

# *Boletín de problemas de Electroacústica*

## Altavoces

1. Un altavoz 0,3 m de diámetro está montado en pantalla infinita. Tiene una masa mecánica de 30 g, resistencia mecánica de 6 kg/s y una suspensión cuya compliancia es  $6 \cdot 10^{-5}$  m/N. La bobina de 7,85 m de longitud posee una autoinducción de 0,3 mH y se mueve en el interior de un campo magnético de 2 T. La resistencia eléctrica de la bobina es de  $7,5 \Omega$  y la de salida del amplificador es de  $1,5 \Omega$ . Determinar para este sistema
  - a) La frecuencia de resonancia y los factores de calidad mecánico, eléctrico y total
  - b) Las frecuencias de corte superior e inferior y, si es posible, la frecuencia de pico
  - c) El rizado y el incremento de nivel de presión sonora
  - d) La sobrepresión y el tiempo de establecimiento del 1 %
  - e) El SPL en el eje y a 10 m a las frecuencias medias, con  $\hat{e}_g = 4$  V
  - f) El valor máximo de la impedancia eléctrica de entrada al altavoz
2. Un altavoz de 20 cm montado en pantalla infinita posee una frecuencia de resonancia de 55 Hz y un factor de calidad total de 1,2
  - a) ¿Cuál es la frecuencia de corte inferior?
  - b) Obtener la frecuencia de pico y el rizado
  - c) Obtener el tiempo de establecimiento y la sobrepresión ante un escalón unitario
3. Un altavoz dinámico de 25 cm está montado en una caja cerrada suficientemente grande para poder considerarse pantalla infinita. Sus parámetros son  $M_{MD} = 35$  g,  $C_{MS} = 2$  mm/N,  $R_{MS} = 2$  N s/m,  $Bl = 10$  T m,  $R_E = 7 \Omega$  y  $L_E = 2$  mH
  - a) Hallar los factores de calidad mecánico, eléctrico y total
  - b) Describir el sistema en baja y alta frecuencia, es decir, averiguar las frecuencias de corte, la frecuencia de pico, el incremento de nivel de presión y el rizado
  - c) Realizar un estudio temporal del comportamiento del sistema ante un escalón
  - d) Con  $\hat{e}_g = 1$  V ¿cuál será la expresión de  $\hat{p}(s)$  a 1 m en el eje? ¿Qué presión, en dB, genera el sistema a frecuencias medias? A la frecuencia de 50 Hz, ¿qué nivel de presión se obtendrá a 2 m de distancia?
  - e) Obtener la eficiencia de referencia y la potencia acústica a frecuencias medias
  - f) ¿Qué valor de resistencia debe ser añadido en serie a la bobina para obtener un ajuste Butterworth B2?
  - g) ¿Cuál sería la nueva frecuencia de corte inferior del sistema?
  - h) ¿Cuántos dB de presión sonora se perderían a frecuencias medias al insertar dicha resistencia?

- i) ¿En qué porcentaje debería aumentar o disminuir el factor  $Bl$  en el sistema original para obtener el ajuste B2?
4. Un altavoz circular de superficie  $31,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$  está montado en una caja cerrada infinita. Sus parámetros son  $M_{MD} = 0,025 \text{ kg}$ ,  $C_{MS} = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/N}$ ,  $R_{MS} = 1 \text{ N s/m}$ ,  $Bl = 10 \text{ T m}$ ,  $R_E = 7 \Omega$  y  $L_E = 1 \text{ mH}$
- Dibujar el circuito acústico equivalente para baja frecuencia y calcular el valor de los elementos
  - Hallar la frecuencia de resonancia, el volumen de aire equivalente y los factores de calidad mecánico, eléctrico y total
  - Dibujar el circuito acústico equivalente para alta frecuencia y calcular el valor de los elementos
  - Calcular las frecuencias de corte, frecuencia de pico y rizado
  - ¿Qué presión genera el sistema a frecuencias medias y 1 m de distancia en el eje si  $\hat{e}_g = 1 \text{ V}$ ?
  - ¿Cuál es la impedancia de entrada  $\hat{Z}_{ee}(s)$ ? En resonancia, ¿cuanto vale el módulo de esta impedancia? Hallar también el valor de la impedancia eléctrica de entrada a 1 kHz.
  - Obtener la eficiencia de referencia y la potencia acústica a frecuencias medias
5. Un altavoz está montado en una pared que separa dos habitaciones de grandes dimensiones. Tiene una masa mecánica móvil de 30 g, resistencia mecánica de 5 kg/s, suspensión con una constante elástica  $k$  de  $(6 \cdot 10^{-5})^{-1} \text{ N/m}$  y diámetro de 0,3 m. La bobina de 2,5 cm de radio da 50 vueltas, posee una autoinducción de 0,3 mH y se mueve en el interior de un campo magnético de 2 T. La resistencia eléctrica de la bobina es de 7,5  $\Omega$  y la de salida del amplificador es de 1,5  $\Omega$
- Hallar la frecuencia de resonancia, el volumen de aire equivalente y los factores de calidad mecánico, eléctrico y total
  - Averiguar las frecuencias de corte inferior y superior, la frecuencia de pico y el rizado. ¿Qué ajuste posee el sistema?
  - Realizar un estudio temporal del comportamiento del sistema ante un escalón unitario
  - Hallar la presión en dB a 10 m en el eje y al doble de la frecuencia de resonancia, cuando la tensión eficaz de circuito abierto a la salida del amplificador son 2 V
  - ¿Cuál es la impedancia de entrada  $\hat{Z}_{ee}(s)$ ? ¿Qué impedancia eléctrica presenta el altavoz para la frecuencia de resonancia y a 300 Hz?
  - Obtener los polos y ceros de la función de transferencia  $G(s)$
6. Un altavoz de 0,2 m de diámetro situado en pantalla infinita presenta una sensibilidad de 92 dB a frecuencias medias y su frecuencia de resonancia son 20 Hz. Su bobina, suspendida en un campo magnético de 1 T, es de cobre y posee una resistividad  $\rho_e$  de  $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$ , una sección de  $3 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$ , y da 160 vueltas sobre un cilindro de diámetro 30 mm. Además, se ha observado que, a la frecuencia de resonancia, a 1 m y en el eje, se generan 76,6 dB<sub>SPL</sub> al aplicar al altavoz la tensión que hace disipar 1 W de potencia eléctrica a frecuencias medias
- Dibujar el circuito eléctrico equivalente, en baja frecuencia, del altavoz en pantalla infinita, dando valores a sus elementos

- b) ¿Qué resistencia hay que añadir en serie entre el amplificador y el altavoz para conseguir un ajuste B2?
7. Un altavoz circular de diámetro 24 cm se encuentra situado en una pantalla infinita. Sus parámetros son  $M_{MD} = 0,02$  kg,  $C_{MS} = 10^{-4}$  m/N,  $R_{MS} = 10$  N s/m,  $Bl = 12$  T m,  $R_E = 9 \Omega$  y  $L_E = 2$  mH. Suponiendo que este altavoz se alimenta empleando un generador ideal, determinar a la frecuencia de 113,5 Hz:
- a) El porcentaje de la potencia total entregada por el generador que se radia en forma de onda sonora.
- b) El porcentaje de la potencia total entregada por el generador que se disipa en la parte mecánica del altavoz.