

# **COMUNICACIONES**



**UT N° 5**

## **CANALES DE COMUNICACIONES**

**Ingeniero ALEJANDRO LUIS ECHAZÚ**

**[aechazu@comunicacionnueva.com.ar](mailto:aechazu@comunicacionnueva.com.ar)**

# **CANALES DE COMUNICACIONES**

**Vínculo que permite efectivizar la COMUNICACIÓN entre terminales.  
Tiene por objetivo la transferencia máxima de información, libre de errores.  
Se asocia al Enlace de Datos del Circuito Teleinformático Básico.**

**Comprende:**

- ◆ **CANAL FÍSICO**

**Características físicas y eléctricas del medio de transmisión.**

**Resistencia, Inductancia y Capacitancia. Efectos de atenuación y distorsión.**

**Ruido aditivo.**

- ◆ **CANAL DE INFORMACIÓN**

**Especificación técnica y lógica en la transmisión de información.**

**Técnicas de codificación, redundancia, integridad de la información.**

**Para el análisis pueden ser:**

- ◆ **CANAL IDEAL (sin ruido, libre de errores)**
- ◆ **CANAL REAL (con ruido, con errores)**

# **CAPACIDAD DE UN CANAL**

Es la máxima velocidad de transmisión que se puede cursar libre de errores (ideal).

$$C = V \text{ tx máx (bps)}$$

$\Gamma > C$       Errores

## **RELACION ENTRE:**

- **VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN**
- **ANCHO DE BANDA**
- **RUIDO**
- **TASA DE ERRORES**

# TEOREMA DE NYQUIST

**Determina la cantidad de muestras por unidad de tiempo, o frecuencia de muestreo, que es necesario tomar para que una señal se reconstruya en forma unívoca.**

$$f_N \geq 2 f_{\text{máx}}$$

**Señal limitada en banda con una  $f_{\text{máx}}$**

$$f_N = 2 \Delta f$$

**Señal definida en un ancho de banda  $\Delta f$**

**Un canal de comunicaciones se comporta como un filtro pasabajo.**

$$C = V_{\text{tmáx}} = 2 \Delta f \text{ [bps]}$$

**Capacidad de un canal sin ruido de  $\Delta f$  finito transmitiendo señales binarias.**

$$C = V_{\text{tmáx}}^M = 2 \Delta f \log_2 n \text{ [bps]}$$

**HARTLEY. Capacidad de un canal ideal con señal multinivel.**



**Permite aumentar la velocidad**

# USO DE LA MEDIDA DE LA INFORMACIÓN



$$N = 2^n$$

$$n = \log_2 N$$

**N** son mensajes, niveles, estados, combinaciones posibles

**n** son la cantidad de bits necesarios

# TEOREMA DE SHANNON HARTLEY

**Planteo ante canales reales con ruido aditivo.**

**Existe límite de incremento de velocidad con los niveles, por la probabilidad de que se puedan distinguir los distintos niveles.**

$$C = V_{m\acute{a}x}^M \log_2 n_{m\acute{a}x} \text{ [bps]}$$

$$n_{m\acute{a}x} = \left(1 + \frac{S}{N}\right)^{1/2}$$

$$C = 2 \Delta f \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right)^{1/2} \text{ [bps]}$$

$$C = \Delta f \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right) \text{ [bps]}$$

**C capacidad del canal (bps)**

**S potencia media de señal**

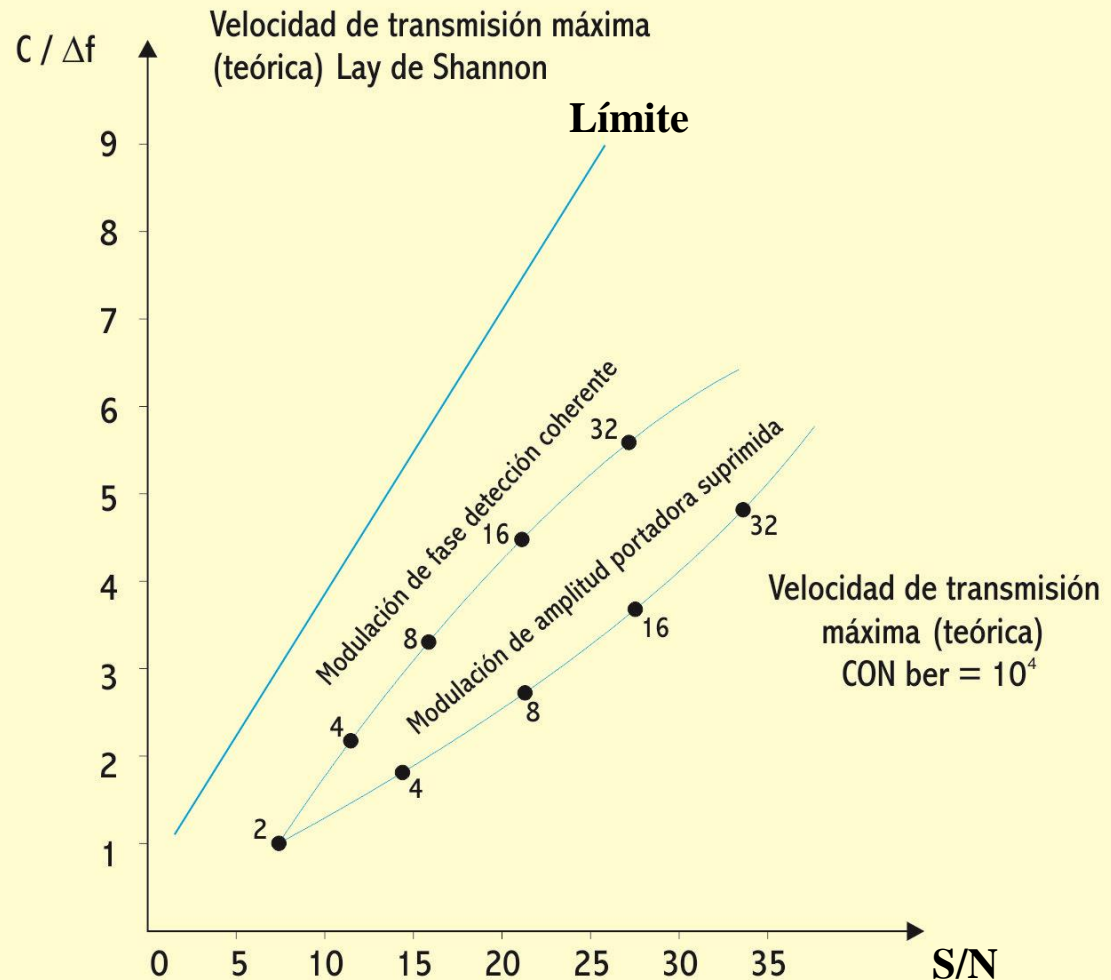
**N potencia media ruido blanco aditivo**

**S/N (veces)**

**$\Delta F$  ancho de banda del canal (Hz)**

# TEOREMA DE SHANNON - HARTLEY

**Importancia  
de relacionar  
el ancho de  
banda y la  
relación S/N**



Notas:

$C/\Delta f$  = Número de bps transmitidos por unidad de ancho de banda usada.

$S/N$  : Relación señal/ruido existente en el canal de comunicaciones.

# **FENÓMENOS QUE AFECTAN A LOS CANALES DE COMUNICACIONES**

- **ATENUACIÓN** (disminución de la intensidad de la señal útil)(crece con la frecuencia)
- **DISTORSIÓN** (deformación de la señal original por los efectos reactivos de los canales)
- **RUIDO** (perturbación o interferencia no deseada que se suma a la señal útil)



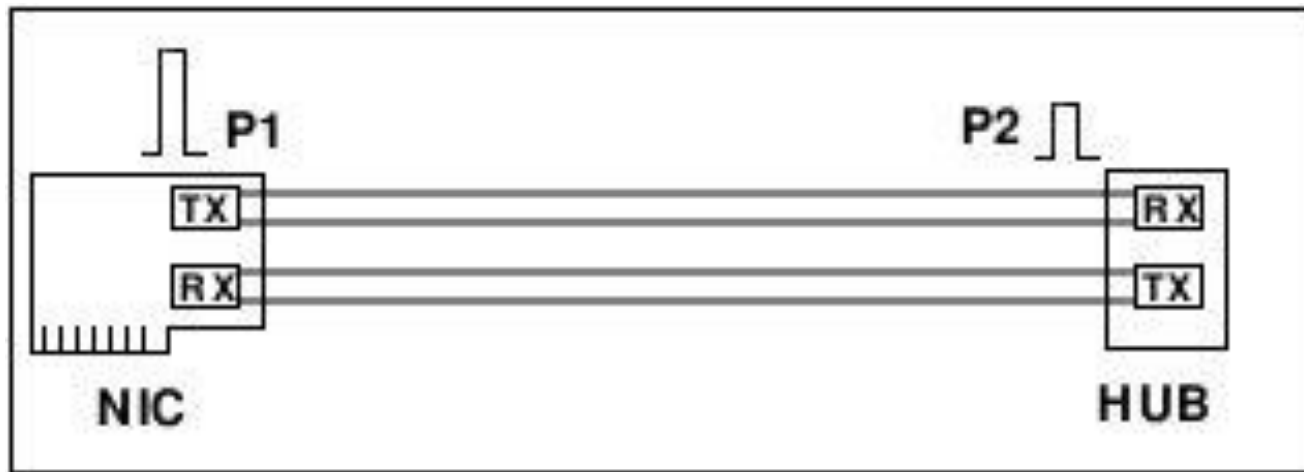
**ERRORES**



# ATENUACIÓN

**“Relación entre la potencia de la señal recibida en el extremo destino del cable y la potencia transmitida en el extremo origen”**

$$\text{Atenuación [dB]} = 10\log(P2/P1)$$



**Siempre negativa (con  $P2 < P1$ ).**

**Cuanto menor es su valor (más negativo), peor es.**

**Lo ideal es una atenuación igual a 0.**

# RUIDO

## •TÉRMICO, BLANCO, GAUSSIANO O DE JOHNSON

Agitación térmica de los electrones presente en medios de transmisión y dispositivos electrónicos.

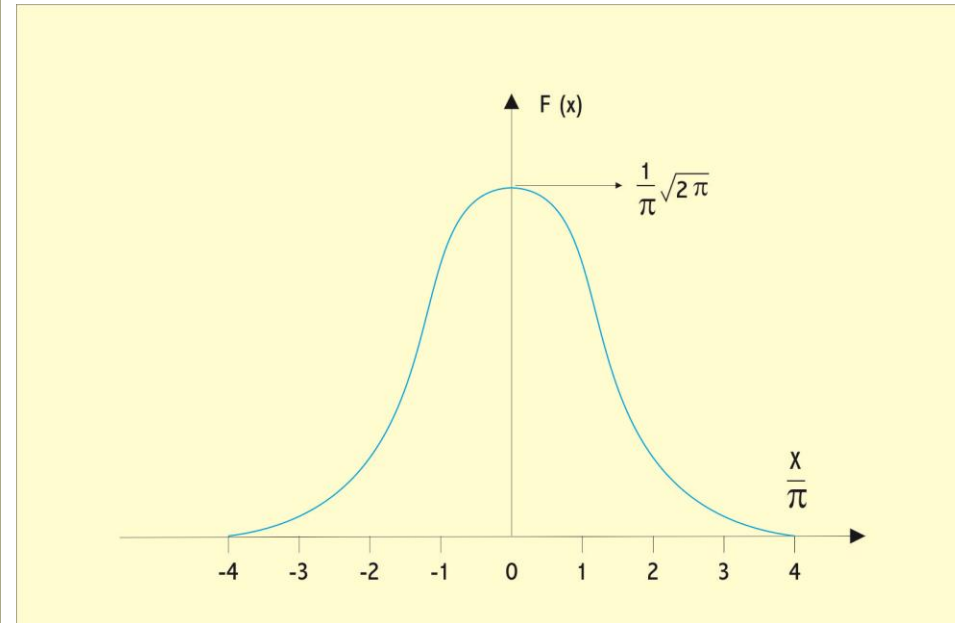
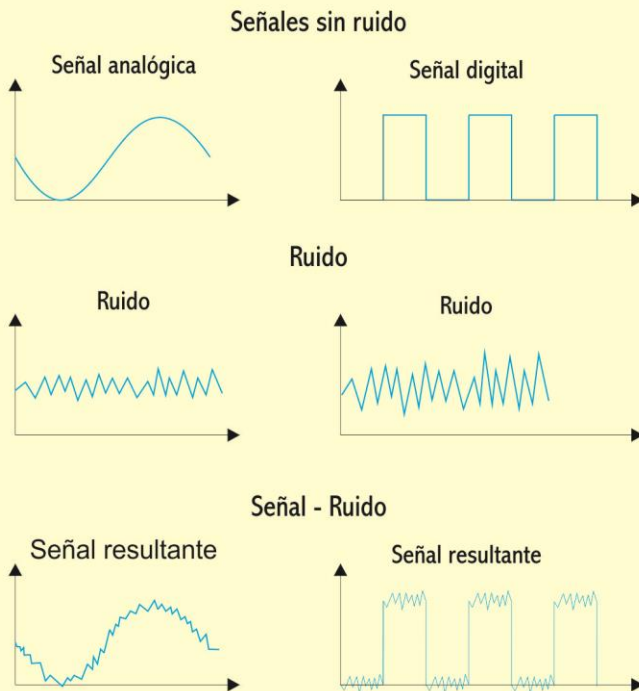
$$N = k T B$$

$N$  = potencia del ruido en Watt.

$k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Joule/Kelvin .

$T$  = Kelvin.

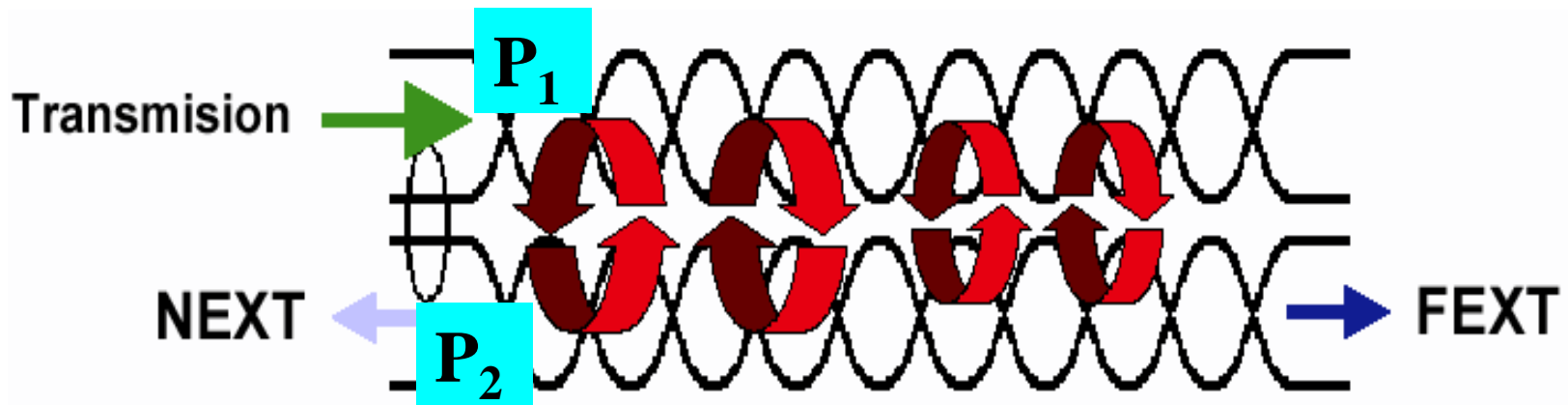
$B$  = ancho de banda [Hz].



# RUIDO

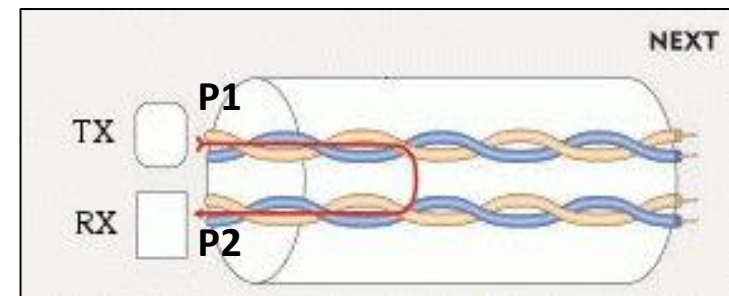
## •DIAFONÍA (Crosstalk)

Acoplamiento inductivo entre líneas que transportan señales.



- ***NEXT*** mide el crosstalk en el extremo donde se inyecta la señal (extremo cercano).
- ***FEXT*** mide el crosstalk en el extremo donde se recibe la señal (extremo lejano).

$$\text{NEXT [dB]} = 10\log (P2/P1)$$

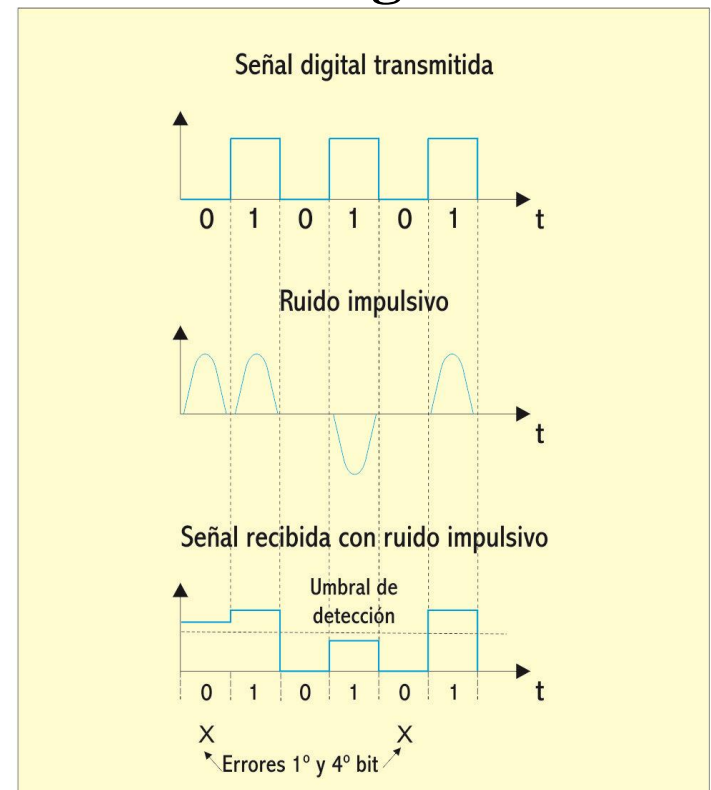


Lo ideal es una diafonía infinitamente negativa ( $P2 = 0$ )

# RUIDO

## •IMPULSIVO

Se produce a intervalos irregulares, con picos de corta duración pero de gran amplitud, y que no aparece en forma continua. Muchas veces es difícil localizar su origen.



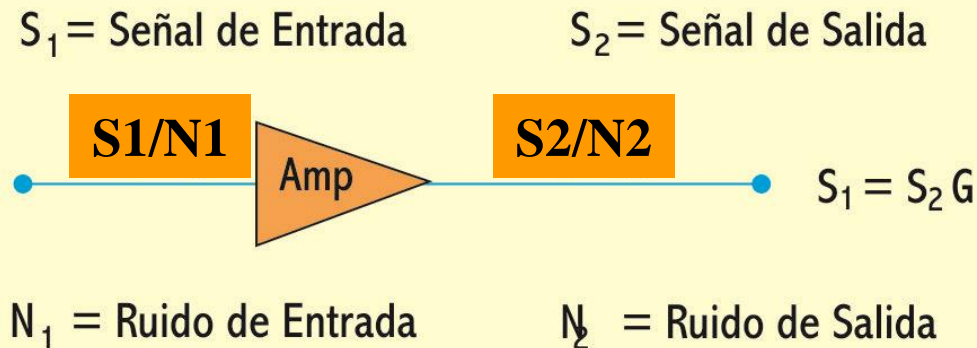
## •INTERMODULACIÓN

Producto de no linealidad en Tx, Rx o Sistema de Tx  
Señales a frecuencias  $f_1 + f_2$   $f_1 - f_2$  etc-

# RUIDO

## •FACTOR DE RUIDO DE AMPLIFICADORES O CANALES

$$Fr \geq 1 \quad Fr = (S/N)_i / (S/N)_o \quad Fr = N_o / (G N_i)$$



Donde:

Relación S/R =  $S_n/R_n$

$G$  = Ganancia del amplificador

$S_1$  = Señal de entrada

$S_2$  = Señal de entrada

$N_1$  = Ruido de entrada

$N_2$  = Ruido de entrada

# DISTORSIÓN

## POR ATENUACIÓN



### IMPEDANCIA COMPLEJA - CIRCUITO SERIE

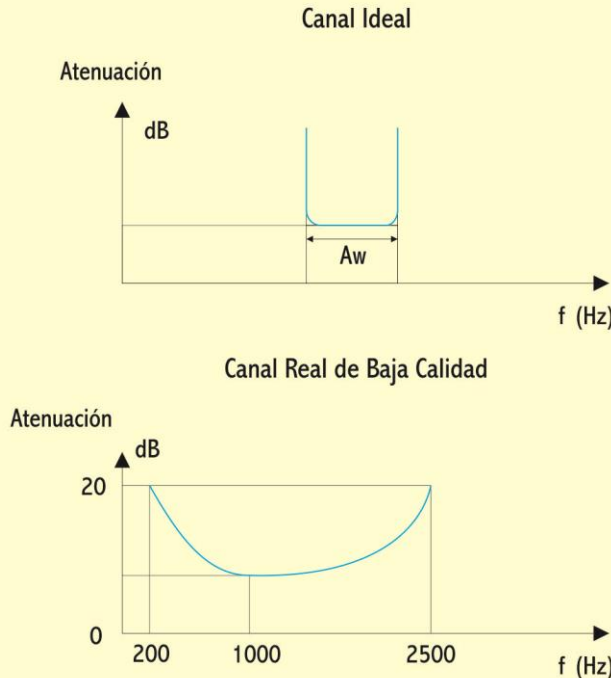
$$Z(j\omega) = \dot{Z} = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$$

$R$  = Resistencia

$X_L$  = Reactancia – inductiva

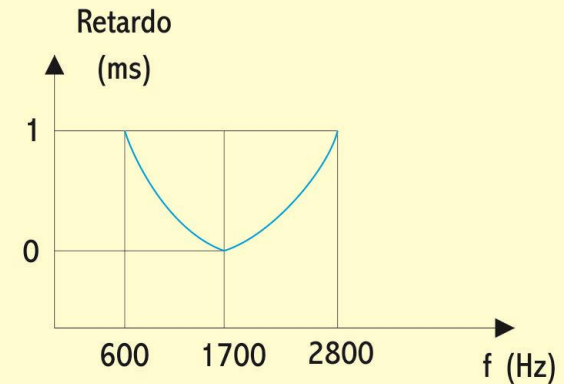
$X_C$  = Reactancia – capacitiva

$X = X_L - X_C$  = Reactancia



**SE RESUELVEN CON  
TÉCNICAS  
DE  
ECUALIZACIÓN**

## POR RETARDO DE GRUPO



## POR EFECTOS METEOROLÓGICOS (RADIO)