

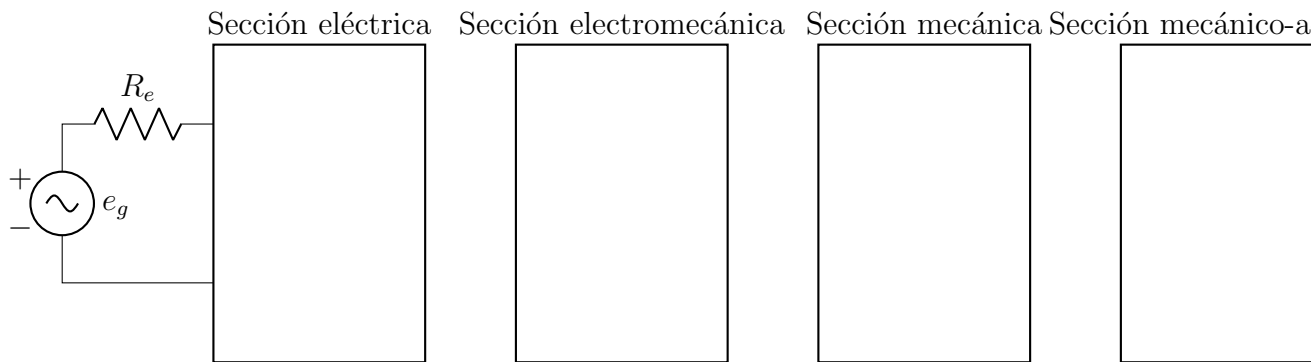
# Apuntes de Sistemas Electroacústicos

Javier Rodrigo López

23 de septiembre de 2024

## Índice

<b>1. Altavoces</b>	<b>2</b>
1.1. Introducción al altavoz electrodinámico . . . . .	2
1.1.1. Sección eléctrica . . . . .	2
1.1.2. Sección de conversión electromecánica . . . . .	2
1.1.3. Sección mecánica . . . . .	2
1.1.4. Sección de conversión mecánico-acústica . . . . .	3
1.1.5. Modelo completo del altavoz . . . . .	4



## Introducción

### 1. Altavoces

#### 1.1. Introducción al altavoz electrodinámico

Un altavoz se compone de varios elementos:

- Imán
- Bobina
- Membrana, cono o diafragma
- Bornas de conexión (entre la membrana y la bobina)

A bajas frecuencias se puede aproximar al comportamiento de un pistón, pero a altas frecuencias pueden aparecer resonancias.

##### 1.1.1. Sección eléctrica

##### 1.1.2. Sección de conversión electromecánica

##### 1.1.3. Sección mecánica

Las partes mecánicas del altavoz son la membrana y la araña (suspensión). En términos de mecánica, este sistema es equivalente a un pistón, un muelle y una masa. VER DIAGRAMA CUADERNO

$$F = -kz \quad (1)$$

$$F = -d \frac{dz}{dt} \quad (2)$$

Donde  $d$  es la disipación de energía por rozamiento.

$$F = m \frac{d^2 z}{dt^2} \quad (3)$$

$$F - kz - d \frac{dz}{dt} = m \frac{d^2 z}{dt^2} \quad (4)$$

$$F = kz + d \frac{dz}{dt} + m \frac{d^2 z}{dt^2} \quad (5)$$

#### 1.1.4. Sección de conversión mecánico-acústica

Para hallar la impedancia de radiación, recordamos que una impedancia es la relación entre tensión y corriente. En nuestro modelo, la tensión se relaciona con la velocidad y la corriente con la fuerza. Por lo tanto, la impedancia de radiación es la relación entre la velocidad de la membrana y la fuerza que se ejerce sobre ella.

La impedancia acústica mide cuánto se está oponiendo el medio acústico (aire) al movimiento del pistón. El pistón comprime y expande el aire y genera una variación de la presión.

$$dp_1 = j\omega\rho_0 v_z dS_1 \frac{e^{-jkr_1}}{2\pi r_1} \quad (6)$$

Una región 1 del pistón genera una fuerza sobre otra región 2 del pistón de la siguiente manera:

$$df_{1,2} = j\omega\rho_0 v_z dS_1 \frac{e^{-jkr_1}}{2\pi r_1} dS_2 \quad (7)$$

$$F = \frac{j\omega\rho_0 v_z}{2\pi} \int_{S_1} \int_{S_2} \frac{e^{-jkr_{1,2}}}{r_{1,2}} dS_1 dS_2 \quad (8)$$

La solución de esta ecuación es:

$$Z = \frac{F}{v_z} = \pi a^2 \rho_0 c \left[ \left( 1 - \frac{J_1(2ka)}{ka} \right) + j \left( \frac{H_1(2ka)}{ka} \right) \right] \quad (9)$$

Donde  $J_1$  y  $H_1$  son las funciones de Bessel de primer tipo y orden 1, respectivamente.

#### 1.1.5. Modelo completo del altavoz

$$e'_g = \frac{e_g}{Bl} \quad R_{MS} = \frac{1}{d} \quad R_{AP-L} = \frac{1}{2} \cdot \frac{9\pi}{\rho_0 c a^2}$$
$$R'_E$$