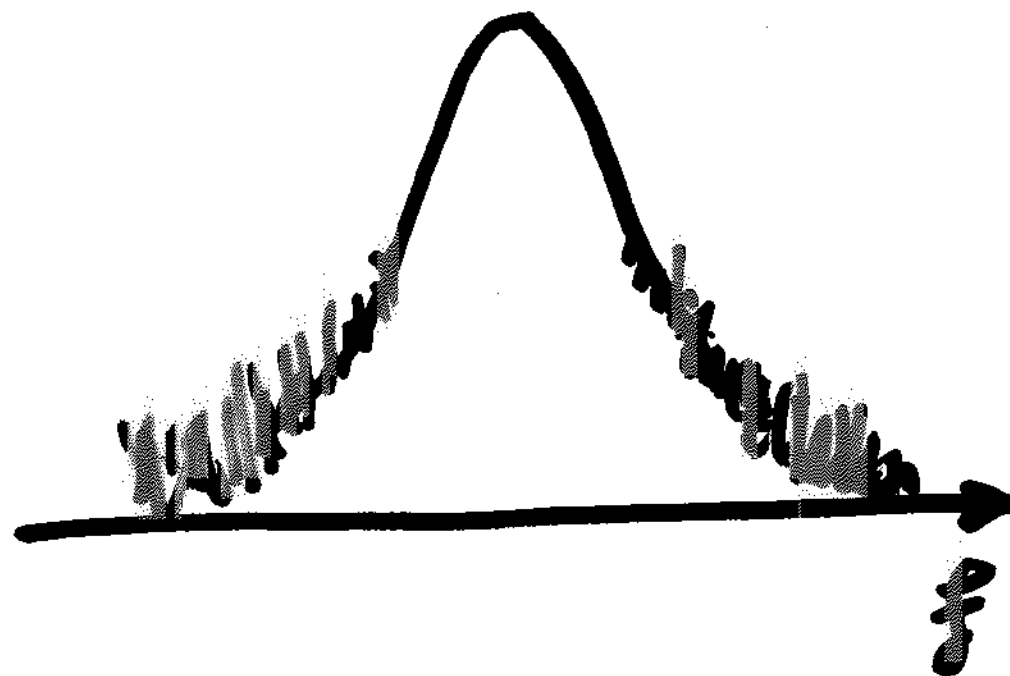
$RBW < \Delta f_s < \Delta f$



$P_1 \gg P_2 \approx P_3$
E SEGNALI
"VICINI"



**JITTER DI
FREQUENZA**



**RUMORE DI
FASE**

AS A FFT (AS DIGITALE)

SI CAMPIONA IL SEGNALE CON

PASSO UNIFORME $T_c = 1/f_c$

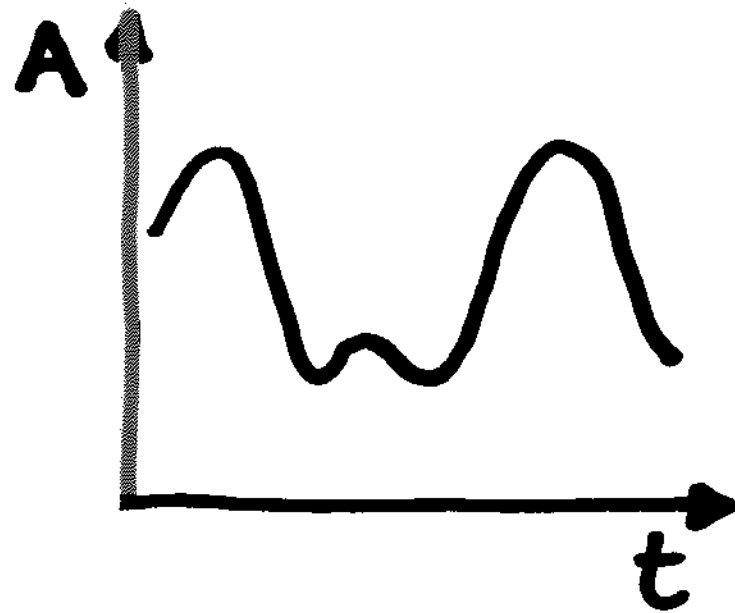
PRELEVANDO N CAMPIONI

(DI TENSIONE) A m BIT

CON $N = 2^p \leftarrow \text{INTERO}$ SI CALCOLA FFT

$$S(t) \xrightarrow{\text{FFT}} S(f)$$

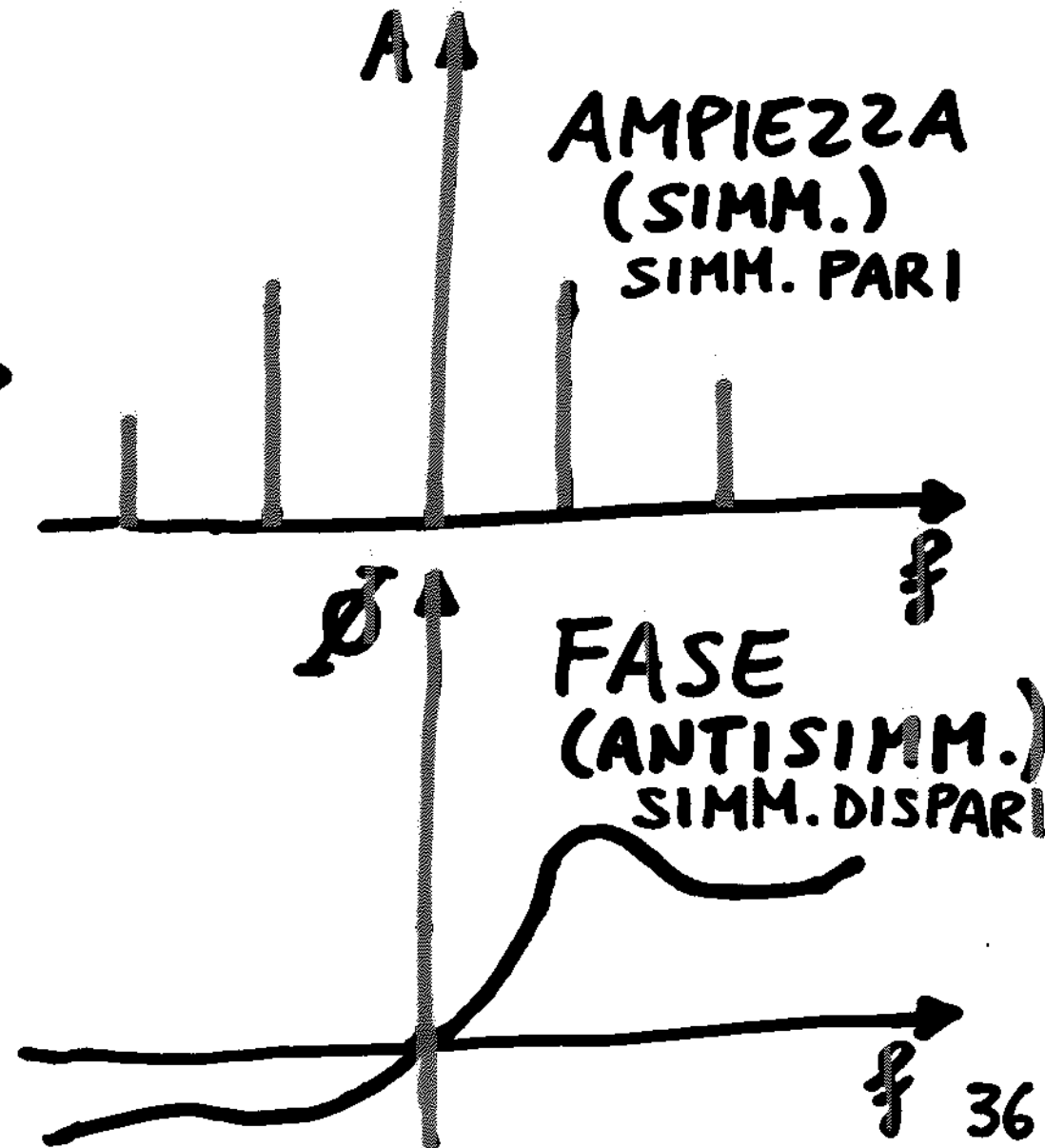
N PUNTI (REALI)



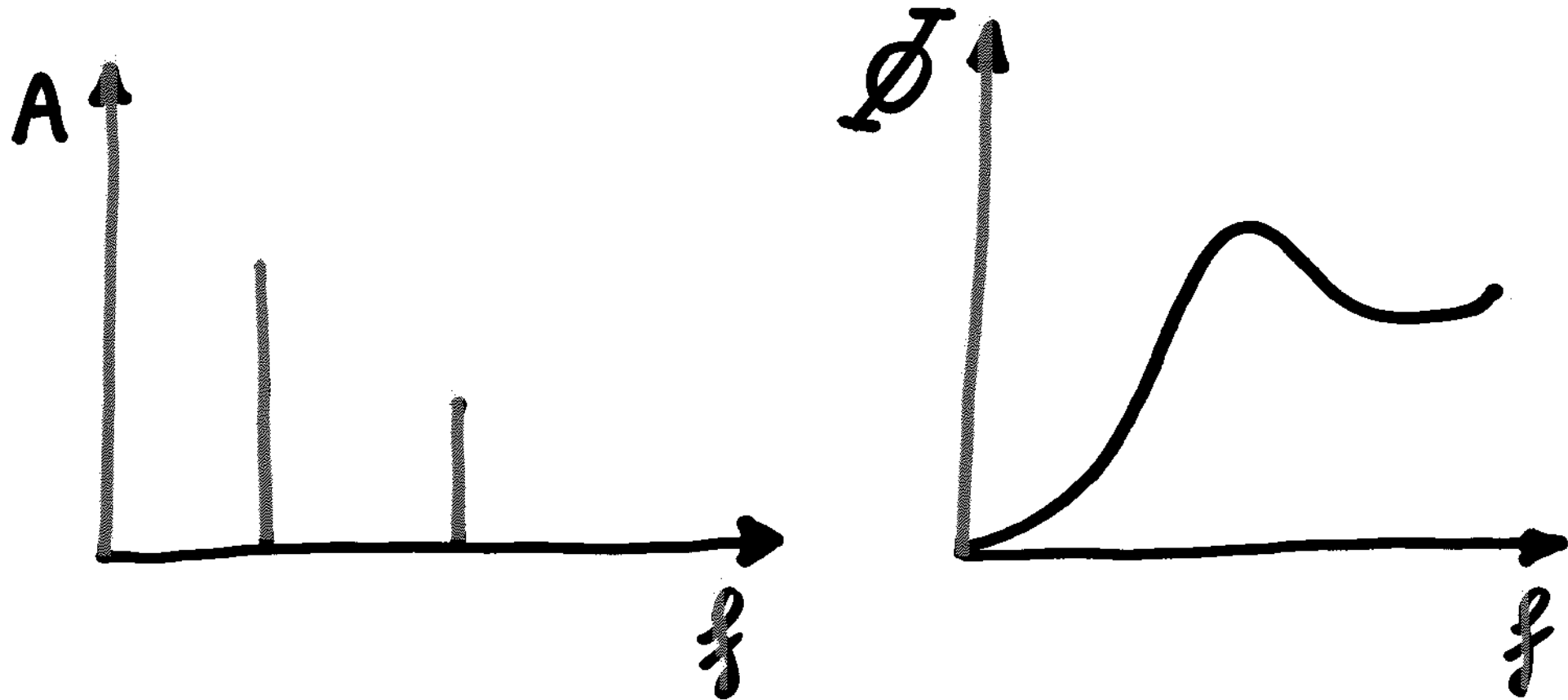
AMPIEZZA-TEMPO



N PUNTI (COMPLESSI)

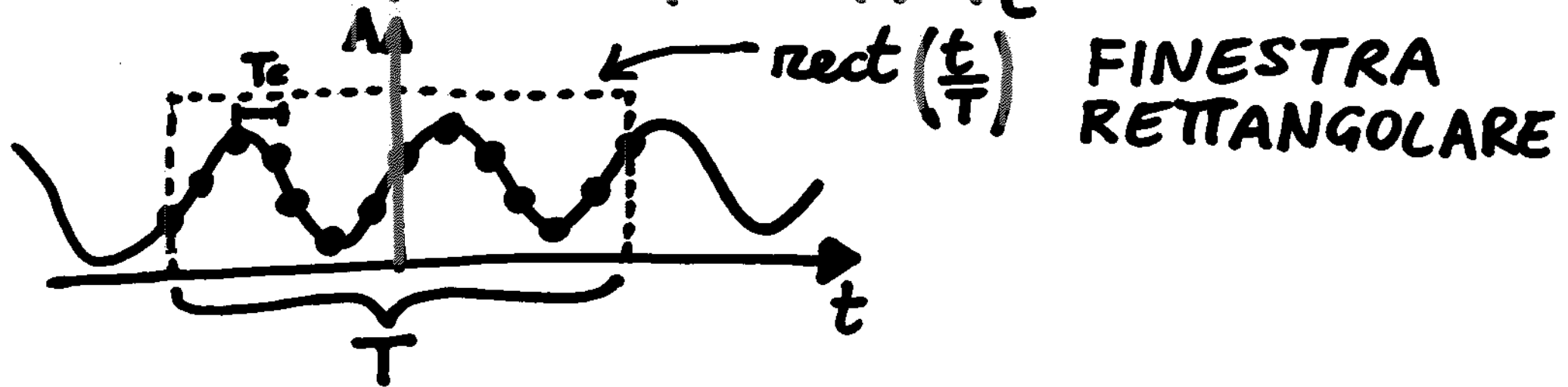


PER $f \geq 0$ SI HANNO
 $N/2$ PUNTI "A DUE VALORI":
AMPIEZZA E FASE



$$f_{\text{Nyquist}} = f_c/2 \geq f_{s,\text{max}}$$

NEL TEMPO: $T = N T_c$



$$\mathcal{F}\left\{s(t) \times \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right)\right\} = S(f) * \frac{\sin(\pi f T)}{(\pi f T)}$$

IN FREQUENZA: $f_0 = 1/T = f_c/N$

LA RISOLUZIONE SPETTRALE
(DISTANZA TRA DUE PUNTI DI MISURA
SULL'ASSE f) 'E: $\Delta f = f_0 \approx \text{RBW}$

ANCORA UNA VOLTA 'E $\text{RBW} \propto \frac{1}{T}$

LO SPAN 'E DA 0 Hz (0 DA f_0) SINO

$$A \quad f_{\text{STOP}} = \frac{N}{2} f_0 = \frac{f_c}{2} = f_{\text{Nyquist}}$$

NEL PUNTO IN $f=0$ ABBIAMO
LA POTENZA IN CONTINUA
(MEDIA) DEL SEGNALE

IN TUTTI GLI ALTRI PUNTI A FREQ.

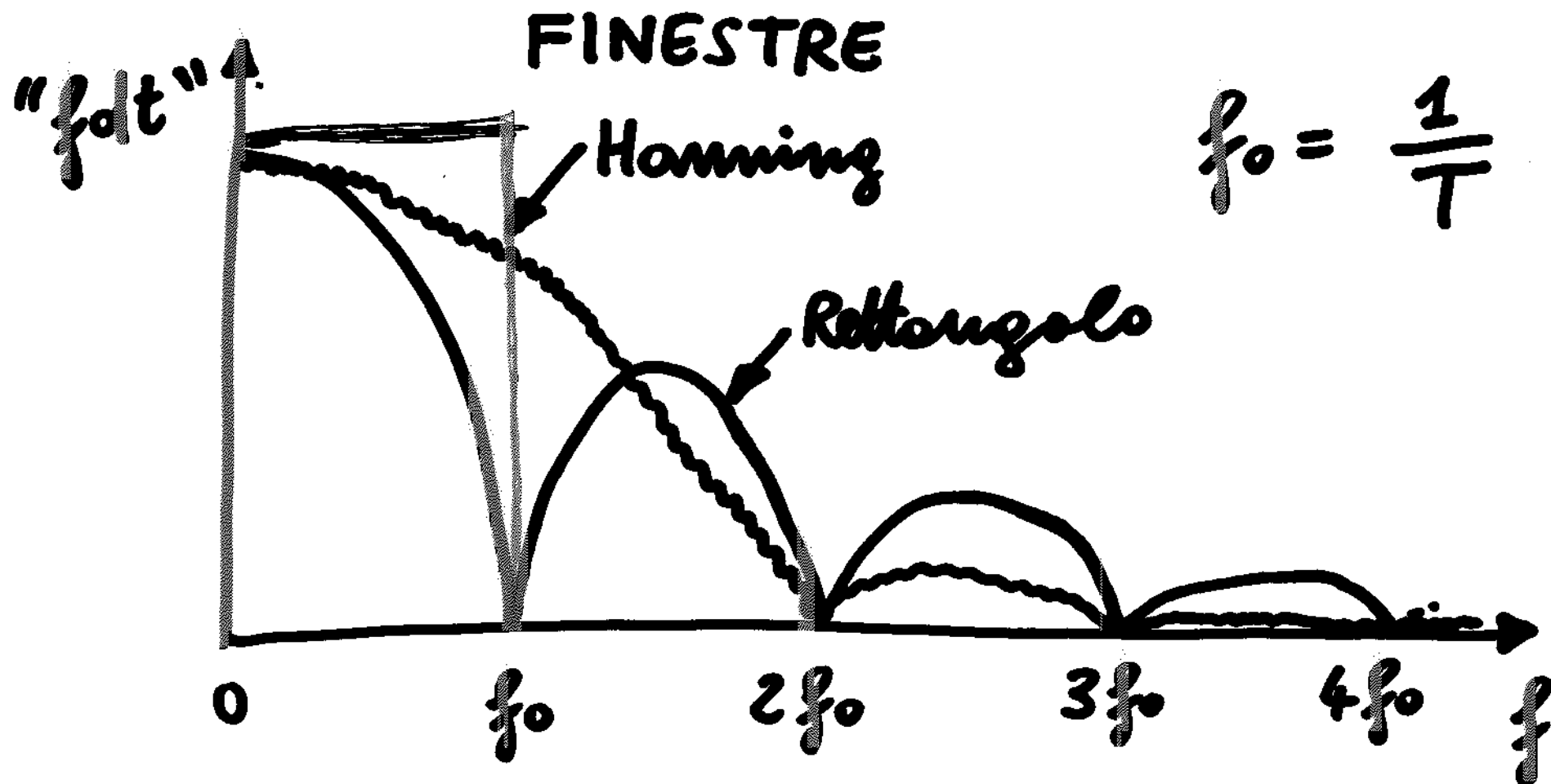
$f_k = k f_0$ ($k = 1, 2, \dots, N/2$) ABBIAMO
LA POTENZA IN UNA BANDA LARGA

$$f_0 = \frac{1}{T} \left[\begin{array}{l} \text{SE DIVIDO PER } f_0 \text{ HO} \\ \text{LA DENS. SPETTR. DI POT.} \end{array} \right]_{40}$$

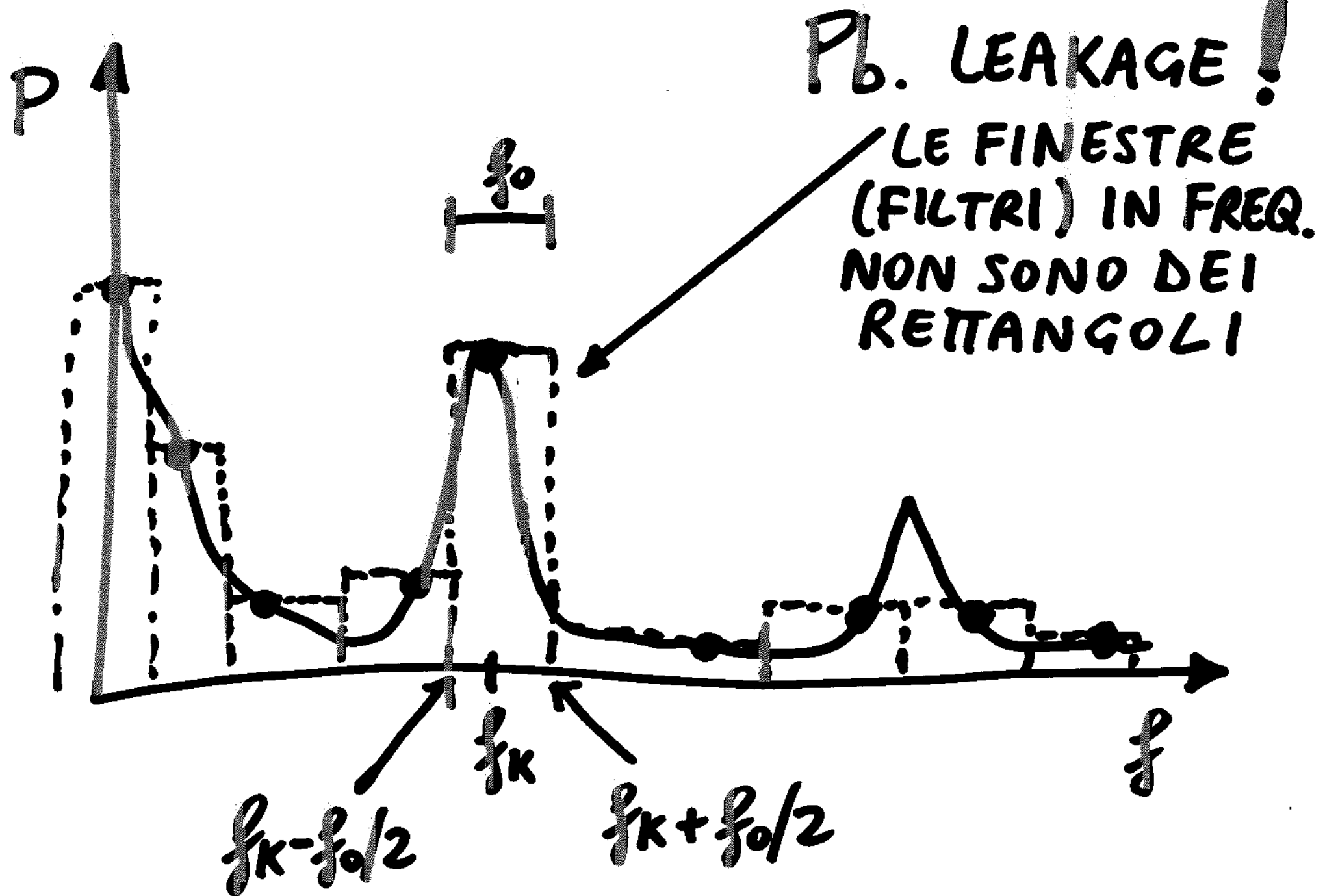
LO SPETTRO DI POTENZA COSI' CALCOLATO HA L'UNITA' DI $[V^2]$ PER AVERE UNA EFFETTIVA POTENZA ELETTRICA LO DIVIDO PER LA RESISTENZA DI CARICO E OTTENGO

$$\left[\frac{V^2}{\Omega} \right] = [W]$$

SEMPRE IN UNA BANDA DI MISURA PARI A f_0



RISOLUZIONE SPETTRALE ($RBW \approx f_0$)
E ACCURATEZZA (LEAKAGE)
SONO IN CONTRASTO



NELLA REALTA' CI SARANNO
COMPONENTI SPETTRALI (DI
SEGNALE E DI RUMORE) ANCHE
PER $f > f_{\text{Nyquist}}$

FILTRO ANTI-ALIASING

RISOLUZIONE VERTICALE

e.g. 80 dB di RANGE DINAMICO

SIGNIFICA 10^4 IN AMPIEZZA

con 16 bit ho 65536 livelli

con 14 bit ho 16384 livelli

16 bit \Rightarrow 96 dB

14 bit \Rightarrow 84 dB

8bit
48dB