

## I PARAMETRI THIELE SMALL.

- **Fs**

È la frequenza di risonanza in aria libera dell'altoparlante, espressa in Hz, e si può ricavare dal modulo dell'impedenza in quanto è il valore riscontrato al massimo " picco " di impedenza. Un controllo dell'esatto valore di Fs, può essere eseguito calcolando la media geometrica delle frequenze F1 e F2. Tali frequenze devono essere equidistanti tra loro (  $F1 < Fs < F2$  ), ma se ciò non fosse, è raccomandato misurare con strumenti di misura appropriati tali frequenze ( Figura 3 ). Fs, è anche inversamente proporzionale alla radice quadrata della sua massa mobile e cedevolezza, quindi, un trasduttore con sospensioni cedevoli e cono pesante avrà una risonanza bassa, dunque:

$$F_s = \sqrt{F_1 \times F_2}; = \frac{1}{2 \times \pi \times \sqrt{M_{ms} \times C_{ms}}};$$

con  $M_{ms}$ , la massa totale dell'altoparlante ( il peso del cono, bobina, spider, sospensione e la massa del carico d'aria ) e  $C_{ms}$  la cedevolezza delle sospensioni ( vedi oltre ).

- **Zmax**

È il massimo valore in ohm che il modulo dell'impedenza assume ad Fs.

- **Re**

Si intende il valore della resistenza della bobina mobile in corrente continua, misurabile con un preciso ohmetro, oppure rilevando il valore degli ohm dal modulo dell'impedenza a frequenza zero.

- **Res**

È la resistenza elettrica dovuta agli attriti meccanici delle sospensioni dell'altoparlante.

$$R_{es} = Z_{max} - R_e$$

$$Z_{max} = R_e + R_{es}$$

- **Z F1,F2**

Valore dell'impedenza corrispondente a F1 e F2.

$$Z_{F1, F2} = \sqrt{R_e \times Z_{max}}$$

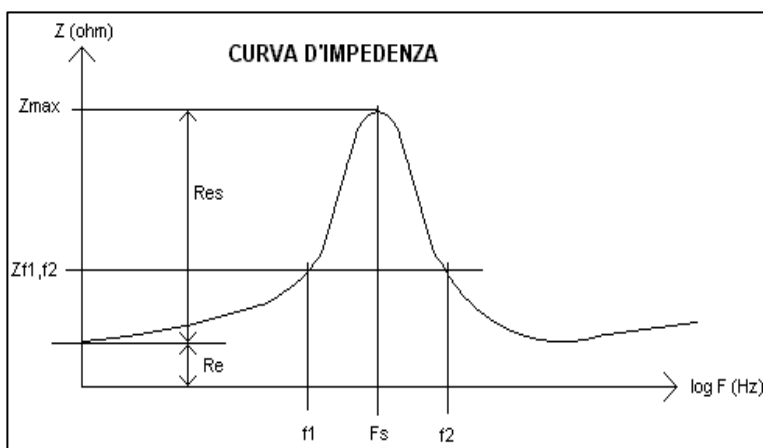


Figura 3: rappresentazione grafica dei parametri del modulo dell'impedenza.

L'altoparlante può essere considerato un **circuito risonante** formato da capacità, induttanze e resistenze. Il circuito è rappresentato da un fattore di merito **Q** che definisce il rapporto tra la potenza reattiva e attiva, dissipata dalle resistenze.

Gli effetti di tali elementi sono considerati separatamente, determinando così un **fattore di merito meccanico, elettrico e totale**.

- **Qms**

Fattore di merito meccanico dell'altoparlante in aria libera, alla frequenza di risonanza.

$$Q_{ms} = 2 \times \pi \times F_s \times C_{ms} \times R_{es} ; = 2 \times \pi \times F_s \times \frac{M_{ms}}{(B \times L)^2} \times R_{es} ; = 2 \times \pi \times F_s \times \left( \frac{M_{ms}}{R_{ms}} \right) ; = \left( \frac{F_s}{F_2 - F_1} \right) \times \sqrt{\frac{Z_{max}}{R_e}} ;$$

- **Qes**

Fattore di merito elettrico dell'altoparlante in aria libera, alla frequenza di risonanza.

$$Q_{es} = 2 \times \pi \times F_s \times C_{ms} \times R_e ; = 2 \times \pi \times F_s \times \frac{M_{ms}}{(B \times L)^2} \times R_e ; = \frac{Q_{ms} \times R_e}{R_{es}} ; = \left( \frac{F_s}{F_2 - F_1} \right) \times \sqrt{\frac{Z_{F1, F2}}{R_{es}}} ;$$

- **Qts**

Fattore di merito totale dell'altoparlante in aria libera, alla frequenza di risonanza.

$$Q_{ts} = \left( \frac{Q_{ms} \times Q_{es}}{Q_{ms} + Q_{es}} \right) ; = \frac{1}{\frac{1}{Q_{ms}} + \frac{1}{Q_{es}}} ; = \left( \frac{F_s}{F_2 - F_1} \right) \times \sqrt{\frac{R_e}{Z_{max}}} ;$$

$$Q_{ms} = \left( \frac{Q_{es} \times Q_{ts}}{Q_{es} - Q_{ts}} \right) ;$$

$$Q_{es} = \left( \frac{Q_{ms} \times Q_{ts}}{Q_{ms} - Q_{ts}} \right) ;$$

- **Mms**

Massa meccanica in movimento del trasduttore, in Kg.

$$M_{ms} = \frac{1}{4 \times \pi^2 \times F_s^2 \times C_{ms}}$$

- **Sd**

Superficie attiva del cono trasduttore, in m<sup>2</sup>.

$$S_d = \pi \times \left( \frac{D}{2} \right)^2$$

con D, il diametro della membrana altoparlante in metri ( esclusa la sospensione ).

- **Xmax**

Massima escursione lineare che il diaframma è in grado di compiere, senza riprodurre alcuna distorsione ( in un senso solo ), in metri.

- **Vd**

Volume d'aria spostato dal cono dal suo punto di riposo, fino alla massima escursione lineare, in m<sup>3</sup>.

$$V_d = S_d \times X_{max}$$

- **Rms**

Resistenza meccanica dovuta agli attriti meccanici nelle sospensioni, in ohm meccanici o Kg/s.

$$R_{ms} = \frac{(B \times L)^2}{R_{es}} ; = \frac{2 \times \pi \times F_s \times M_{ms}}{Q_{ms}} ;$$

- **Cmes**

Capacità elettrica dovuta alle masse in movimento, in mF ( micro Farad ).

$$C_{mes} = \frac{M_{ms}}{(B \times L)^2} \times 10^6 ; = \frac{Q_{ms}}{2 \times \pi \times F_s \times R_{es}} \times 10^6 ;$$

- **Lces**

Induttanza elettrica dovuta alla cedevolezza delle sospensioni, in mH ( milli Henry ).

$$L_{ces} = (C_{ms} \times (B \times L)^2) \times 10^3 ;$$

- **BxL**

Fattore di forza, ottenuto dal prodotto della **densità di flusso magnetico nel traferro B**, e la **lunghezza del filo della bobina mobile L**, in Tesla per metro ( T x m ).

$$B \times L = \sqrt{\frac{M_{ms}}{C_{mes}}} ; = \sqrt{R_{ms} \times R_{es}} ; = \sqrt{\left( \left( \frac{2 \times \pi \times F_s \times M_{ms}}{Q_{ms}} \right) \times R_{es} \right)} ; = \sqrt{\left( \frac{R_e^2}{Q_{es}^2} \right) \times \left( \frac{M_{ms}}{C_{ms}} \right)} ;$$

- **Cms**

Indica la cedevolezza meccanica delle sospensioni dell'altoparlante, in metri su Newton ( m/N ).

$$C_{ms} = \frac{1}{(2 \times \pi \times F_s)^2 \times M_{ms}} ; = \frac{V_{as}}{S_d^2 \times 140449,5} ;$$

con  $V_{as}$  in  $m^3$ .

- **Vas**

Rappresenta il volume d'aria che ha la stessa cedevolezza delle sospensioni, o, più semplicemente, il volume equivalente alla cedevolezza, espresso in  $m^3$ .

$$V_{as} = \frac{\rho \times c^2 \times S_d^2}{4 \times \pi^2 \times M_{ms} \times F_s^2} ;$$

- **ρo**

Tale simbolo esprime la densità dell'aria a temperatura ambiente, 1,18 Kg/ $m^3$ .

- **c**

E' la velocità del suono nell'aria; vale 345 metri al secondo ( m/s ).

- **ηo**

Si indica l'**efficienza di riferimento del trasduttore**. È bene precisare che **ηo**, ed altri parametri del woofer e del sistema, sono considerati in condizioni di emissione " in campo libero " e secondo un angolo solido di  $2\pi$  steradiani. Il termine " campo libero " è ammissibile, quando l'altoparlante è posto in una zona dove la distanza del minimo ostacolo in grado di riprodurre riflessioni, è maggiore della lunghezza d'onda del suono riprodotto. Ci sono vari tipi di condizioni di emissione sonora, tra cui:

- **4π steradiani**: quando la sorgente sonora sospesa nello spazio libero, irradia in tutte le direzioni, ad esempio in camera anecoica ( **spazio libero** ).
- **2π steradiani**: quando lo spazio, viene diviso in due parti in quanto, l'altoparlante viene posto su di un piano infinito ed il passaggio del trasduttore sul piano stesso, dividerebbe lo spazio in due. Pertanto,

verrebbe a trovarsi ad irradiare in un semispazio, cioè in condizioni di  $2\pi$  steradiani. Tale configurazione, si può approssimare collocando la sorgente sonora al centro di una stanza, lontana da spigoli e dal pavimento.

- $\pi$  **steradiani**: quando l'altoparlante viene posto nell'incrocio tra parete e pavimento.
- $\pi / 2$  **steradiani**: quando il trasduttore è situato alla convergenza tra due pareti ed il pavimento.

Ad ogni dimezzamento dell'angolo solido, avremo un raddoppio dell'efficienza del driver, o del sistema.

L'efficienza di un altoparlante, indica il suo **rendimento elettroacustico**, e corrisponde sempre all'efficienza del diffusore con qualunque tipo di carico e volume utilizzato ( solo se a RADIAZIONE DIRETTA, cioè con il diaframma dell'altoparlante che irradia nell'ambiente! ). Il valore  $\eta_0$  può essere ricavato con la seguente formula:

$$\eta_0 = (9,64 \times 10^{-7}) \times \frac{F_s^3 \times V_{as}}{Q_{es}}$$

con  $V_{as}$  in  $m^3$ , e può essere espresso anche in percentuale:

$$\eta_0 \% = \eta_0 \times 100$$

oppure in Decibel ( **dB** ):

$$\eta_0 \text{ dB} = 112 + 10 \times \log_{10}(\eta_0)$$

- **SPL**

È la sensibilità di un trasduttore, cioè il rapporto tra il livello sonoro in dB e la tensione elettrica applicata ai capi del driver.

$$\text{SPL dB (ad 1 metro, } 2\pi \text{ steradiani)} = 20 \times \log_{10} \left( \frac{E_g \times p_0 \times (B \times l) \times S_d}{0,00002 \times 2 \times \pi \times M_{ms} \times (R_e + R_g)} \right)$$

con;

$E_g$  = tensione elettrica applicata al trasduttore ( 2,83Volt su 8 ohm, 2Volt su 4 ohm ).

$R_g$  = resistenza posta in serie causata dalla presenza del filtro crossover o dall'amplificatore.

- **Pe ( max )**

È la potenza elettrica sopportabile continuativamente dall'equipaggio mobile dell'altoparlante, senza che si producano danni per surriscaldamento. Si può anche definire **potenza termica**, si esprime in Watt, è legata unicamente alle caratteristiche fisiche della bobina mobile e non ha nessun legame con l'escursione massima lineare, né dal tipo di diffusore.

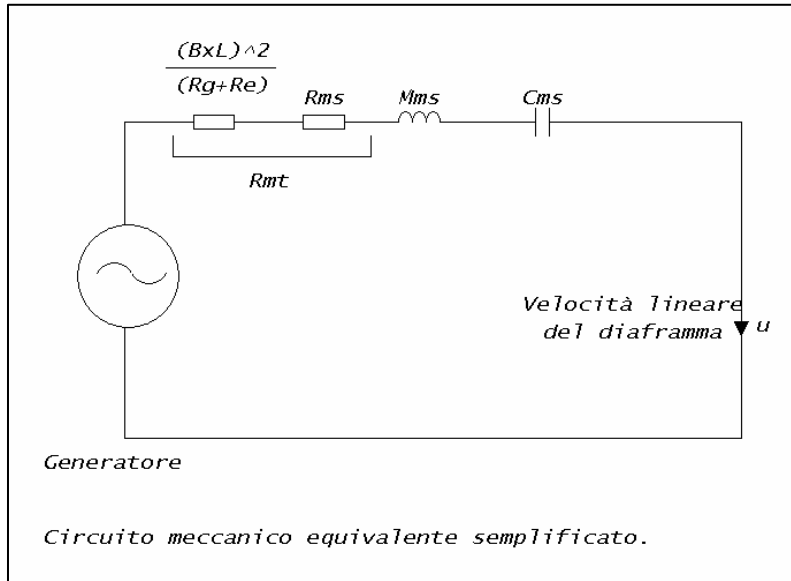
### I CIRCUITI EQUIVALENTI DELL'ALTOPARLANTE.

I circuiti equivalenti sono composti da resistenze, capacità ed induttanze e con essi è possibile studiare il comportamento di un qualunque trasduttore. Si possono ipotizzare tre differenti tipi di circuiti, tra cui, quello **meccanico**, **acustico** ed **elettrico**.

Nel circuito **meccanico**, le induttanze corrispondono alle **masse meccaniche**, le capacità alle **cedevolezza meccaniche**, e le resistenze alle **resistenze meccaniche**.

Nel circuito **acustico**, induttanze, capacità e resistenze, corrispondono rispettivamente a masse, cedevolezza e resistenze **acustiche** del trasduttore.

Il circuito che prende in esame le caratteristiche **elettriche** è formato da vere e proprie resistenze elettriche, capacità ed induttanze, dovute alle masse in movimento ed alla cedevolezza delle sospensioni ( $C_{mes}$ ,  $L_{ces}$ ).

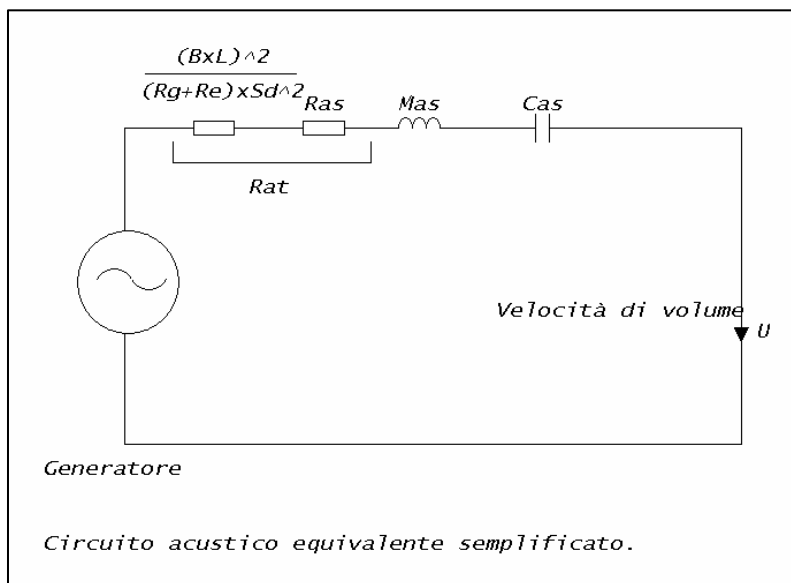


**Rmt**

Resistenza meccanica totale causata alle perdite del trasduttore, in ohm meccanici.

$$R_{mt} = R_{ms} + \left( \frac{(B \times L)^2}{(R_g + R_e)} \right)$$

Rms, Mms e Cms, simboli già trattati in precedenza.



**Ras**

Resistenza acustica dovuta agli attriti nelle sospensioni, in ohm acustici.

$$R_{as} = \frac{R_{ms}}{S_d^2}$$

**Rat**

Resistenza acustica totale, in ohm acustici.

$$R_{at} = R_{as} + \left( \frac{(B \times L)^2}{(R_g + R_e) \times S_d^2} \right)$$

**Mas**

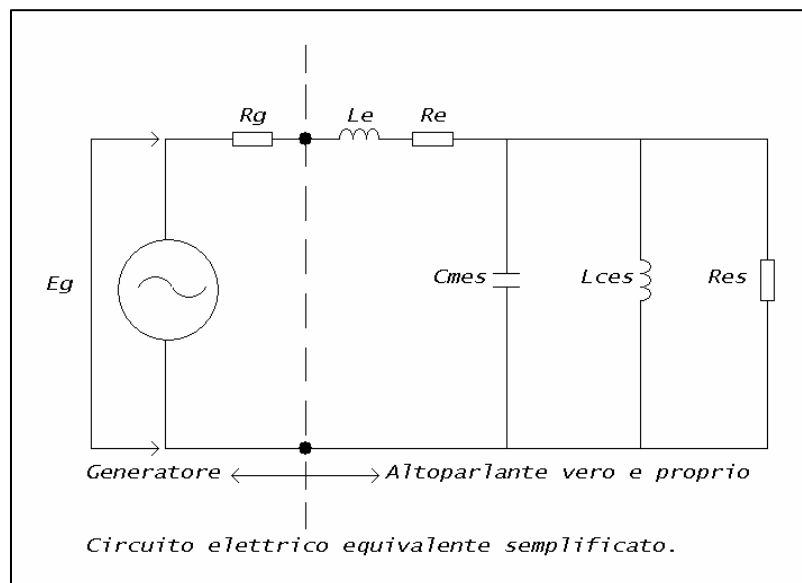
Massa acustica delle parti in movimento dell'altoparlante e dell'aria da esse spostata, in Kg/m<sup>4</sup>.

$$Mas = \frac{Mms}{Sd^2}$$

**Cas**

Cederevolezza acustica delle sospensioni, in metri alla quinta su Newton ( m<sup>5</sup>/N ).

$$Cas = Cms \times Sd^2; = \frac{Sd^2}{(2 \times \pi \times Fs)^2 \times Mms};$$



Tutti i simboli del circuito elettrico equivalente semplificato sono già noti, a parte **Le** che indica l'induttanza propria della bobina mobile.

