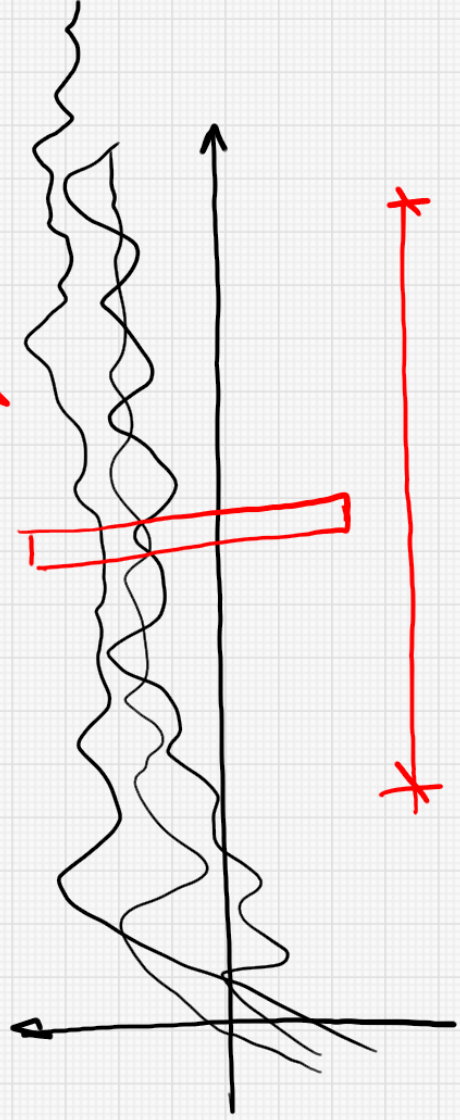


VAMOS A ESTUDIAR COMO MANEJAR : $\left\{ \begin{array}{l} \text{RUIDO, S/N} \\ \text{NF} \\ \text{Te (TEMPERATURA DE RUIDO)} \end{array} \right.$

\bar{x} : TIME AVERAGE

$\langle x \rangle$: ENSEMBLE AVERAGE

PROCESOS ESTOCASTICOS ERGÓDICOS



$$m^m(x) = \overline{x^m(t)} = \int_{\Omega} x^m f(x) dx$$

HIPOTESIS

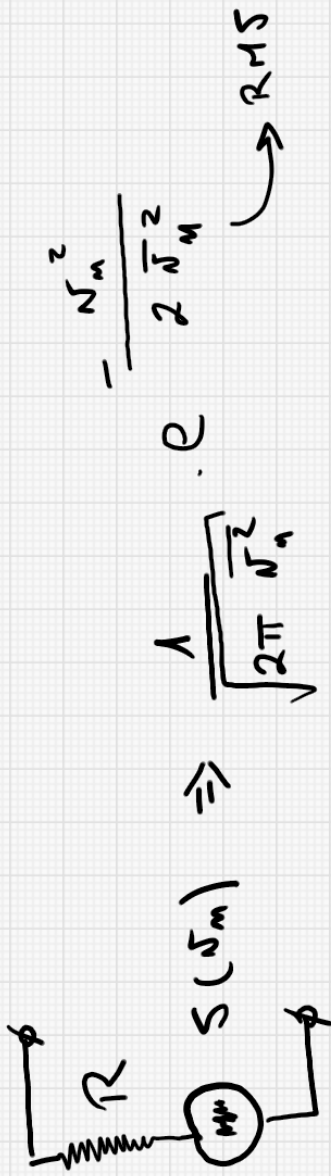
- 1) PROCESOS ERGODICOS
- 2) RUIDO ADITIVO, TÉRMINICO QUE DEGRADA S/N

* S/N ES UN INDICADOR DE LA CALIDAD DE LOS SISTEMAS

* RUIDO TERMICO APORTA A "N"

* NF (F) FIGURA DE RUIDO CARACTERIZA LA DEGRADACIÓN DE S/N

RUIDO TÉRMICO



(DENSIDAD DE PROBABILIDAD)

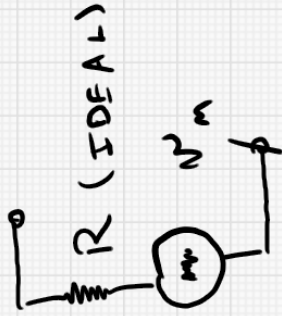


MODELO DE UNA RESISTENCIA RUIDOSA

$$S(\sqrt{N_m}) = \frac{\sqrt{N_m}^2}{\Delta f}$$

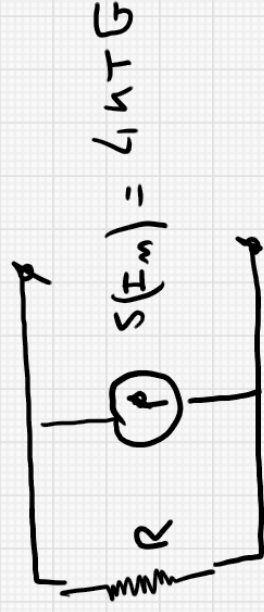
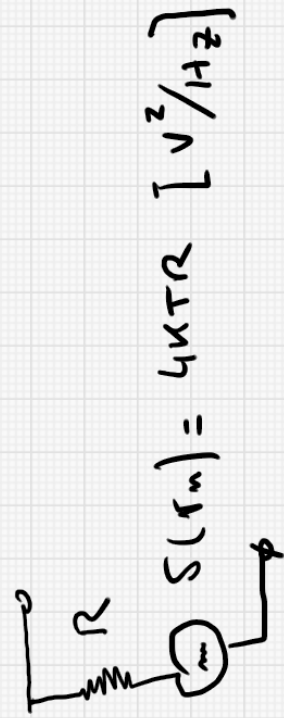
$$S(\sqrt{N_m}) = 4kTR \quad [V^2/HZ]$$

DENSIDAD ESPECTRAL DE
POTENCIA DE RUIDO



$$\Rightarrow \overline{N_m}^2 = 4kTB R \quad [V^2]$$

NO ES OTRA COSA QUE σ^2



* PARADOJA DE INTEGRAL INFINITA

$$N_m = \int \frac{4hfRB}{e^{hf/kT} - 1}$$

* TRABAJAMOS DONDE $hf \ll kT$

POR EJEMPLO

$$f = 100 \text{ GHz}$$

$$T = 100 \text{ K}$$

$$hf = 6,6 \times 10^{-23} \ll kT = 1,4 \times 10^{-21} \checkmark$$

$$\rightarrow e^{hf/kT} \approx 1 + hf/kT$$

SE CONOCE COMO CATASTROFE ULTRAVIOLETA.

$$N_m = \sqrt{4kTRB}$$

rms ROOT MEAN SQUARE

(DESVIACIÓN ESTANDAR DEL RUIDO)

APARECE LA PRIMERA DIFERENCIA CON OTROS CURSOS

REDES DE DOS PUERTOS

$$N_M^2 = \int 4kT \operatorname{Re}(Z(f)) df \quad [V^2]$$

$B = [f_1, f_2]$

SURGE UN PARÁMETRO

IMPORTANTE

AVAILABLE NOISE POWER

SPECTRAL DENSITY

$$S_p = kT$$

$$[W/Hz]$$

$$N_M^2 = 4kT B R \rightarrow S_p$$

ES LA POTENCIA QUE UNA RESISTENCIA

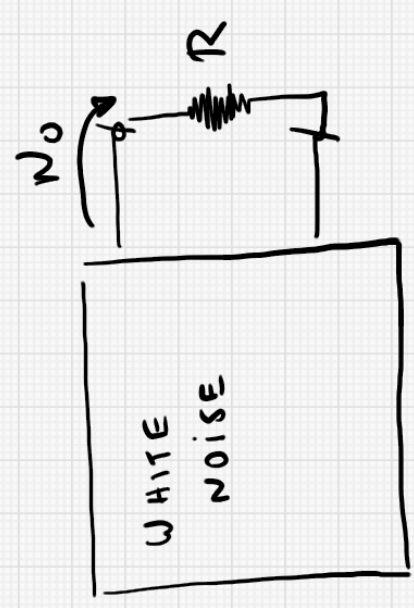
PODE ENTREGAR

A UNA RESISTENCIA

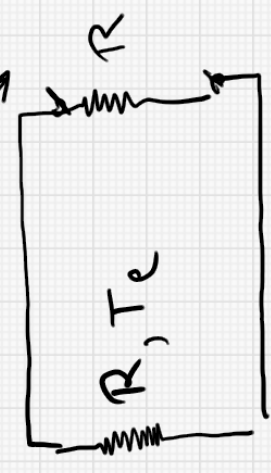
IDENTICA POR UNIDAD

DE ANCHO DE BANDA

EQUIVALENTE NOISE TEMPERATURA T_e $[W]$



\approx

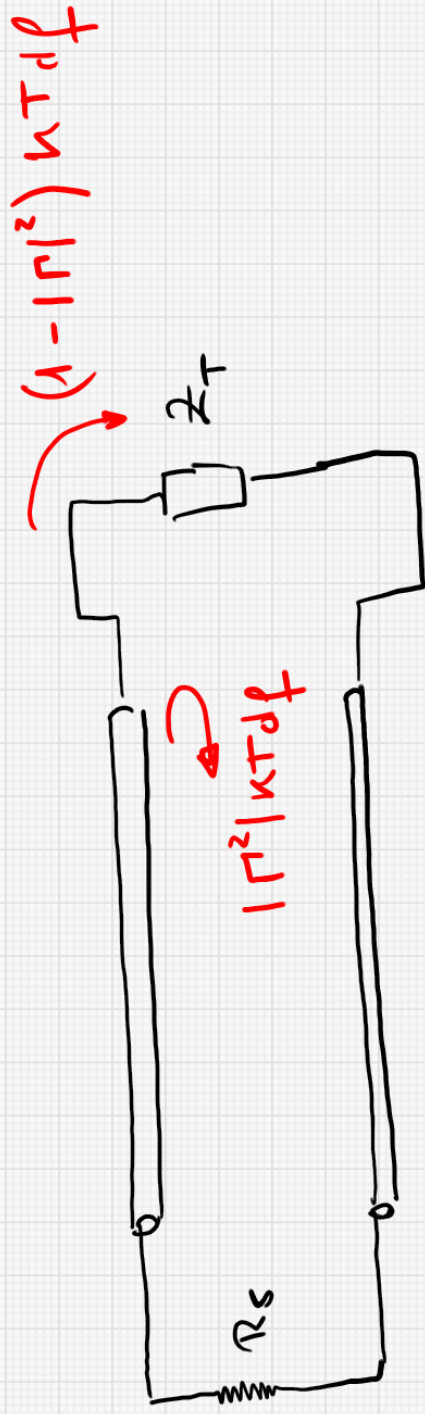


$$T_e = \frac{N_0}{k_B}$$

* ES COMO SI TUVIERA UNA RESISTENCIA MATCHEADA

$$N = kTB$$

* LAS "ONDAS" DE POTENCIA DE RUIDO SE TRABAJAN IGUAL



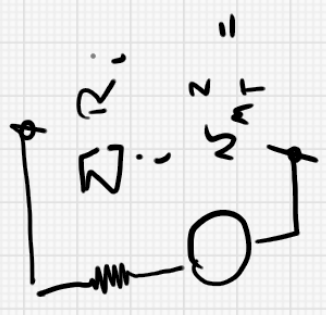
* DURANTE EL MATCHING ESTOY ABSORBIENDO 'RUIDO'

* LINEAS FRIAS

* VARIAS FUENTES DE RUIDO



≈

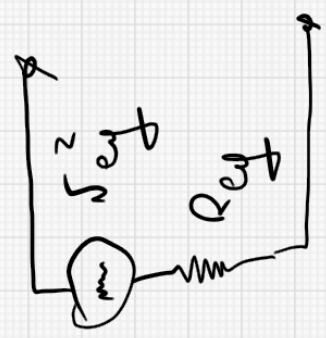
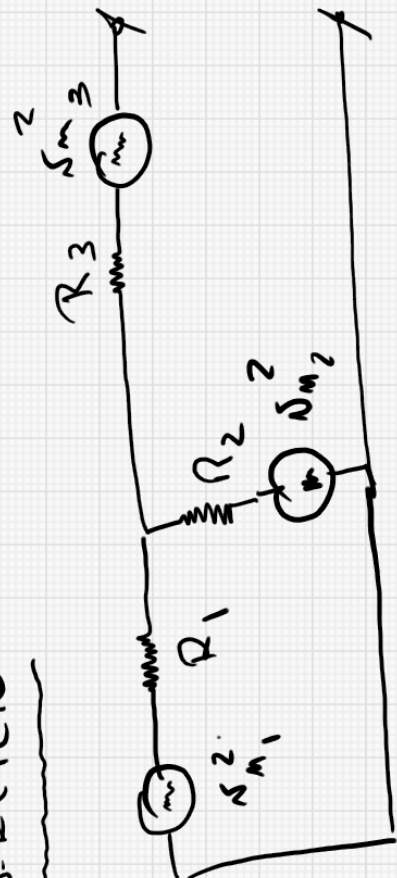


$$\sum_{i=1}^N$$

NO
 PUEDEN ESTAR A DISTINTA T

PUEDEN ESTAR A DISTINTA T

Ejercicio



* T_1 DISTINTAS

HAY QUE CALCULAR CADA RUIDO FILTRADO A LA SALIDA

EXPRESIÓN GENERAL FUNDAMENTAL

$$N_{mT}^2 = \int_{\Delta f} \sum_i N_{ni}^2 |H_i(f)|^2 df$$

CORTO CIRCUITANDO LAS QUE NO PONDERO (VALE SUPERPOSICIÓN)

$$H_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$H_2 = \frac{R_1}{R_2 + R_1}$$

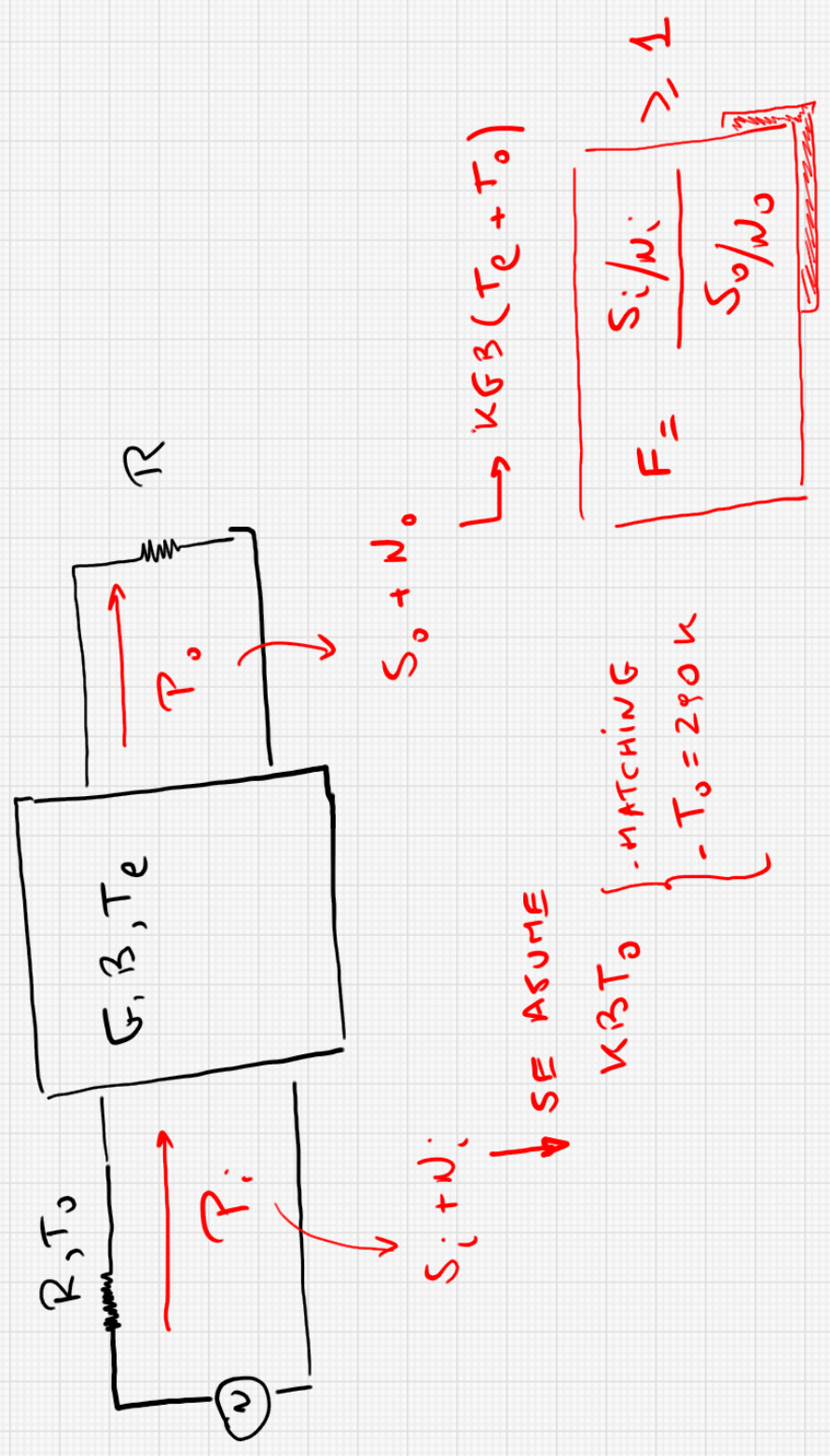
$$H_3 = 1$$

AL HACER TODAS LAS CUENTAS

SI TODAS ESTAN A LA MISMA T

$$N_{mT}^2 = 4kTB \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 \right)$$

NOISE FIGURE



$$\left. \begin{aligned} N_0 &= KGB(T_c + T_0) \\ S_0 &= G S_i \end{aligned} \right\} \text{(GANANCIA DE POTENCIA DISPONIBLE)}$$

COMO QUEDA LA FIGURA DE RUIDO

$$\Rightarrow F = \frac{S_i}{KT_0 B} \cdot \frac{KGB(T_0 + T_c)}{G S_i} = 1 + \frac{T_c}{T_0}$$

$$\boxed{F = 1 + \frac{T_c}{T_0}}$$

$$\boxed{T_c = (F-1)T_0}$$

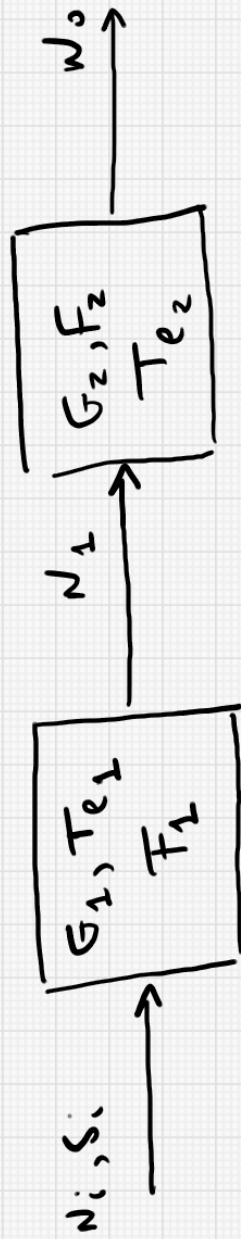
$$\text{EN DB} \quad 10 \log (1 + T_c/T_0)$$

$$F = 10 \log(1 + T_e/T_0)$$

* MATCHED INPUT SOURCE
* MATCHED LOAD
* EQUILIBRIO TERMICO

F = 6 dB → SNR ↓ 6 dB SIEMPRE DEGRADA

NOISE FIGURE EN CASCADA



ETAPA 1

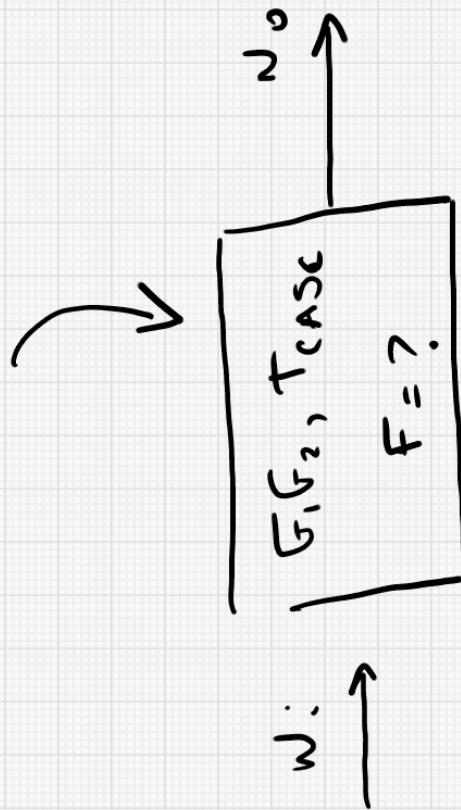
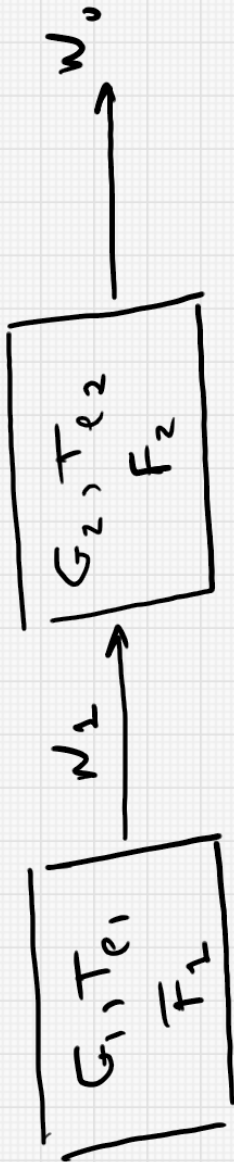
$$N_1 = G_1 k T_{e1} B + G_1 k T_0 B$$

ETAPA 2

$$N_o = G_2 N_1 + G_2 k T_{e2} B$$

AGRUPANDO $N_o = G_1 G_2 k B \left(T_0 + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} \right)$

} $T_{CASCADA}$



$$T_{CAS} = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1}$$

VAMOS A VER COMO
QUEDA $F=?$.

MISTO DE ANTES : $T_e = (F-1)T_0$, $F = 1 + \frac{T_e}{T_0}$

$$T_{e1} + \frac{1}{G_1} T_{e2} = (F_{CAS} - 1) T_0$$

$$1 + \frac{T_{e1}}{T_0} + \frac{1}{G_1} \frac{T_{e2}}{T_0} = F_{CAS}$$

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{F_1}$$

$$F_2 - 1$$

$$\Rightarrow F_{CAS} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1}$$

GENERALIZAMOS

$$T_{CAS} = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} + \frac{T_{e3}}{G_1 G_2} + \dots$$

$$F_{CAS} = F_1 + \frac{F_2 - 1}{G_1} + \frac{F_3 - 1}{G_1 G_2} + \dots$$

RECORDAR

- MATCHING DE IMPEDANCIAS (INPUT-OUTPUT)
- $T_0 = 290K$
- EQUILIBRIO TERMICO