

Problemas sobre el modelo de Fourier y el ancho de banda necesario para transmitir una señal digital

Problema 1

Expresar la Serie de Fourier trigonométrica e indicar el significado de cada uno de sus términos. Suponiendo una señal de 20 baudios y una FRP de 4 pps –pulsos por segundo–, hallar el ancho de banda necesario para transmitirla.

La expresión del espectro de amplitud de la *Serie Compleja de Fourier* es:

$$|C_n| = \frac{A\tau}{T} \cdot \frac{\text{sen}(nW_0 \tau/2)}{(nW_0 \tau/2)}$$

Donde:

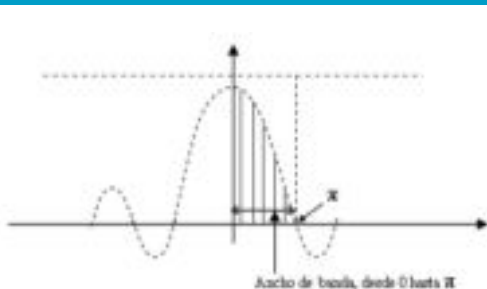
A: Altura del pulso

τ : Ancho del pulso

T: Período de repetición del pulso

W_0 : $2\pi f_0$

f_0 : Frecuencia fundamental del tren de pulsos que es igual a $\frac{1}{T}$



Ahora, calculemos el ancho de banda necesario para la señal de 20 baudios y 4 pps.

Recordemos que se toma como ancho de banda necesario el intervalo de frecuencias comprendido entre cero hertz y la frecuencia correspondiente al punto donde se anula la envoltente del espectro complejo de la *Serie de Fourier* ($|C_n|$).

Primero, hallamos la cantidad de armónicas que es necesario transmitir dentro del ancho de banda considerado, de cero hasta π .

$$n \cdot \omega_0 \cdot \frac{\tau}{2} = \pi$$

$$n \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{\tau}{2} = \pi$$

$$n = \frac{T}{\tau}$$

En consecuencia, el numero de armónicas que se deben transmitir dentro del ancho de banda, es igual al cociente entre el período T de la señal y el ancho de los pulsos τ .

$$n = 20 \text{ baudios} / 4 \text{ pps}$$

$$n = 5 \text{ armónicas}$$

$$f_0 = 4 \text{ Hz}$$

Ancho de banda necesario:

$$0 < \Delta_f \leq n f_0$$

$$0 < \Delta_f \leq 5 \times 4 \text{ Hz}$$

$$0 < \Delta_f \leq 20 \text{ Hz}$$

Problema 2

Dado un tren de pulsos de $frp = 10$ pps y velocidad de modulación = 50 baudios, hallar el *Espectro de Fourier* y determinar el ancho de banda necesario en función de w_0 .

$FRP = 10$ pps
 $V_m = 50$ baudios

$$n = \frac{V_m}{FRP} \Rightarrow \frac{5}{10} = 5 \text{ armónicas}$$

Ancho de banda necesario:

$$0 < \Delta_f \leq n f_0$$
$$0 < \Delta_f \leq 5 \times 10 \text{ Hz}$$

$$0 < \Delta_f \leq 50 \text{ Hz}$$

Problema 3

Hallar el espectro de amplitud de la *Serie Compleja de Fourier*, teniendo en cuenta que la FRP es de 100 pps y la velocidad de modulación es de 2000 baudios. ¿Cuál es el ancho de banda necesario para transmitir ese tren de pulsos?

$FRP = 100$ pps
 $V_m = 2000$ baudios

$$n = \frac{V_m}{FRP} \Rightarrow \frac{2000}{100} = 20 \text{ armónicas}$$

Ancho de banda necesario:

$$0 < \Delta_f \leq n f_0$$

$$0 < \Delta_f \leq 20 \times 100 \text{ Hz}$$

$$0 < \Delta_f \leq 2000 \text{ Hz}$$

Problema 4

Con los siguientes datos, se solicita calcular el ancho de banda de la señal: frecuencia de repetición del pulso 4 pps y velocidad de modulación 20 baudios.

$FRP = 4$ pps
 $V_m = 20$ baudios

$$n = \frac{V_m}{FRP} \Rightarrow \frac{20}{4} = 5 \text{ armónicas}$$

Ancho de banda necesario:

$$0 < \Delta_f \leq n f_0$$

$$0 < \Delta_f \leq 5 \times 4 \text{ Hz}$$

$$0 < \Delta_f \leq 20 \text{ Hz}$$