

Cuestiones tema 8

8.1 Señales para la transmisión de datos y 8.2 Perturbaciones en la transmisión

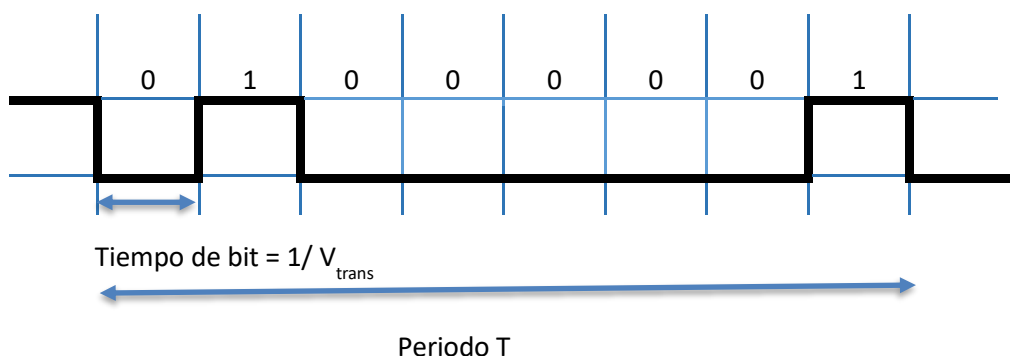
1. ¿La velocidad de propagación es la misma en todo el ancho de banda? ¿Qué implicaciones tiene?

La velocidad de propagación no es la misma en todo el ancho de banda, dado que, en los medios de transmisión (principalmente en los medios guiados) dicha velocidad de propagación depende de la frecuencia de la señal. Esto implica que una onda con un determinado ancho de banda sufrirá un retardo diferente para cada una de las frecuencias que la componen (menos retardo en la frecuencia central que en los extremos de la banda). Esto provoca la llegada desfasada al receptor de las diferentes componentes frecuenciales de la onda, produciendo la denominada distorsión por retardo.

2. Si transmitimos dos señales de similares características, a la misma velocidad de transmisión por dos canales con distinto ancho de banda, ¿las señales recibidas seguirán siendo similares?

Las señales serán las mismas dependiendo de la relación entre el ancho de banda de las señales y el ancho de banda de los medios de transmisión. Si los anchos de banda de ambos medios de transmisión son mayores que el ancho de banda de la señal, entonces las señales recibidas serán similares. En caso contrario, los medios de transmisión se comportarán como filtros paso-bajo y, dado que poseen anchos de banda diferentes, posiblemente filtrarán diferente número de componentes frecuenciales, con lo que una señal se distorsionará respecto a la otra y por tanto las señales recibidas no serán iguales.

3. Supongamos que transmitimos el siguiente carácter de 8 bits (01000001) indefinidamente mediante una señal periódica. El canal de transmisión tiene un ancho de banda de 3000 Hz. Calcula cuál es la máxima velocidad de transmisión a la que podemos transmitir para que atraviesen el canal las 5 primeras componentes de la señal.



Como la señal se repite en intervalos de 8 bits, el periodo de la señal corresponderá con 8 tiempos de bit, y puesto que la velocidad de transmisión es la inversa del tiempo de bit, el periodo de la señal será:

$$T = 8 \times t_{bit} = 8 \times \frac{1}{v_{Trans}}$$

Como la frecuencia de la señal es la inversa de su periodo:

$$f = 1/T = v_{Trans}/8$$

y, como sabemos, la frecuencia fundamental coincide con la frecuencia de la señal

$$f_{fundamental} = f = 1/T = v_{Trans}/8$$

Los armónicos se sitúan en frecuencias múltiplo de la fundamental:

$$f_n = n \times f_{fundamental}$$

Para que pasen cinco componentes debe cumplirse:

$$5 \times f_{fundamental} \leq 3000 \text{ Hz} \rightarrow f_{fundamental} \leq \frac{3000}{5} = 600 \text{ Hz}$$

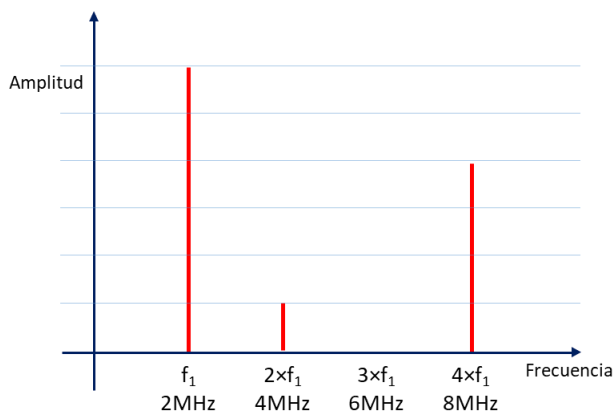
Como hemos visto que $f_{fundamental} = v_{Trans}/8$

podemos calcular la velocidad de transmisión como:

$$v_{Trans} = 8 \times f_{fundamental} = 8 \times 600 = 4800 \text{ bps}$$

4. Dada la señal: $s(t) = 6\text{sen}(2\pi f_1 t) + \text{sen}(2 \times 2\pi f_1 t) + 4\text{sen}(4 \times 2\pi f_1 t)$, con $f_1 = 2\text{MHz}$:

a) Representa el espectro en frecuencia de la señal.



b) Indica el ancho de banda de la señal.

$$\text{Ancho de banda} = f_{max} - f_{min} = 4f_1 - f_1 = 8 \text{ MHz} - 2 \text{ MHz} = 6 \text{ MHz}$$

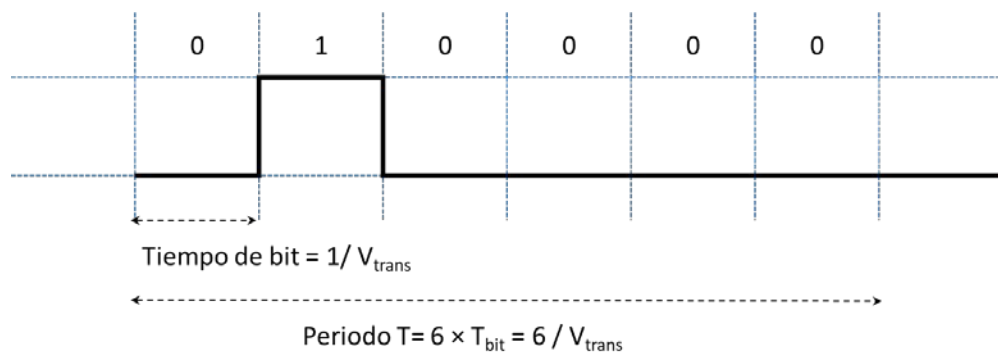
c) Indica la velocidad de transmisión si se están transmitiendo 2 bits por periodo.

$$v_{Trans} = n^{\circ} \text{ bits} / T \rightarrow v_{Trans} = 2 \text{ bits} / (1/f_1) = 2 \text{ bits} / (1/2 \text{ MHz}) = 4 \text{ Mbps}$$

Otro posible razonamiento es que en cada periodo se transmiten 2 bits. Los periodos se repiten a razón de 2 MHz (la frecuencia f_1), por tanto, la velocidad de transmisión será de 4 Mbps

5. Dado un canal de transmisión con un ancho de banda de 30000 Hz

- a) Calcula cuántos armónicos se enviarán al transmitir de forma periódica el carácter de 6 bits 010000 a una velocidad de 9600 bps utilizando codificación NRZ. Muestra los cálculos realizados y justifica tu respuesta.



La frecuencia de la señal, que coincide con la fundamental, será de:

$$f_{fundamental} = f = 1/T = v_{Trans}/6 = 9600/6 = 1600 \text{ Hz}$$

Como los armónicos se sitúan en frecuencias múltiplo de la fundamental, podemos plantear

$$n \times f_{fundamental} \leq 30000 \text{ Hz} \rightarrow n \leq 30000/1600 = 18,75$$

Por lo que pasarán 18 armónicos

- b) Si aumentamos la velocidad de transmisión, se ¿recibirán más o menos armónicos? Justifica tu respuesta.

Se recibirán menos armónicos porque al aumentar la velocidad de transmisión, se está aumentando la frecuencia fundamental de la señal, y esto conlleva que la distancia entre armónicos crezca, cabiendo menos en el ancho de banda del canal.

$$n \leq 30000/f_{fundamental} \quad \text{luego el número de armónicos } n \text{ disminuirá.}$$

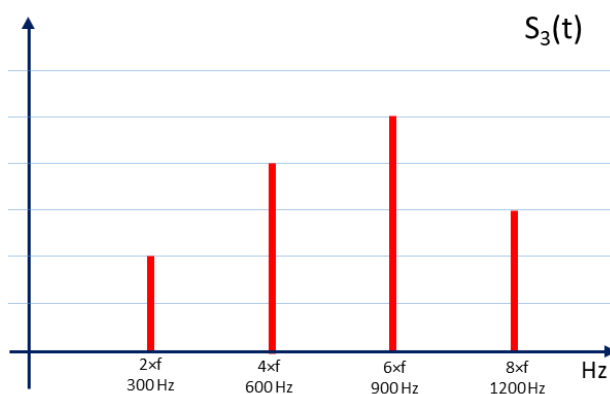
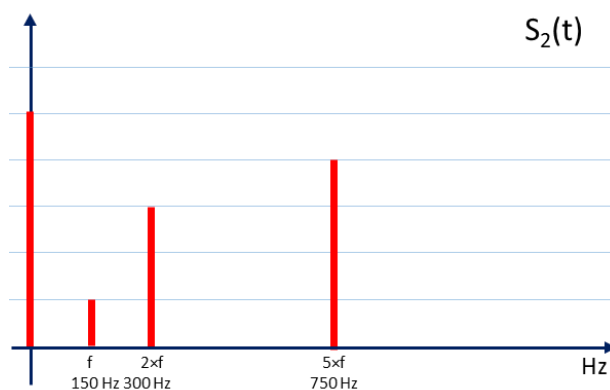
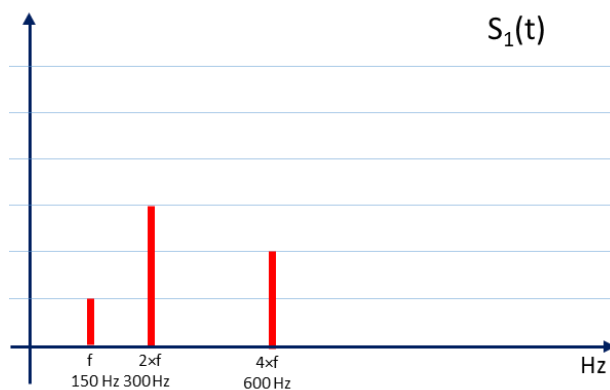
6. Dadas las siguientes señales periódicas, con $f = 150$ Hz

$$S_1(t) = \sin(2\pi \cdot f t) + 3 \sin(2\pi \cdot 2f t) + 2 \sin(2\pi \cdot 4f t)$$

$$S_2(t) = 5 + \sin(2\pi \cdot f t) + 3 \sin(2\pi \cdot 2f t) + 4 \sin(2\pi \cdot 5f t)$$

$$S_3(t) = \sin(2\pi \cdot 2f t) + 4 \sin(2\pi \cdot 4f t) + 5 \sin(2\pi \cdot 6f t) + 3 \sin(2\pi \cdot 8f t)$$

a) Dibuja el espectro de frecuencia de dichas señales.



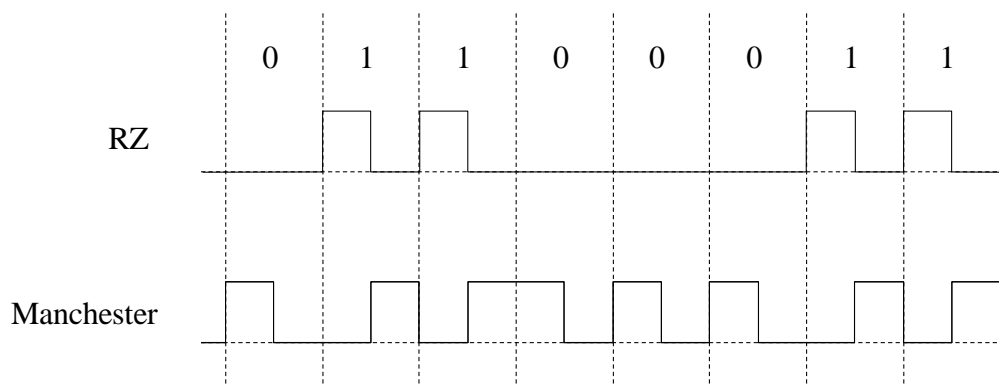
- b) Se dispone de 3 medios de transmisión con anchos de banda diferentes, rellena la tabla siguiente indicando para cada una de las señales anteriores si los medios de transmisión son adecuados para que pase la señal sin pérdidas. Los anchos de banda son: Medio 1: 0-800 Hz; Medio 2: 100-750 Hz; Medio 3: 300-3000 Hz

Señal	Medios adecuados
<i>S1</i>	<i>Medio 1 y Medio 2</i>
<i>S2</i>	<i>Medio 1</i>
<i>S3</i>	<i>Medio 3</i>

8.3 Codificación y modulación

- Codifica el carácter 'c', cuyo código ASCII de 8 bits es 01100011, mediante los esquemas RZ y Manchester.

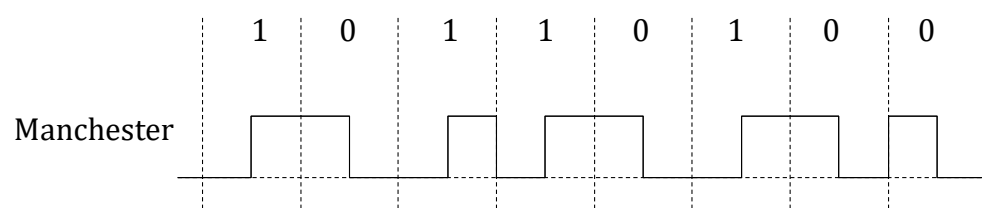
La codificación solicitada es la siguiente:



- Se transmite la secuencia 10110100 a $V_{\text{Transmisión}} = 2000$ bps en código Manchester.

- Dibuja la señal.

La señal correspondiente a la codificación Manchester del carácter "c" solicitado es la siguiente:



b) Calcula la velocidad de modulación.

En la codificación Manchester, el número de cambios de la señal por bit es 2. Por lo tanto,

$$v_{\text{Modulación}} = 2 \times v_{\text{Trans}} = 4000 \text{ baudios}$$

3. El ancho de banda de un cable UTP de categoría 3 es de 16 MHz. Para una correcta recepción de la señal se requieren los primeros 16 armónicos. Calcula la velocidad de transmisión máxima a la que se puede enviar una secuencia 1111... codificada en Manchester para que se reciba correctamente.

El número de armónicos n que podrán pasar por el canal vendrá dado por la condición

$$n \times f_{\text{fundamental}} = 16 \times 10^6 \text{ Hz}$$

Por otra parte, la frecuencia f puede calcularse como:

$$f = v_{\text{Trans}} / n^{\circ} \text{ bits por periodo}$$

Como se está transmitiendo de forma permanente una secuencia de unos, al estar la señal codificada en Manchester, en cada periodo se transmite un único bit y la frecuencia de la señal coincide con la velocidad de transmisión. Por tanto:

$$f = v_{\text{Trans}} \rightarrow n \times v_{\text{Trans}} = 16 \times 10^6 \text{ Hz}$$

Como la señal requiere que pasen 16 armónicos:

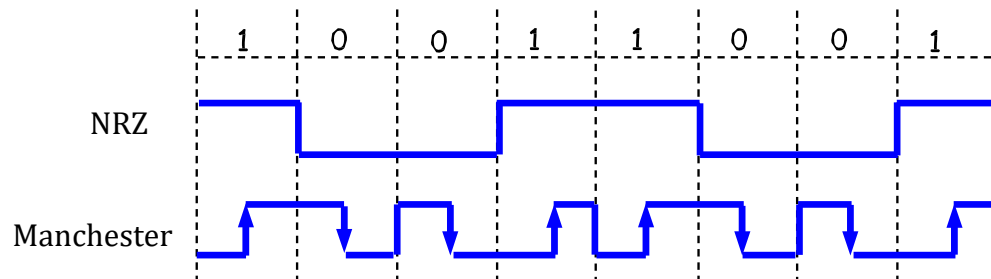
$$v_{\text{Trans}} = 16 \times 10^6 / 16 = 1 \text{ Mbps}$$

4. Calcula la velocidad de modulación empleada por un módem que transmite a 9600 bps, si su esquema de modulación utiliza 12 ángulos distintos para los cambios de fase, para 4 de los cuales se permiten 2 amplitudes distintas de la señal.

Si el esquema de modulación dispone de doce fases, ello permite diferenciar doce elementos de señal distintos. Además, en cuatro de estas fases diferenciamos dos amplitudes distintas, es decir, cuatro estados adicionales de la señal modulada. Por tanto, el número total de estados distintos serán 8 fases con una amplitud, más cuatro fases con dos amplitudes, o lo que es lo mismo $8 + (4 \times 2) = 16$ valores posibles distintos para un elemento de señal. Por lo tanto, cada elemento de señal permite codificar 4 bits. Si la velocidad de transmisión es de 9600 bps, y teniendo en cuenta que cuatro bits viajan en cada elemento de señal, la velocidad de modulación será:

$$V_{\text{Modulación}} = 9600/4 = 2400 \text{ baudios}$$

5. Codifica el carácter 10011001 usando codificación NRZ y usando codificación Manchester. Si se transmite dicho carácter de forma continua a 1Gbps, ¿cuál es la velocidad de modulación en cada caso?



$$v_{\text{Modulación}} = v_{\text{Trans}} / bpe$$

En NRZ bpe es 1. En Manchester es 0.5. Por tanto, la velocidad de modulación es 1 Gbaudio en el caso de NRZ y 2 Gbaudios en el caso de Manchester.

6. Supongamos que un módem telefónico funciona a una velocidad de modulación de 2400 baudios, y su velocidad de transmisión es de 33600 bps. Indica cuántos bits representa cada elemento de la señal. Razona tu respuesta.

Como $v_{\text{Modulación}} = v_{\text{Trans}} / bpe$

entonces, $bpe = 33600 / 2400 = 14 \text{ bits}$

7. Un módem transmite a 9600 baudios, y su esquema de modulación utiliza 32 ángulos distintos para los cambios de fase, y 8 amplitudes distintas de la señal. Calcula su velocidad de transmisión.

9600 baudios implican 9600 cambios de la señal por segundo

32 ángulos \rightarrow 5 bits codificados en la fase

8 amplitudes distintas \rightarrow 3 bits codificados en la amplitud

Si lo sumamos, obtenemos 8 bits por estado

$$v_{\text{Trans}} = v_{\text{Modulación}} \times bpe = 9600 \times 8 = 76800 \text{ bps}$$