

DEFINICIONES BASICAS

Byte: Numero de bits utilizados para representar un carácter en un sistema de codificación dado

Normalmente se asocia un **byte = 8 bits**, ya que este es el sistema de codificación que se usa en los computadores. Pero esta relación varia en los distintos sistemas de codificación.

Palabra: Numero de bytes fijos que un computador trata como una unidad cuando los transfiere entre sus distintas unidades o los somete a distintos procesos (lectura, escritura, etc.)

Este concepto es típicamente informático, muchos **fabricantes** utilizan la medida de una **palabra = 4 bytes** , pero también existe el concepto de **palabra doble (8 bytes) y media palabra (2 bytes)**

Velocidad de modulación: Inversa del tiempo que dura el elemento mas corto de señal, que se utiliza para crear un pulso

La velocidad se mide en **baudios**

$$V_m = 1/T \quad [\text{baudios}]$$

T= Duración del pulso en segundos (ancho del pulso)

DEFINICIONES BASICAS

Velocidad binaria: Velocidad global expresada en bits por segundos

Velocidad de transmisión: En un canal de datos, numero de dígitos binarios transmitidos en la unidad de tiempo.

La velocidad binaria y de transmisión se miden en **bits por segundo (bps)**. Esta velocidad esta relacionada con el circuito de datos.

En las transmisiones asíncronas este concepto carece de sentido ya que los espacios entre caracteres pueden ser variables. **En transmisiones asíncronas se utiliza la velocidad modular.**

La velocidad binaria y de **transmisión se usa entonces en los sistemas sincrónicos**. En ese caso, si las transmisiones **no son del tipo multinivel, ambas coinciden**.

DEFINICIONES BASICAS

Para un enlace de m canales, y de n niveles, la velocidad de transmisión será:

$$Vt = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{1}{T_i} * \log_2 n_i$$

Donde: m: Numero de canales

T_i : Es la menor duración teórica de un elemento de señal, expresada en segundos, para el i-ésimo canal.

n_i : es el numero de estados significativos de la modulación del i-ésimo canal

DEFINICIONES BASICAS

Casos particulares

* $m=1$

$$V_t = 1/T \log_2 n = [\text{bps}]$$

* $n=2$

$$V_t = 1/T$$

Esta expresión coincide con la velocidad de modulación.

* Para el caso de modulaciones de 4, 8 y 16 estados significativos

$$\log_2 4=2 \qquad \log_2 8=3 \qquad \log_2 16=4$$

Luego la velocidad de transmisión para dichos estados será:

$$V_t = 2 \ 1/T, \quad V_t = 3 \ 1/T, \quad V_t = 4 \ 1/T$$

DEFINICIONES BASICAS

Relación entre la velocidad de transmisión y la velocidad de modulación

Cuando la modulación es binaria la expresión es igual a la velocidad de modulación entonces resulta

$$V_t = 2 | V_m | ; \quad V_t = 3 | V_m | ; \quad V_t = 4 | V_m | ;$$

A partir de estas expresiones se deduce que al **augmentar el numero de estados significativos** de la señal **es posible augmentar la velocidad de transmisión sin augmentar la velocidad de modulación**.

Velocidad de transmisión de datos: se calcula con la cantidad de bits que llevan información.

$$VTD = \frac{nro.bits.inf}{tiempo.total} [bps]$$

Velocidad de transmisión de datos reales: se calcula sobre la cantidad de bits que llevan información y llegan en buen estado (VTDR).

Se cumplen las siguientes condiciones:

DEFINICIONES BASICAS

Eficiencia: $E = \frac{VTDR}{VT} [\%]$

Rendimiento = (Bits de Datos Transmitidos / Total de Bits Transmitidos) * 100

Tasa de error

La tasa de error es diferente, dependiendo del tipo de transmisión (analógico ó digital).

Tasa de error (analógico): $\frac{S(señal)}{N(ruido)} \left[\frac{db}{w} \right]$

Tasa de error (digital): Bit Error Rate (BER) = $\frac{cant.de.bits.erróneos}{cant.de.bits.transmitidos}$

por ende si aumenta la Vm, aumenta el ancho de banda.

Si aumenta el ancho de banda, también aumentará el BER.

BER línea telefónica es 10^{-6} . 1 error cada 1.000.000 transmitidos

BER en una LAN es de 10^{-8} a 10^{-10}

DEFINICIONES BASICAS

TRANSMISIÓN MULTINIVEL

Con una tasa de errores demasiado elevada obviamente se hará imposible la comunicación por esto se estudiaron técnicas para mejorar la cantidad de información que se puede transmitir en un ancho de banda dado.

Los dos procedimientos técnicos son las **transmisiones multinivel** y los **sistemas de compresión** de datos.

Las ventajas de las primeras son que su uso y aplicación están al alcance del usuario y las segundas van a depender del proveedor de los servicios de transmisión de datos.

Relación entre velocidad de modulación y velocidad de transmisión.

Para no aumentar la tasa de errores entonces se debe aumentar la velocidad de transmisión sin aumentar la de modulación.

$$V_t = 1/T \log_2 n$$

Donde n es el numero de niveles de la señal.

DEFINICIONES BASICAS

TRANSMISIÓN MULTINIVEL

La transmisión multinivel es aquella que en la que el numero de niveles que puede tomar la señal es mayor que dos. En el caso en que el numero de niveles es dos, la transmisión se denomina binaria.

$$n = 2^i$$

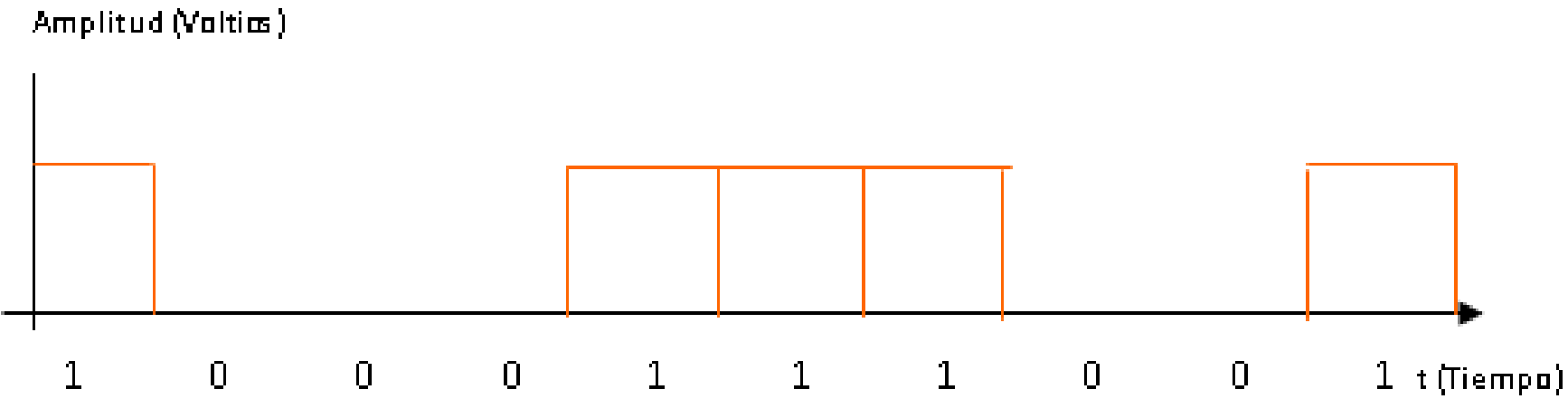
i: unidades de información (bits) que se pueden enviar mediante un solo cambio de nivel (baudio).

i = 1	n = 2	binaria	->	0 - 1
i = 2	n = 4	dibits	->	00 - 01 – 10 - 11
i = 3	n = 8	tribits	->	000.....,.,,.,111
i = 4	n = 16	cuadribits	->	0000.....1111

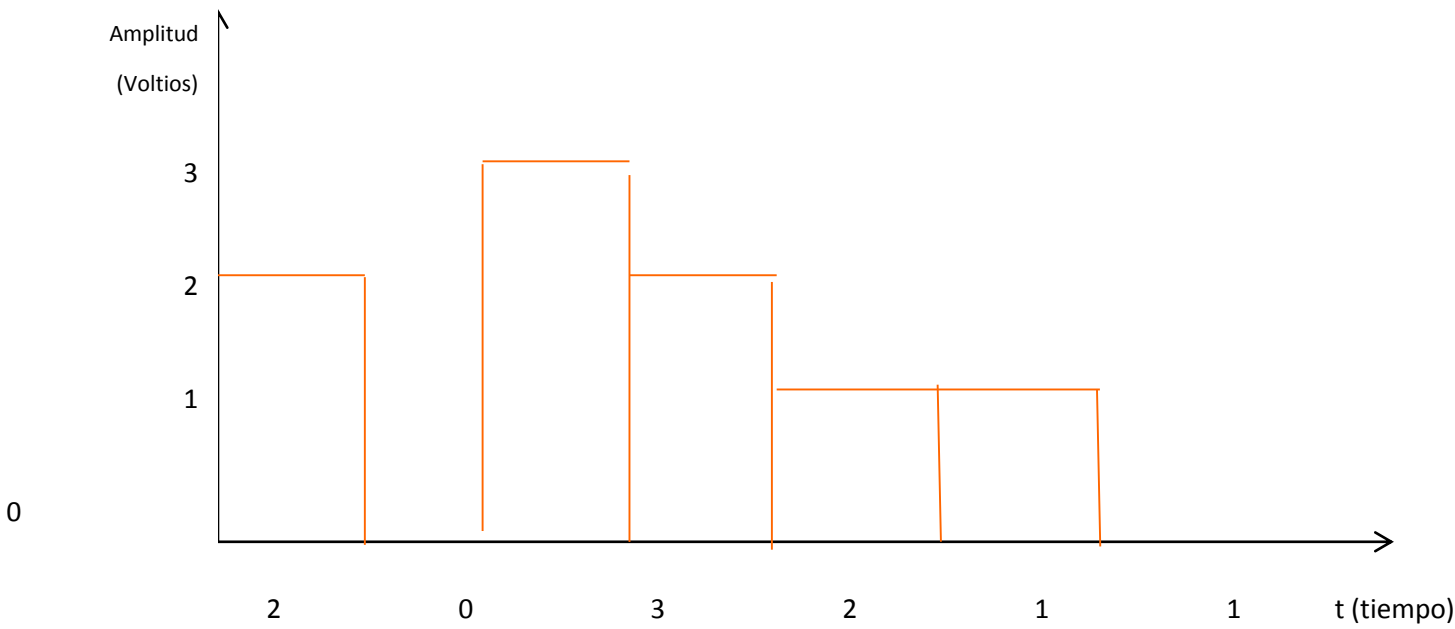
Si mantengo constante $V_m \Rightarrow$ mantengo constante el BER.

DEFINICIONES BASICAS

Señal digital a transmitir



En la figura siguiente se puede ver que la velocidad de modulación no varia, pero se transmite el doble de información, por lo tanto, la velocidad de transmisión se duplica sin que la velocidad de modulación cambie.



Pares de bits a Transmitir	Nivel Asignado
00	0
01	1
10	2
11	3

DEFINICIONES BASICAS

Modos de transmisión

Dentro de los modos de transmisión podemos encontrar **dos opciones: serie y paralelo**.

En el modo serie, el tren de bits es enviado en secuencia. Mientras que en el modo paralelo, se envía un número de bits a la vez.

Los sistemas de telecomunicaciones trabajan en modo serie.

Dentro del modo **serie, a su vez, encontramos otra división: transmisión asincrónica y transmisión sincrónica**.

DEFINICIONES BASICAS

La transmisión asincrónica

Características

Los equipos terminales que funcionan en modo asincrónico, se denominan también “terminales en modo carácter”.

La transmisión asincrónica también se la denomina arrítmica o de “start-stop”.

Usa velocidades de transmisión de hasta 1200 Baudios.

El rendimiento para 1 bit de arranque, 2 de parada, con 7 bits de código y 1 de paridad es del 64 %.

La longitud de los bits de parada pueden ser:

En el Sistema Baudot, 1,42 bit.

Sistema Seudo-Baudot, es de 1,5 bit.

En el resto de los sistemas es de 1bit ó 2bits.

Entre dos caracteres, puede mediar cualquier separación en tiempo.

DEFINICIONES BASICAS

La transmisión asincrónica

Ventajas y Desventajas del modo asincrónico

En caso de errores, se pierde siempre una cantidad pequeña de caracteres, pues éstos se sincronizan y se transmiten de uno en uno.

Bajo rendimiento de transmisión, dada la proporción de bits útiles y de bits de sincronismo, que hay que transmitir por cada carácter.

Es un procedimiento que permite el uso de equipamiento más económico y de tecnología menos sofisticada.

Se adecua más fácilmente en aplicaciones, donde el flujo transmitido es más irregular.

Son especialmente aptos, cuando no se necesitan lograr altas velocidades.

DEFINICIONES BASICAS

LA TRANSMISIÓN SINCRÓNICA

Características

Los bloques a ser transmitidos tiene un tamaño que oscila entre los 128 y 1024 Bytes.

La señal de sincronismo en el extremo fuente, puede ser generada por el equipo terminal de datos o por el equipo módem; sin embargo, cualquiera sea el que genere dicha señal, la misma será común para ambos equipos y en ambos extremos de la línea.

El rendimiento para bloques de 1024 Bytes, con no más de 10 Bytes de cabecera y terminación, supera el 99 %.

DEFINICIONES BASICAS

LA TRANSMISIÓN SINCRÓNICA

Ventajas y Desventajas del modo sincrónico

Los equipamientos necesarios son de tecnología más compleja y de costos más altos.

En caso de errores de transmisión, la cantidad de Bytes a retransmitir puede ser importante. Esto hace meditar sobre la velocidad más conveniente a ser usada en el enlace.

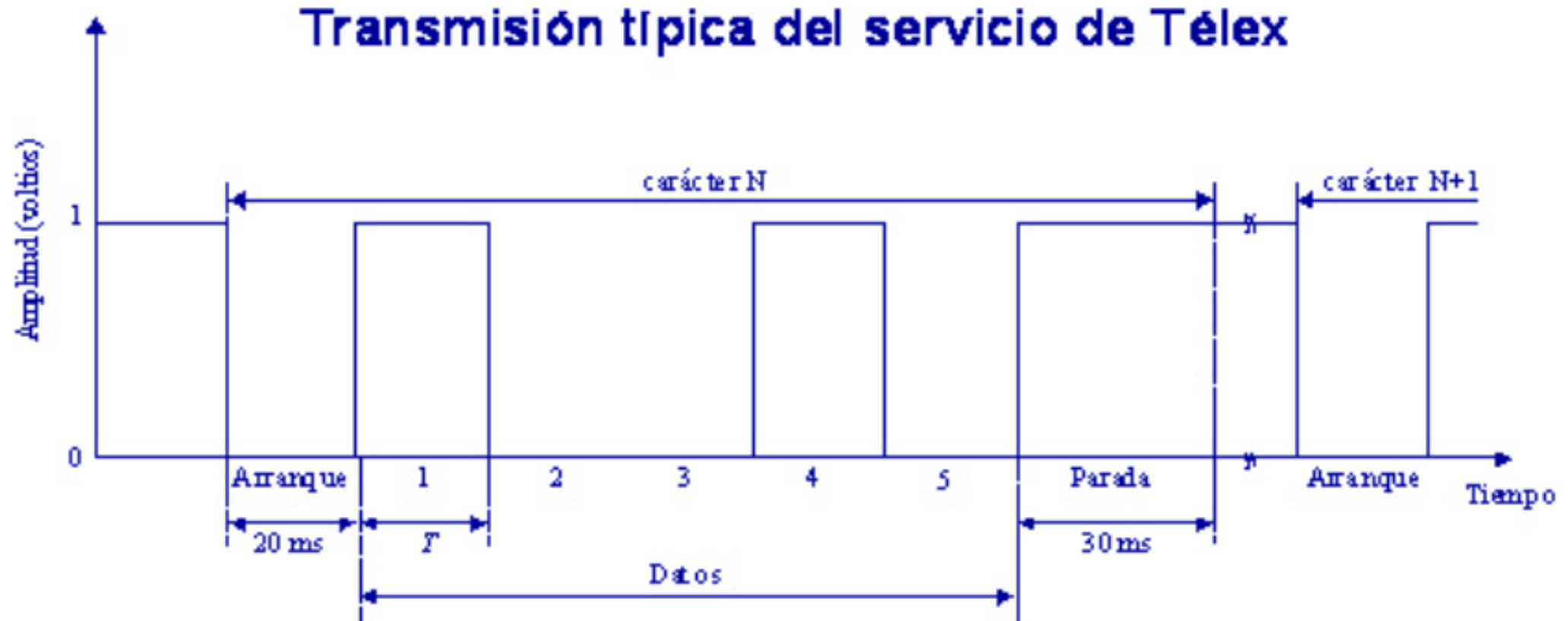
Posee un alto rendimiento en la transmisión.

Aptos para ser usados en transmisiones de altas velocidades (iguales o mayores a 1200 Baudios).

El flujo de datos es más regular.

PARTE PRACTICA

Dada la siguiente señal con una Velocidad de Modulacion de **50 Baudios**.



Hallar el **ancho de pulso** y el **tiempo de transmisión de un carácter**.

PARTE PRACTICA

Para encontrar el ancho de pulso y el tiempo de transmisión de un carácter, usaremos las siguientes fórmulas:

T = Duración del pulso en segundos (ancho del pulso)

$$V_m = 1/T \quad [\text{baudios}]$$

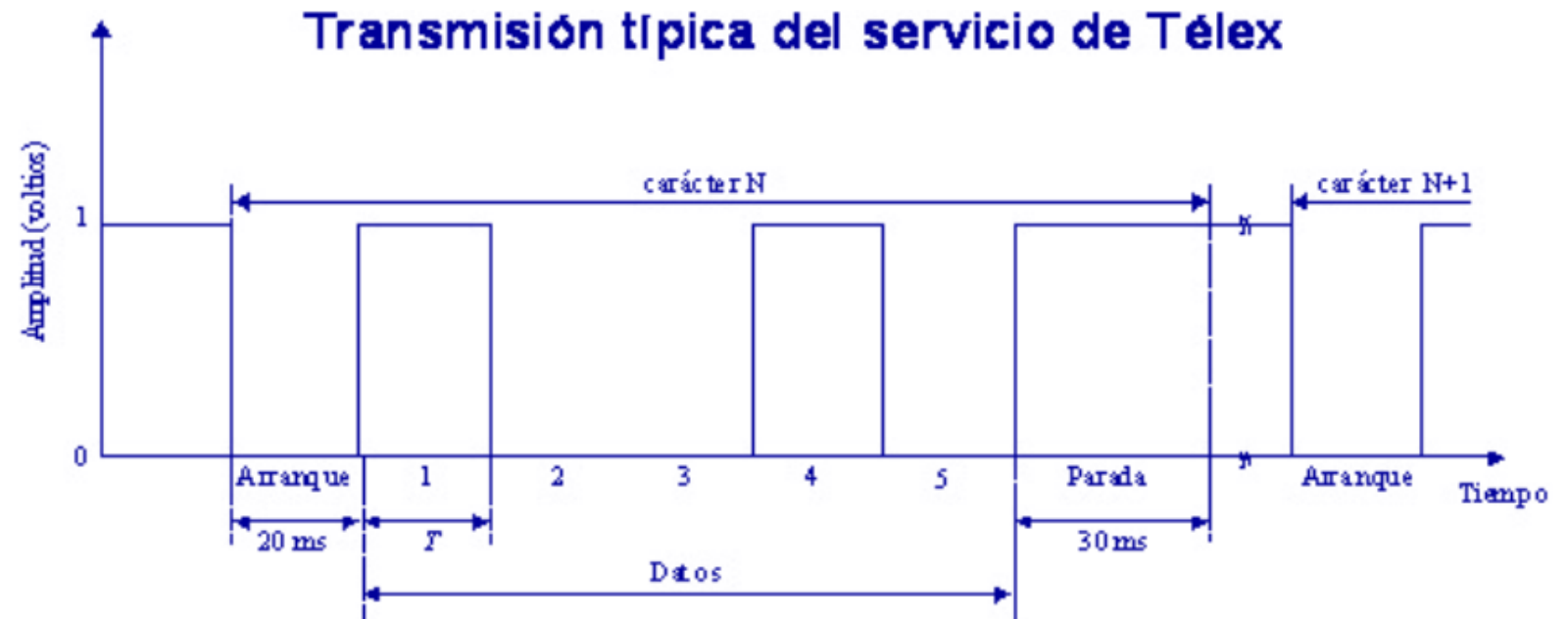
$$V_t = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{1}{T_i} * \log_2 n_i$$

$$V_m = 50 \text{ baudios}$$

$$\text{Como } m=1 \text{ y } n=2 \Rightarrow V_m = V_t$$

$$1 / T = 50 \text{ baudios}$$

$$T = 0,02 \text{ segundos}$$



$$\begin{aligned} \text{Transmisión de un carácter} &= T_{\text{arranque}} + T_{\text{datos}} + T_{\text{parada}} \\ &= 20 \text{ ms} + 5 * 20 \text{ ms} + 30 \text{ ms} \\ &= \mathbf{150 \text{ ms}} \end{aligned}$$

PARTE PRACTICA

En base al ejercicio anterior, calcular la cantidad de caracteres que se transmiten durante dos minutos si se supone que los mismos se envían sin "tiempo muerto", o sea uno a continuación del otro.

Caracteres transmitidos en 0,15 seg = 1 caracter

Caracteres transmitidos en 120 seg = 120 seg / 0,15 seg = **800 caracteres**

Indicar bajo que condiciones la velocidad de modulación es igual a la velocidad de transmisión.

$$V_m = 1/T \text{ [baudios]}$$

$$V_t = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{1}{T_i} * \log_2 n_i$$

Donde :

m: Numero de canales

T_i : Es la menor duración teórica de un elemento de señal, expresada en segundos, para el i-ésimo canal.

n_i : es el numero de estados significativos de la modulación del i-ésimo canal

PARTE PRACTICA

Si transmitimos por un solo canal

$$m = 1$$

$$V_t = 1/T \log_2 n$$

y si tenemos sólo 2 estados niveles de modulación

$$V_t = 1/T \log_2 2$$

$$V_t = 1/T = V_m$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 1

Si se utiliza un MODEM que transmite a 1200 baudios cuanto tardaría en transmitir los 1000 caracteres.

$$V_m = 1/T \quad [\text{baudios}]$$

$$1200 = 1/T$$

$$T = 833,32 \text{ microseg}$$

$$1\text{bit} - 833,32 \text{ microseg}$$

$$1 \text{ Carácter} = 8 \text{ bits}$$

$$1000 \text{ Caracteres} = 8000 \text{ bits}$$

$$T_{TT1000C} = 8000 \text{ bits} \times 833,32 \text{ microseg}$$

$$T_{TT1000C} = 6,66 \text{ seg}$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

Primera parte

Hallar el espectro de amplitud de la Serie Compleja de Fourier teniendo en cuenta que la FRP es de 4 pps (pulsos por segundo) y la velocidad de modulación es de 20 Baudios. Calcular el ancho de banda que debería tener el canal de comunicaciones.

$$\text{FRP} = 4\text{pps} \Rightarrow \text{FRP} = 1/T$$

$$T = 1/4 = 0.25\text{seg}$$

$$V_m = 1/d \Rightarrow d = 1/V_m = 1/20\text{seg} = 0,05\text{seg}$$

$$n = T/d = 0.25/0.05 = 5 \text{ (cinco armónicas)}$$

$$n \cdot w_o = 5 \cdot w_o$$

$$\text{Para } n \cdot f_o = 5 \cdot f_o$$

$$f_o = 1/T = 4\text{Hz}$$

$$n \cdot f_o = 20\text{hz}$$

$\Delta f = 20 \text{ Hz}$; ancho de banda necesario.

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 2

Para un canal que transmite en **modo serie**, calcular la velocidad de transmisión para el caso de utilizar **CUATRIBITS** y tener pulsos de ancho **$T = 833.32$ [microsegundos]**.

Qué valor toma V_m y cuál es el AB de la señal?

$$T = 833,32 \text{ microseg}$$

$$V_m = 1/T \text{ [baudios]}$$

$$V_m = 1/833.32 \times 10^{-6} = 1200 \text{ baudios}$$

$$V_t = 1/T \log_2 n$$

$$V_t = 1200 \times \log_2 16 = 4800 \text{ bit/seg}$$

$$\Delta f = 1/d \text{ [Hz]}$$

$$\Delta f = 1/833.32 \times 10^{-6} = 1200 \text{ Hz}$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 3

Indicar bajo que condiciones la velocidad de modulación es igual a la velocidad de transmisión.

$$V_m = 1/T \text{ [baudios]}$$

$$V_t = \sum_{i=1}^{i=m} \frac{1}{T_i} * \log_2 n_i$$

Donde :

m: Numero de canales

T_i : Es la menor duración teórica de un elemento de señal, expresada en segundos, para el i-ésimo canal.

n_i : es el numero de estados significativos de la modulación del i-ésimo canal

Si transmitimos por un solo canal $m = 1$

$$V_t = 1/T \log_2 n$$

y si tenemos sólo 2 estados niveles de modulación

$$V_t = 1/T \log_2 2$$

$$V_t = 1/T = V_m$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 4

Calcular el tiempo total de transmisión de 1500 caracteres enviados uno a continuación de otro en un sistema de transmisión asincrónica de 75 Baudios. El código utilizado es el Seudo Baudot, los caracteres son ASCII de 8 bits con un bit de paridad.

$V_m = 1/T$ [baudios]

$75 = 1/T$
 $T = 0,013333 \text{ seg}$

$1\text{bit} = 0,013333 \text{ seg}$

$TTT_{1500C} = 1500 \text{ caracteres} \times 11,5 \text{ bits/seg} \times 0,013333\text{seg}$
 $TTT_{1500C} = 229,99 \text{ seg}$

Código Seudo Baudot		
Start	1	bit
Stop	1,5	bits
Paridad	1	bit
ASCII	8	bits
Total	11,5	bits

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 5

Para un sistema que transmite a 1200 Baudios se quiere aumentar la velocidad a 4800 bps. Indicar cómo se logra y cuál es el ancho de pulso resultante.

$$V_m = 1/T \text{ [baudios]}$$

$$1200 = 1/T$$

$$T = 833,3 \text{ microseg}$$

$$V_t = 1/T \log_2 n$$

$$V_t/V_m = \log_2 n$$

$$4800/1200 = \log_2 n$$

$$n = 16$$

Transmisión multinivel, se usa Cuadribits

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 5 - Similar

$V_m = 2400$ Baudios

$V_t = 7200$ bps

$$V_t = 1 / T \log_2 n, V_m = 1 / T \Rightarrow V_t = V_m \log_2 n$$

$$V_t / V_m = \log_2 n$$

$7200 \text{ bps} / 2400 \text{ baudios} = \log_2 n \Rightarrow n = 8$, la forma de aumentar la velocidad es utilizando tribits

El ancho de pulsos no varía: $T = 1 / V_m = 1 / 2400 \text{ baudios} \Rightarrow T = 416,66 \text{ microseg.}$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 6

Calcular el rendimiento de una transmisión sincrónica cuando se envían bloques de datos de 1500 bytes y se utilizan 14 bytes de cabecera y 4 bytes de terminación.

$$\eta_{tx} = \frac{\text{cantidad} \cdot \text{bits} \cdot \text{de} \cdot \text{datos}}{\text{cantidad} \cdot \text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{bits} \cdot \text{tx}} = \frac{1500}{14 + 1500 + 4} \times 100 = 98.8\%$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 7

Calcular el rendimiento de transmisión asincrónica que utiliza un código que tiene 1 bit de arranque, 1 de parada y 7 de datos. Efectuar el cálculo con y sin bit de paridad.

Sin bit de paridad:

$$\eta_{tx} = \frac{\text{cantidad} \cdot \text{bits} \cdot \text{de} \cdot \text{datos}}{\text{cantidad} \cdot \text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{bits} \cdot \text{tx}} = \frac{7}{1 + 7 + 1} \times 100 = 77.7\%$$

Con bit de paridad

$$\eta_{tx} = \frac{\text{cantidad} \cdot \text{bits} \cdot \text{de} \cdot \text{datos}}{\text{cantidad} \cdot \text{total} \cdot \text{de} \cdot \text{bits} \cdot \text{tx}} = \frac{7}{1 + 1 + 7 + 1} \times 100 = 70\%$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 8

Dada una transmisión sincrónica de 1024 bytes , y si no consideramos la cabeza y la cola de dicha transmisión, determinar la disminución del rendimiento si se utiliza una transmisión asincrónica mediante un código que emplea 8 bits de datos, 1 de paridad, 2 de parada y 1 de arranque. Para ambos casos se emplea una velocidad de modulación de 2400 Baudios. Indicar también el tiempo total de transmisión en ambos casos.

Rendimiento

$$\eta_{tx} = \frac{1024}{1024} \times 100 = 100\% \quad (\text{sin cola ni cabecera})$$

$$\eta_{tx} = \frac{8}{1 + 8 + 1 + 2} \times 100 = 66.6\% \quad \text{Disminuye un 33.3 \%}$$

Tiempo de transmisión:

$$T^*1 = 1024 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits/byte} \times 1/2400 \text{ seg/bit} = 3.41 \text{ seg}$$

$$T^*2 = 1024 \text{ bytes} \times 12 \text{ bits/byte} \times 1/2400 \text{ seg/bit} = 5.12 \text{ seg} \Rightarrow \text{el tiempo aumenta un 66.6 \%}$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 9

Dado el siguiente mensaje 10000000000000000001 transmitido en forma sincrónica y a una velocidad de modulación de 2400 Baudios, se requiere utilizar una transmisión multinivel para pasar a 9600 bps. Graficar las señales resultantes con y sin transmisión multinivel, y calcular el tiempo total de transmisión en ambos casos.

$$V_m = 1/T \quad [\text{baudios}]$$

$$2400 = 1/T$$

$$T = 416,6 \text{ microseg}$$

$$V_t = 1/T \log_2 n$$

$$V_t/V_m = \log_2 n$$

$$9600/2400 = \log_2 n$$

$$n = 16$$

Transmisión multinivel, se usa Cuadribits

$$\text{Tiempo Tx sin multinivel} = \text{Nro de bits} \times \text{duración del bit} = 18 \times 416,6 \text{ microseg} = 7,5 \text{ mseg}$$

$$\text{Tiempo Tx con multinivel} = 7,5 \text{ mseg}/4 = 1,87 \text{ mseg}$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 9 - Similar

Dado el siguiente mensaje 001101101010011110111001 transmitido en forma sincrónica y a una velocidad de modulación de 1200 Baudios, se requiere utilizar una transmisión multinivel para pasar a 3600 bps. Graficar las señales resultantes con y sin transmisión multinivel, y calcular el tiempo total de transmisión en ambos casos.

$$V_m = 1200 \text{ baudios}$$

$$V_t = 3600 \text{ bps}$$

$$V_t = 1 / T \log_2 n, V_m = 1 / T \Rightarrow V_t = V_m \log_2 n$$

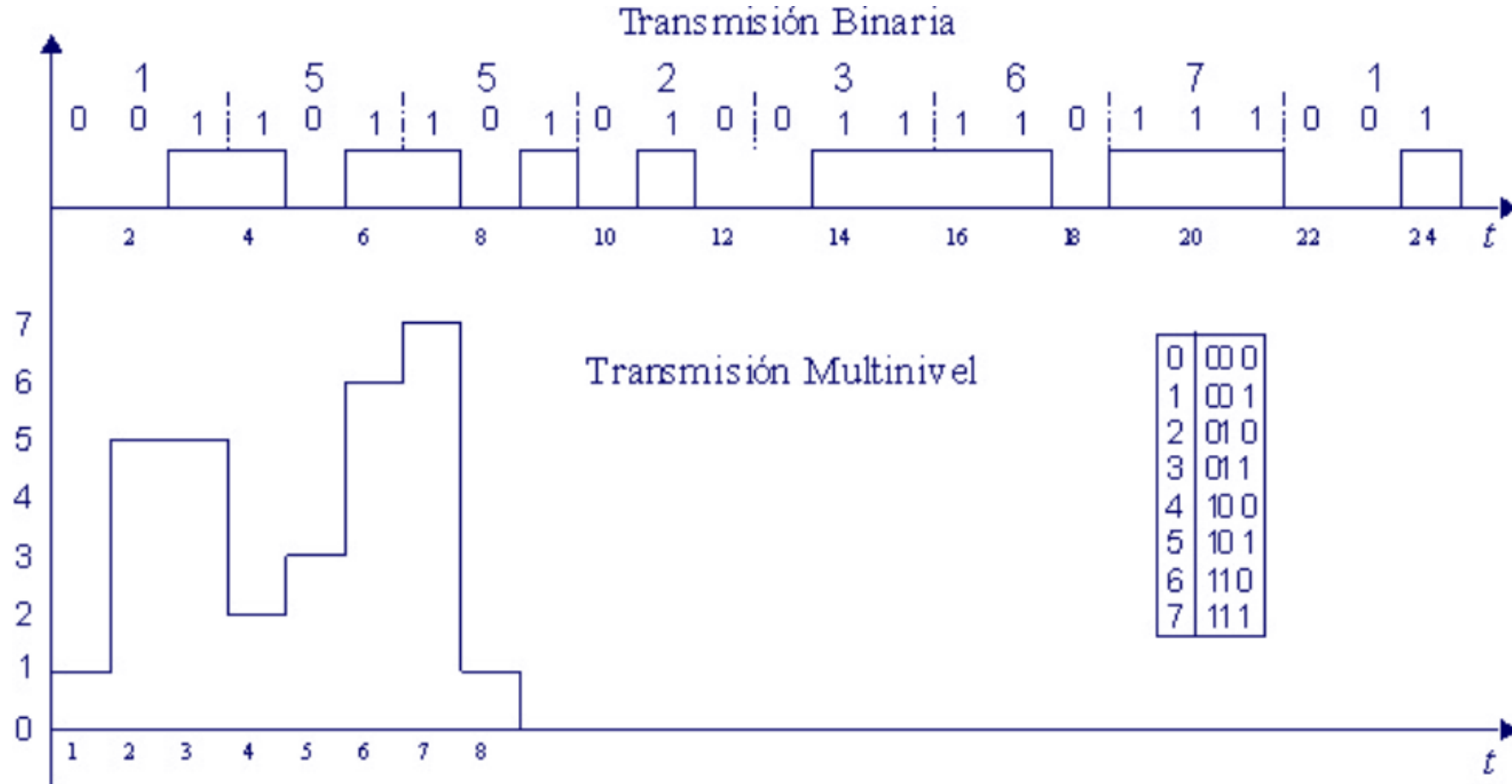
$$V_t / V_m = \log_2 n$$

$$3600 \text{ bps} / 1200 \text{ baudios} = \log_2 n \Rightarrow n = 8$$

$$T = 1 / V_m = 1 / 1200 \text{ baudios} \Rightarrow T = 833,3 \text{ microseg.}$$

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 9 - Similar



Tiempo con Transmisión multinivel = 8 .

T = 6, 67 ms.

Tiempo Sin transmisión multinivel = 24.

T = 20 ms.

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 10

Dado el problema anterior calcular la disminución en la velocidad de transmisión de datos si se emplea un procedimiento asincrónico que emplea 1bit de arranque 1 de parada y uno de paridad. Comparar en el caso de utilizar transmisión multinivel.

$$\eta_{tx} = \frac{18}{21} \times 100 = 85.7\%$$

Código Caracter		
Start	1	bit
Stop	1	bit
Paridad	1	bit
Datos	18	bits
Total	21	bits

Disminución: 100 – 85.7 = 14.3%

PARTE PRACTICA – TP Nro 2

EJERCICIO Nro 11

Calcular el tiempo total de transmisión de 1800 caracteres de datos enviados en un sistema de transmisión sincrónico de 3600 Baudios. El rendimiento de la transmisión es del 90%..

1 carácter = 8bits.

1800 caracteres * 8bits = 14.400 bits

V_m=3600

Ancho de pulso = 1/3600 [ancho de pulso] = tiempo de transmisión para un bit.

Rendimiento = (Bits de Datos Transmitidos / Total de Bits Transmitidos) * 100

0,9 = 14.400 /x

x = 14.400 / 0,9 = 16.000 bits en total transmitidos.

Entonces si demoro 1/3600 s en transmitir un bit, para transmitir 16.000 bis demoraría:

16.000 / 3.600 = 4,44 segundos es el tiempo total de transmisión para esos caracteres.