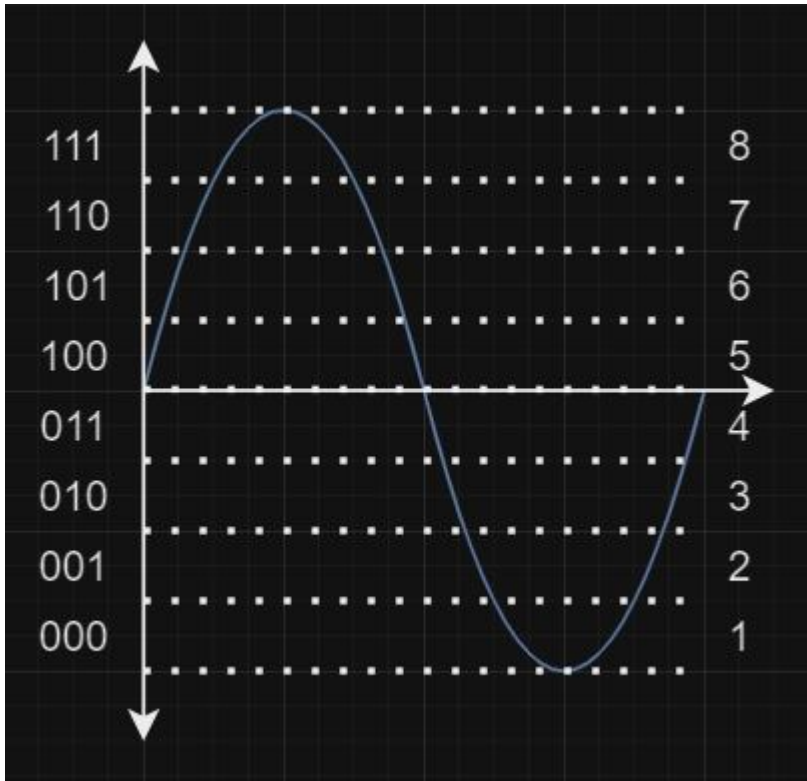


Ejercicio 3

Considere que la señal $1V \cos(2\pi \cdot 500 \cdot t)$ es cuantificada en 8 niveles uniformemente distribuidos. Se pide:

- a) Graficar la señal, los niveles de cuantificación, asignar una palabra código a cada nivel, determinando la cantidad de bits por palabra de código y una frecuencia de muestreo adecuada.
- b) Determinar la cantidad de bits mínima tal que el error de cuantificación sea menor que el 1,2% de la señal pico. (Puede resultar cuantificación diferente a 8 niveles).
- c) Para los dos casos anteriores, determine el máximo error de cuantificación, la potencia de ruido de cuantificación y el ancho de banda mínimo de transmisión. Asuma señalización binaria polar NRZ.
- d) Utilizando una señalización multinivel proponga una solución para poder reducir el ancho de banda mínimo, B_T , por debajo de 1 KHz para la cantidad de bits determinada en el punto b).
- e) En base a lo propuesto en el punto d), vuelva a calcular máximo error de cuantificación, la potencia de ruido de cuantificación.

a)



8 niveles $\rightarrow M = 2^n \rightarrow n = 3$ bits

La frecuencia de muestreo:

$$f_s \geq 2 \cdot f_c \rightarrow f_s \geq 2.500Hz \rightarrow f_s \geq 1KHz$$

b)

Para calcular la cantidad de bits mínima tal que el error de cuantificación sea menor que el 1,2 de la señal pico.

Siendo el valor pico:

$$V_p = 1V$$

Entonces:

$$\varepsilon_q < 1V \cdot 0,012 \rightarrow \varepsilon_q < 12mV$$

Cada nivel abarca 24mV, cometiendo un $\varepsilon_{q_{max}}$ de 12mV

La cantidad de niveles se obtiene como:

$$\varepsilon < \frac{V_{pp}}{M} \cdot \frac{1}{2} \rightarrow M > \frac{V_{pp}}{\varepsilon} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2V}{12 \times 10^{-3}V} \cdot \frac{1}{2}$$

$$M > 100$$

Dado que $M = 2^n$ entonces, para $n = 7 \rightarrow M = 128$

Finalmente, con $M = 128 \rightarrow \varepsilon = 7,81mV$

c)

Para el caso **a**:

$$\varepsilon_q = \frac{V_{pp}}{M} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2V}{8} \cdot \frac{1}{2} = 125mV$$

$$N_q = \frac{(\Delta V)^2}{12} = \frac{(0,28V)^2}{12} = 6,53mW$$

$$B_{Tmin} = 2 \cdot f_c \cdot n = 500Hz \cdot 2.3 = 3KHz$$

Para el caso **b**:

$$\varepsilon_q = \frac{V_{pp}}{M} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2V}{128} \cdot \frac{1}{2} = 7,81mV$$

$$N_q = \frac{(\Delta V)^2}{12} = \frac{(15 \times 10^{-3}V)^2}{12} = 20,34\mu W$$

Dado que la señalización es binaria unipolar: $D = R$

$$D = R = f_c \cdot 2 \cdot n = 500Hz \cdot 2.7 = 7KHz$$

$$B_{Tmin} = \frac{R}{2} = 350bps$$

d)

$$\frac{R}{2 \cdot l} = \frac{D}{2} = 1KHz$$

Donde l es la cantidad de niveles.

$$l = \frac{R}{2 \cdot 1KHz} = \frac{7KHz}{2 \cdot 1KHz} = 3,5$$

Por lo tanto $l = 4 \rightarrow M = 2^l = 16$ niveles.

e)

Corresponden los mismos valores calculados en **c** ya que los niveles de cuantificación no cambiaron, sino que cambió la codificación para enviar los datos.