

Problema PTC0001-11

Una señal, que evoluciona en un rango de amplitud de 2 voltios pico a pico y contiene componentes significativos hasta una frecuencia de 15kHz, se transmite utilizando un sistema PCM. Se desea distinguir diferencias de amplitud de 1/64 voltios.

- a) Determinar la capacidad de información del canal necesario.
- b) Determinar el ancho de banda del canal necesario.

Solución PTC0001-11

a) Si la señal evoluciona en un rango de R voltios y en dicho rango establecemos M niveles de cuantización o digitalización, con una separación entre niveles de a voltios, se cumple que $R = a \cdot M$. En nuestro caso, el rango es de 2 voltios pico a pico y la separación entre niveles deberá ser, como mínimo, de 1/64 voltios. Por tanto, el número de niveles necesarios será

$$M = \frac{R}{a} \geq \frac{2 \text{ volt}}{\frac{1}{64} \text{ volt}} = 128$$

En este caso el número de bits necesarios para la codificación de cada muestra será $b \geq 7$.

Por otra parte, si la señal original tiene componentes significativas hasta 15 kHz, habrá que muestrearla, como mínimo, a una frecuencia (f_s) de 30 kHz. Por ello, la capacidad del canal deberá ser

$$C = f_s \cdot b \geq 30 \frac{\text{kmuestras}}{\text{seg}} \cdot 7 \frac{\text{bits}}{\text{muestra}} = 210 \text{ kbps}$$

b) En el apartado anterior hemos visto que el flujo de información que genera la señal es igual o superior a 210 kbps. Al ser PCM la técnica utilizada, cada pulso lleva un solo bit, por lo que la velocidad expresada en pulsos por segundo (baudios) es también

$$v_s \geq 210 \text{ kbaudios}$$

Dado que en situaciones ideales (pulsos infinitamente estrechos y canales como filtros paso de baja ideales) se verifica que

$$B = \frac{v_s}{2}$$

tenemos que el ancho de banda del canal necesario será

$$B = \frac{v_s}{2} \geq \frac{210 \text{ kbaud}}{2} = 105 \text{ kHz}$$