

1. Un transformador eléctrico está construido en base a un circuito primario de  $N_1$  vueltas y un circuito secundario de  $N_2$  vueltas en torno a un núcleo de hierro. Sin embargo, el núcleo no es perfecto debido a que se pierden algunas líneas de flujo magnético, así que el flujo en el circuito secundario es solo un 75 % del flujo en el circuito primario. Si el cociente  $N_2/N_1 = 20$ , ¿cuál será el valor del cociente entre las f.e.m.,  $V_2/V_1$ ?

**Solución:**

$$\frac{V_2}{V_1} = 0,75 \frac{N_2}{N_1} = 15$$

2. El tañido de una campana llega con un nivel sonoro de 54,7 dB a una distancia de 500 m. En el pueblo vecino, situado a 5 km, el tañido se percibe con un nivel de 23 dB. Suponemos que el sonido se expande como ondas esféricas a partir de una fuente puntual.
  - (a) (4 puntos) A partir de estos datos se puede llegar a la conclusión de que la atmósfera presenta absorción del sonido. Demuéstrelo razonadamente.
  - (b) (4 puntos) Calcular el factor de atenuación por absorción,  $\alpha$ , en  $\text{m}^{-1}$  y dB/km.
  - (c) (2 puntos) Calcular el nivel sonoro que percibe una persona situada al pie del campanario, a 20 m de la campana que está tañendo.

**Solución:**

(a) Si no hubiera atenuación por absorción, la intensidad sonora decaería como el cuadrado de la distancia de forma que  $I \propto 1/r^2$ , puesto que se trata de ondas esféricas. Por tanto podemos comparar los niveles reales con los esperados a partir de esta relación.

La decaimiento de nivel real medido es:

$$L = L_{500} - L_{5000} = 54,7 - 23 = 31,7 \text{ dB}$$

El decaimiento esperado lo obtenemos a partir de la relación anterior,  $I_1/I_2 = (r_2/r_1)^2$  y  $L = 10 \log I$

$$L' = 10 \log \frac{I'_{500}}{I'_{5000}} = 20 \log \frac{5000}{500} = 20 \text{ dB}$$

Está claro que el decaimiento de nivel sonoro real,  $L$ , es **superior** al esperado,  $L'$  y por tanto existe un mecanismo de absorción por parte de la atmósfera.

Calcular la atenuación en dB/km es muy fácil. Basta con ver que la diferencia entre el decaimiento real y el esperado (si sólo interviniera el factor de onda esférica) sólo se puede deber a la atenuación por absorción. Y ésta ocurre en  $5000 - 500 = 4500 \text{ m} = 4,5 \text{ km}$ . Por tanto

$$\alpha'(\text{dB/km}) = \frac{L - L'}{4,5} = \frac{11,7}{4,5} = 2,6 \text{ dB/km}$$

(b) La atenuación por absorción sonora viene dada por el término  $\exp(-2\alpha r)$ . Para relacionarla con  $\alpha'$  tomamos el logaritmo decimal (cambiado de signo, el cual simplemente indica atenuación) y multiplicamos por 10, como siempre:

$$\alpha' = 20\alpha r \log(e) \simeq 8,686 \alpha r$$

Para  $r = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$  hemos visto que  $\alpha' = 2,6 \text{ dB/km}$ ; por tanto

$$2,6 = 8,686 \times 1000 \alpha \quad \longrightarrow \quad \alpha = \frac{2,6}{8686} \simeq 3 \times 10^{-4} \text{ m}^{-1}$$

(c) Teniendo en cuenta tanto la propagación por ondas esféricas como la atenuación por absorción, la intensidad decae con la distancia de acuerdo a la siguiente expresión:

$$I \propto \frac{e^{-2\alpha r}}{r^2}$$

La relación entre las intensidades sonoras en dos puntos distintos es:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 e^{-2\alpha(r_1 - r_2)}$$

En términos de niveles sonoros:

$$L_1 - L_2 = 20 \log \frac{r_2}{r_1} - 20\alpha(r_1 - r_2) \log e$$

Tomamos como punto 1 el pie del campanario ( $r_1 = 20 \text{ m}$ ) y, para comparar, el punto 2 lo tomamos en una referencia conocida, por ejemplo  $r_2 = 500 \text{ m}$ :

$$L_1 - 54,7 = 20 \log \frac{500}{20} - 8,686 \times (3 \times 10^{-4}) \times (20 - 500)$$

despejando la incógnita,  $L_1$ :

$$L_1 = 54,7 + 27,96 + 1,25 \simeq 83,9 \text{ dB}$$

3. Conteste a las siguientes cuestiones de manera razonada:

- (a) (2 puntos) ¿Qué tipo de detector es un Contador Geiger?
- (b) (4 puntos) ¿En que se basa su funcionamiento?
- (c) (4 puntos) ¿Se puede estudiar la energía de las partículas detectadas con este tipo de detectores? ¿Por qué?

**Solución:**

Se propone este problema al examen dado que es un tipo de detector muy común que todo ambientalista debe conocer. Toda la información necesaria para elaborar la respuesta se encuentra en los apuntes.

a) El contador Geiger es un detector de ionización gaseosa. Estos detectores están esencialmente constituidos por un recinto lleno de un gas a presión conveniente en el que se disponen dos electrodos a los que se aplica una tensión de polarización, por lo que se crea un campo eléctrico en el volumen del detector.

b) Su funcionamiento se basa en que los gases son aislantes en condiciones normales, no circula corriente eléctrica entre ambos electrodos. Pero cuando una partícula ionizante alcanza el espacio entre los electrodos, el campo eléctrico existente dará lugar a que las cargas eléctricas generadas por la interacción de las partículas, se muevan hacia los electrodos de signo contrario. De esta forma se origina en el circuito de detección un breve paso de corriente, o impulso de corriente (dependiendo de la electrónica asociada), que puede ser medido y revela la llegada de radiación al detector. Si se eleva la tensión de polarización por encima de la zona de proporcionalidad, los impulsos resultantes alcanzan todos la misma amplitud, independientemente de la ionización primaria debida a la partícula detectada. Se dice entonces que la modalidad de funcionamiento del contador corresponde a la zona Geiger (que es donde trabajan los detectores Geiger). El fenómeno de multiplicación de carga, que ya aparecía en los contadores proporcionales, se incrementa y se propaga a lo largo del ánodo, produciendo una avalancha de iones que dan lugar a la formación de un impulso mucho mayor que en las cámaras de ionización o contadores proporcionales.

c) No, ya que debido al fenómeno de multiplicación de carga, la amplitud del impulso que se genera en el Geiger es suficiente para activar directamente sistemas electrónicos de registro, sin necesidad de amplificación previa, pero no dan ningún dato acerca de la naturaleza o energía de las partículas detectadas debido a que el impulso ya no es proporcional a la energía de la partícula que lo genera.