

# Audio Engineering Society *Italian Section*

## Progettazione e misura degli altoparlanti

Pierfrancesco Fravolini, Roberto Magalotti, Daniele Ponteggia

**audioplay**

**B&C SPEAKERS**

**AUDIOMATICA**

WHITE PLAINS, N.Y.

FRACTIONS DECIMALS

3" BIRCH OR MAPLE

# Sistemi di caricamento in bassa frequenza:

sospensione pneumatica e bass-reflex



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**





# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

**RS180S-8**

**7" Reference Shielded Woofer 8 Ohm**



**RS180S-8**

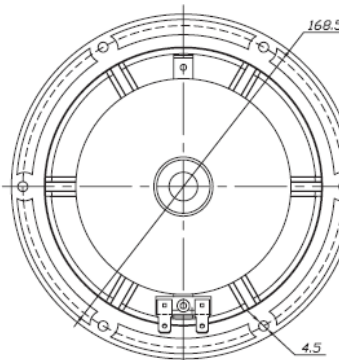
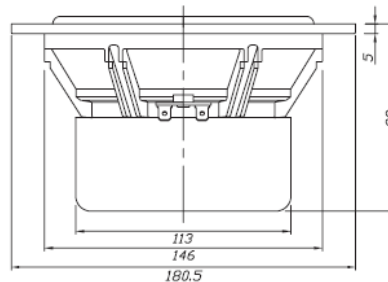
**7" Reference Shielded Woofer 8 Ohm**

## Features

- Lightweight black anodized aluminum cone
- Fully shielded magnetic structure
- Attractive 6-hole cast frame
- Advanced low distortion motor design
- Solid aluminum phase plug
- Rubber surround

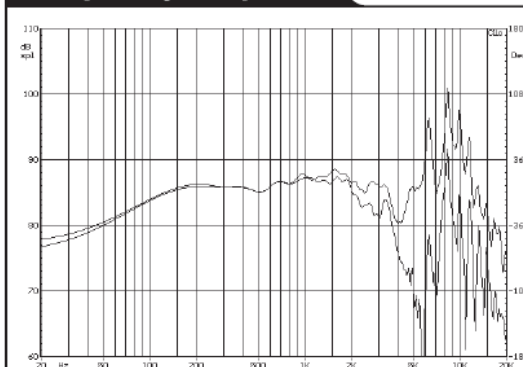
## Parameters

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Impedance ( $\Omega$ )      | 8         |
| Re ( $\Omega$ )             | 6.4       |
| Le (mH) @ 1 kHz             | 0.86      |
| Fs (Hz)                     | 43.7      |
| Qms                         | 1.91      |
| Qes                         | 0.58      |
| Qts                         | 0.45      |
| Mms (g)                     | 13.48     |
| Cms (mm/N)                  | 0.98      |
| Sd (cm <sup>2</sup> )       | 124.7     |
| Vd (liters)                 | 74.8      |
| BL (Tm)                     | 6.42      |
| VAS (liters)                | 21.5      |
| XMAX (mm)                   | 6         |
| VC Diameter (mm)            | 38        |
| SPL (dB@1W/1m)              | 87.6      |
| RMS Power Handling (W)      | 60        |
| Usable Frequency Range (Hz) | 40 - 2200 |



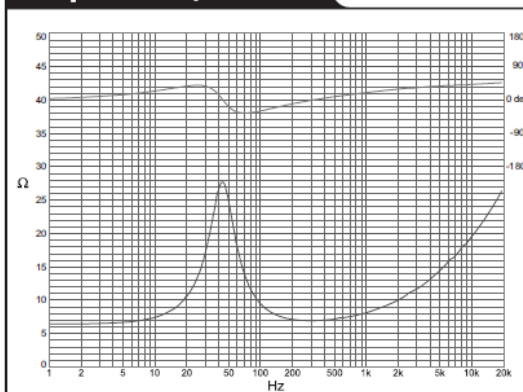
Note: All dimensions in mm.

## Frequency Response



Note: Due to testing limitations, response below 200 Hz is not an actual representation.

## Impedance/Phase



daytonaudio.com

© Dayton Audio

# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

**RS180S-8**

**7" Reference Shielded Woofer 8 Ohm**



**RS180S-8**

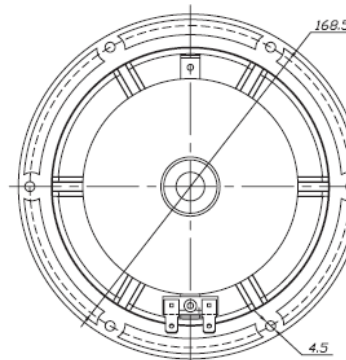
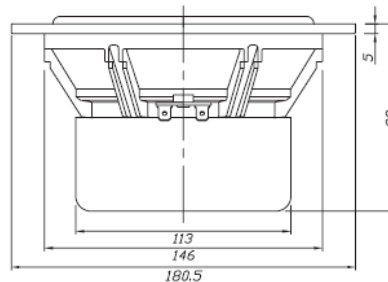
**7" Reference Shielded Woofer 8 Ohm**

## Features

- Lightweight black anodized aluminum cone
- Fully shielded magnetic structure
- Attractive 6-hole cast frame
- Advanced low distortion motor design
- Solid aluminum phase plug
- Rubber surround

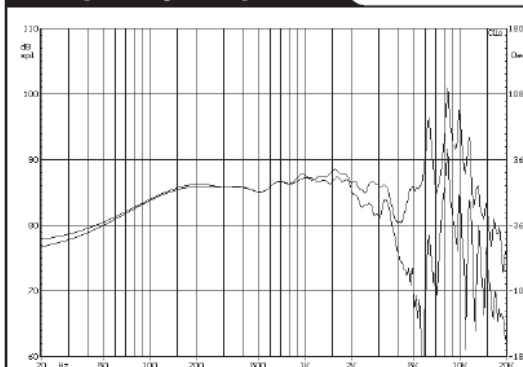
## Parameters

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| Impedance ( $\Omega$ )      | 8         |
| Re ( $\Omega$ )             | 6.4       |
| Le (mH) @ 1 kHz             | 0.86      |
| Fs (Hz)                     | 43.7      |
| Qms                         | 1.91      |
| Qes                         | 0.58      |
| Qts                         | 0.45      |
| Mms (g)                     | 13.48     |
| Cms (mm/N)                  | 0.98      |
| Sd (cm <sup>2</sup> )       | 124.7     |
| Vd (liters)                 | 74.8      |
| BL (Tm)                     | 6.42      |
| V <sub>AS</sub> (liters)    | 21.5      |
| X <sub>MAX</sub> (mm)       | 6         |
| VC Diameter (mm)            | 38        |
| SPL (dB@1W/1m)              | 87.6      |
| RMS Power Handling (W)      | 60        |
| Usable Frequency Range (Hz) | 40 - 2200 |



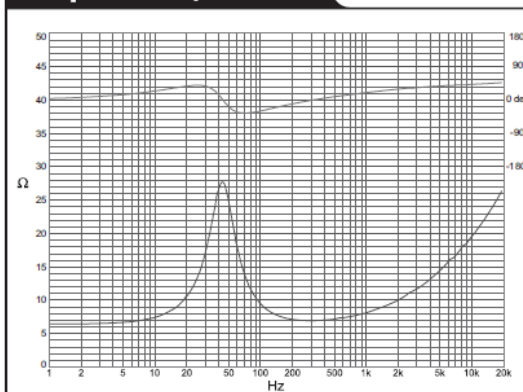
Note: All dimensions in mm.

## Frequency Response



Note: Due to testing limitations, response below 200 Hz is not an actual representation.

## Impedance/Phase



daytonaudio.com

© Dayton Audio

# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica (acoustic suspension)

La sospensione pneumatica è il montaggio dell'altoparlante, tipicamente un woofer, sul pannello anteriore di una cassa acustica completamente chiusa, in modo che le frequenze emesse posteriormente dalla membrana dell'altoparlante vadano ad espandersi all'interno di un volume chiuso.

## Bass reflex

Il bass reflex è una particolare tecnica di realizzazione dell'insieme "cassa acustica + altoparlante" consistente in un box chiuso nel quale viene progettata e realizzata una apertura, detta "condotto" o “**porta**”, funzionante come un risuonatore di **Helmholtz**, che permette di filtrare e convogliare verso la parte anteriore anche il suono generato posteriormente dall'altoparlante.

# Sistemi di caricamento in bassa frequenza

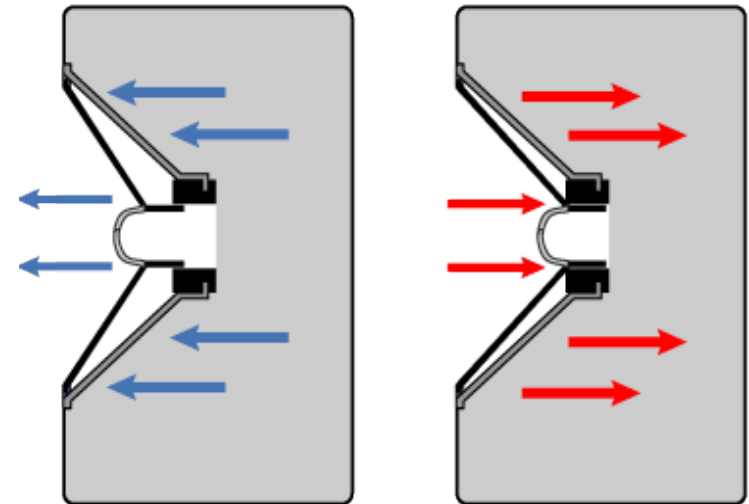


Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica

L'aria contenuta all'interno del mobile agisce sulla membrana come una molla frenante i cui effetti si combinano con le caratteristiche elettroacustiche dell'altoparlante; rispetto al funzionamento in aria libera, o in una cassa aperta, si ottiene l'eliminazione del cortocircuito acustico. Operando inoltre opportunamente sul dimensionamento della cassa e sulla composizione del materiale assorbente interno, si può ottimizzare la risposta alle frequenze più basse secondo le necessità di progetto.



# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica – formule principali

Frequenza di risonanza in cassa

$$f_c = \frac{Q_{tc} * f_s}{Q_{ts}}$$

Volume del mobile

$$V_b = \frac{V_{as}}{\alpha}$$

Dove  $\alpha = \left( \frac{Q_{tc}}{Q_{ts}} \right)^2 - 1$   $Q_{tc}$  = fattore di merito della cassa

$\alpha$  deve essere  $> 0$  quindi  $Q_{tc} > Q_{ts}$  e  $f_c > f_s$  quindi  $V_b < V_{as}$

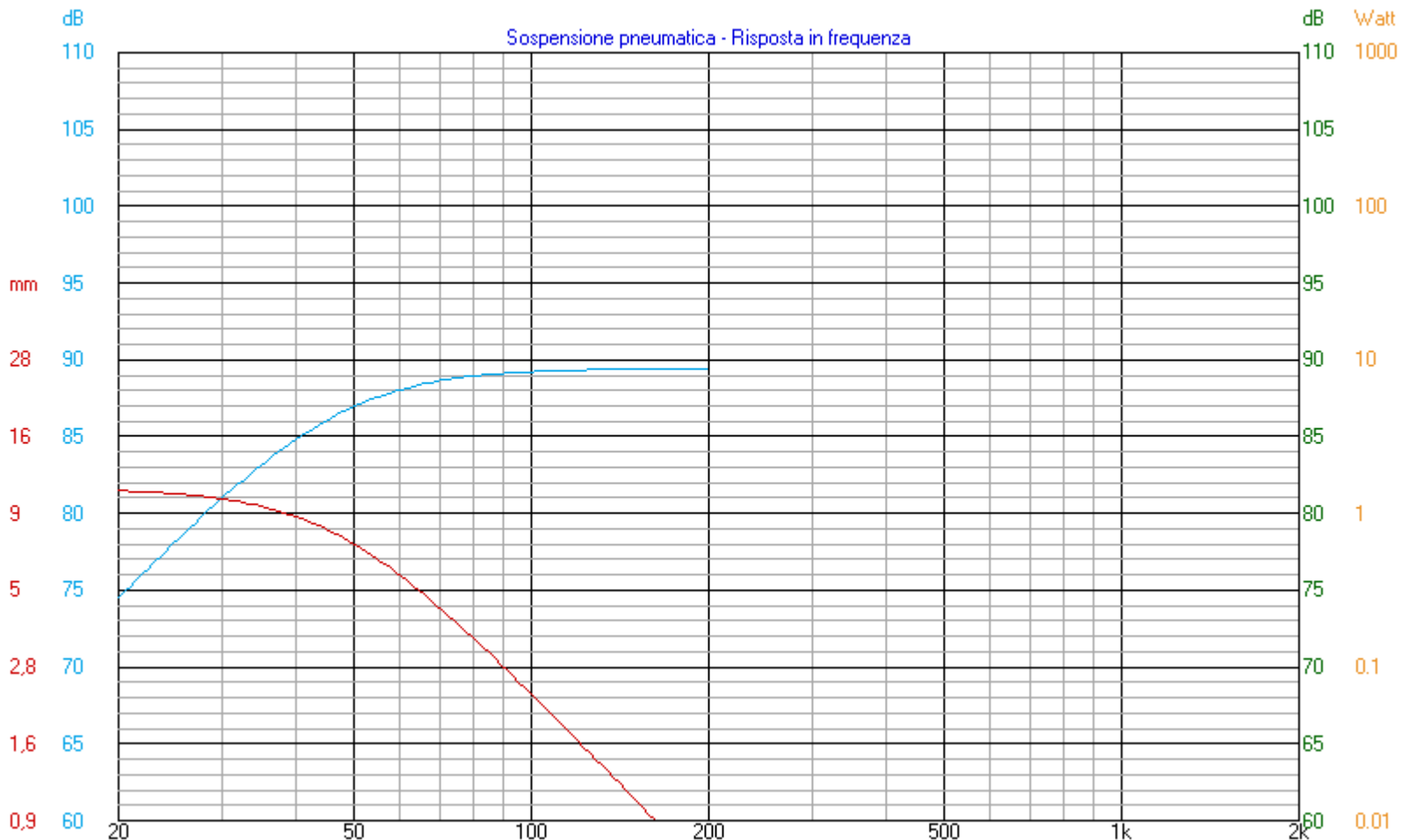
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica – risposta ed escursione





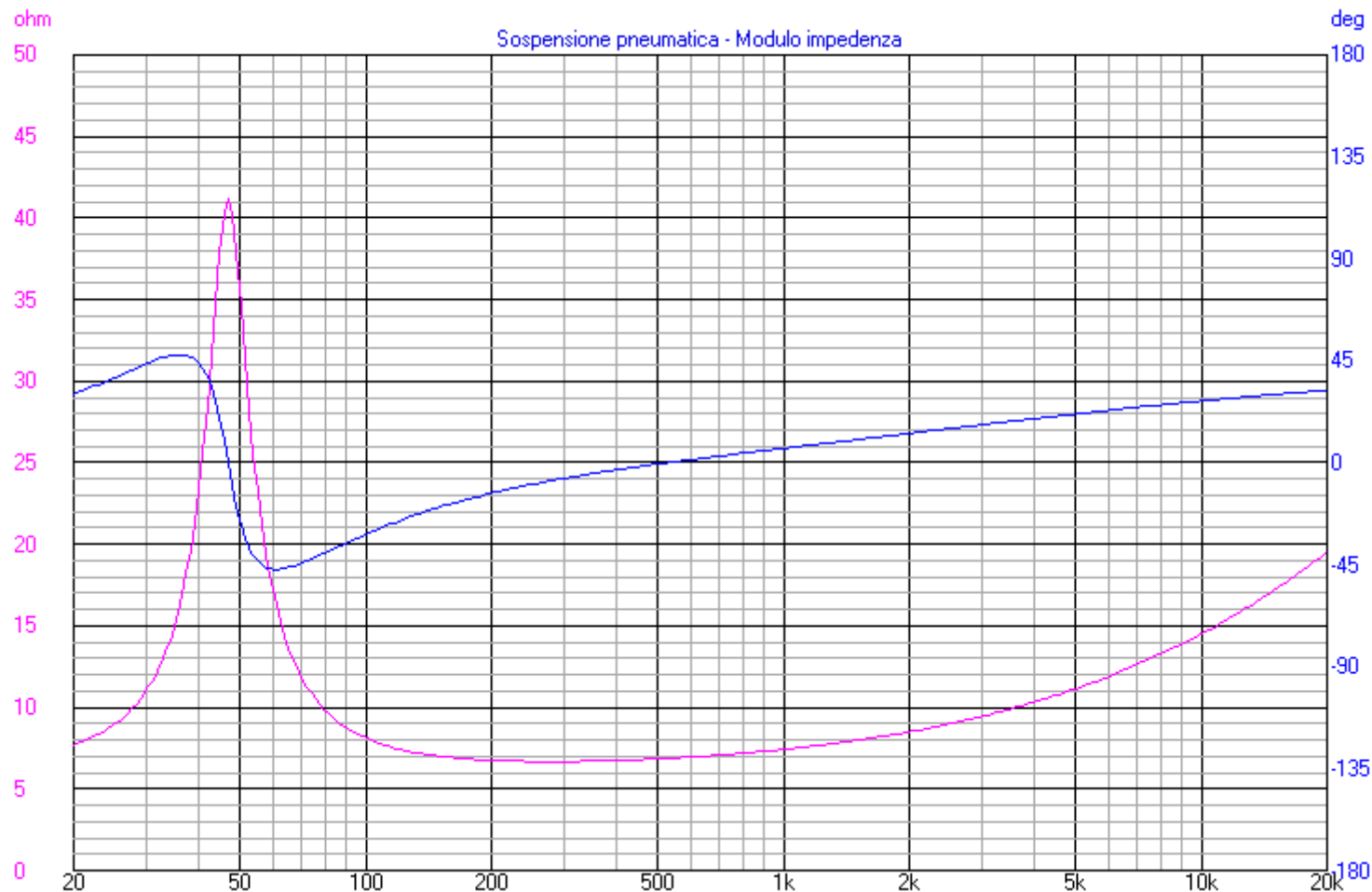
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica - impedenza



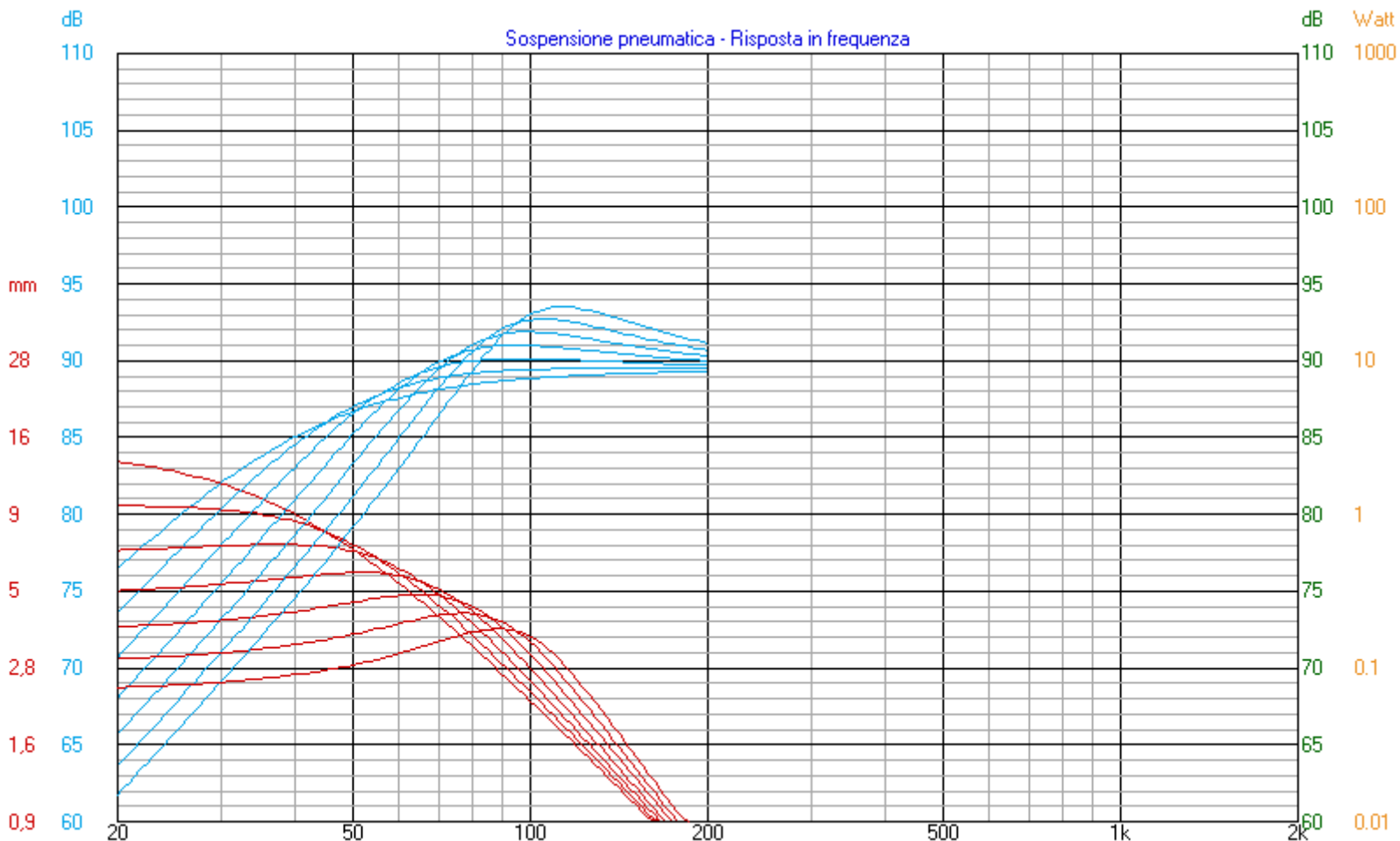
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica - variazione $F_c$



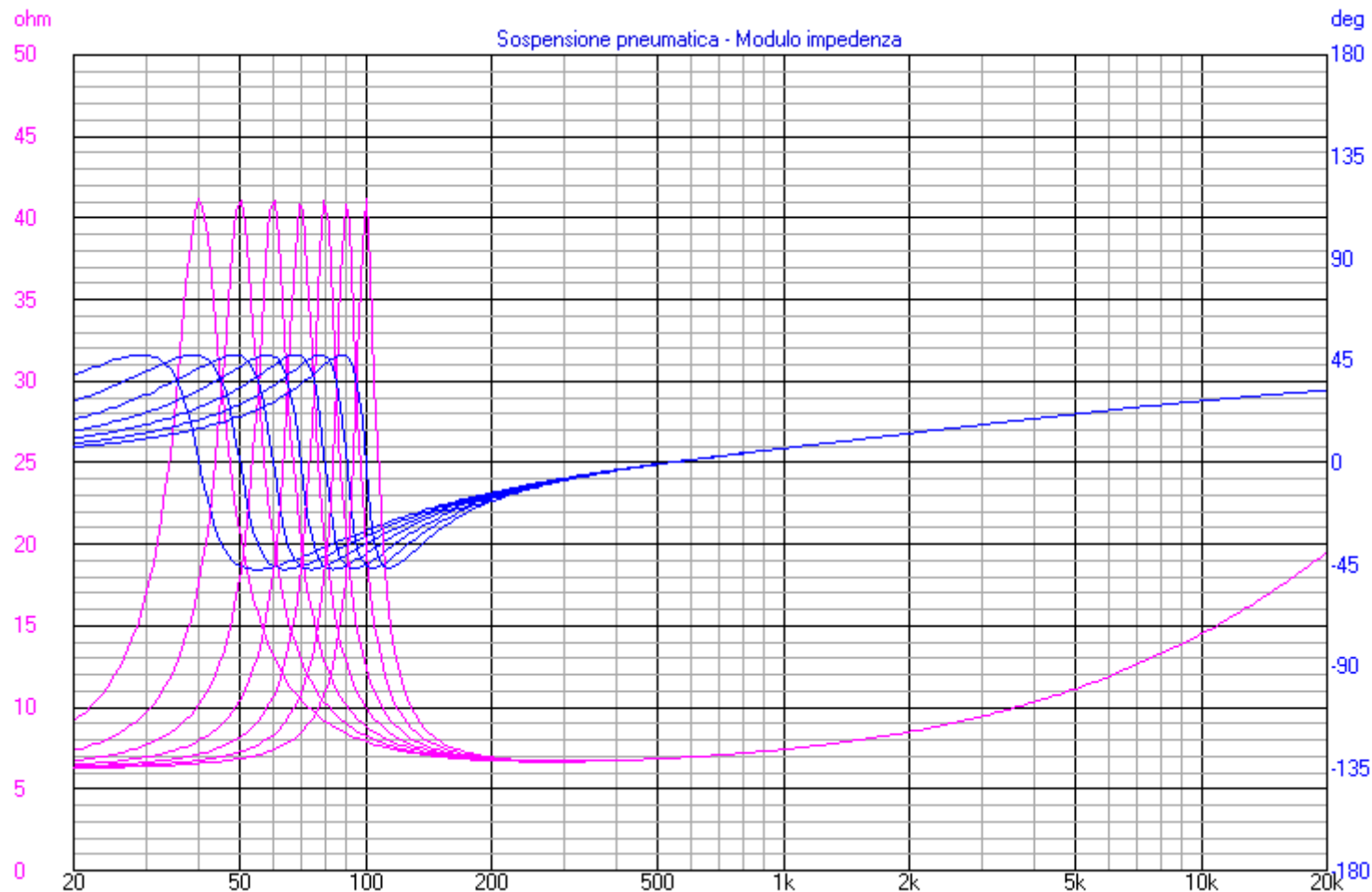
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica - variazione $F_c$



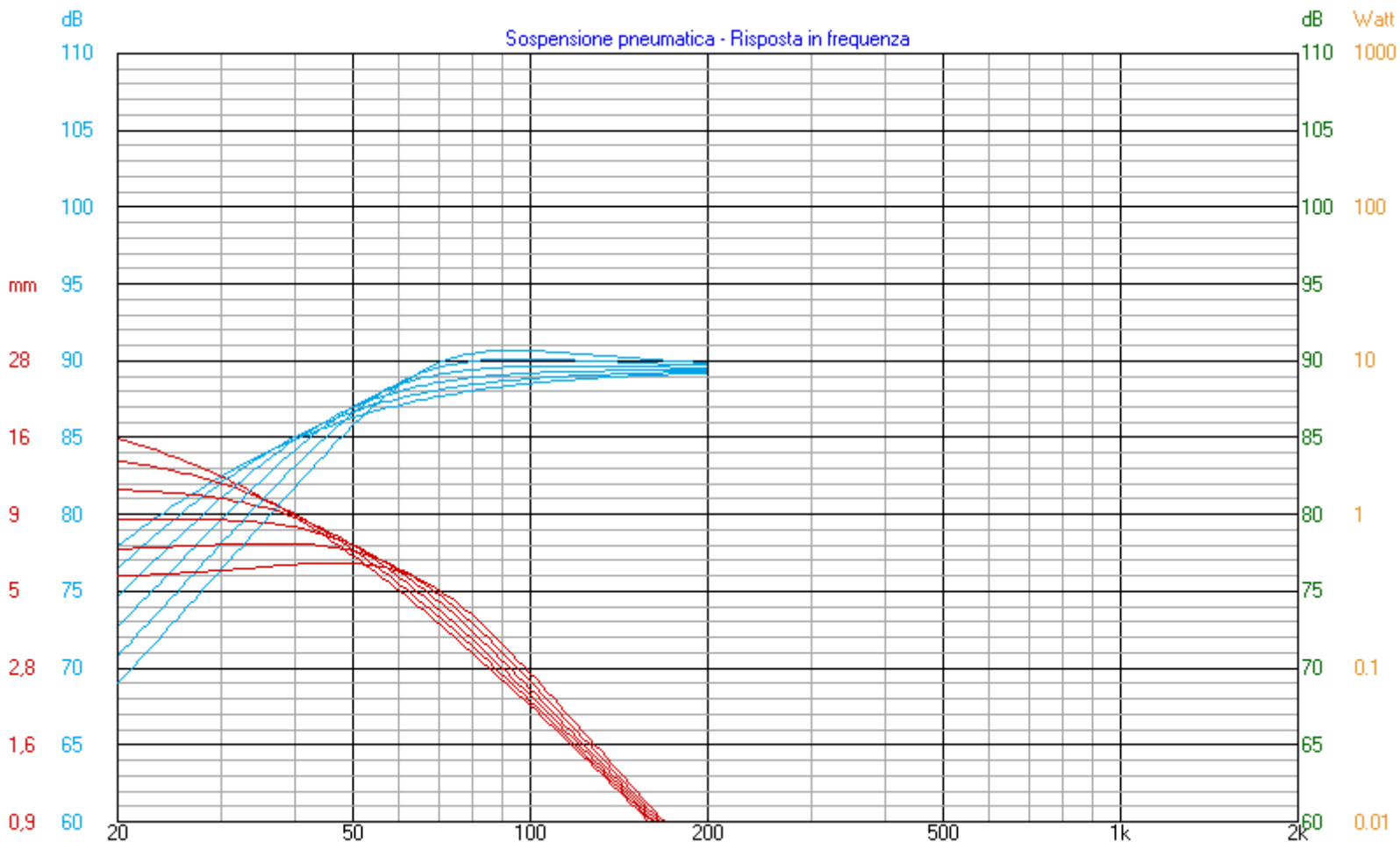
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica - variazione $Q_{tc}$





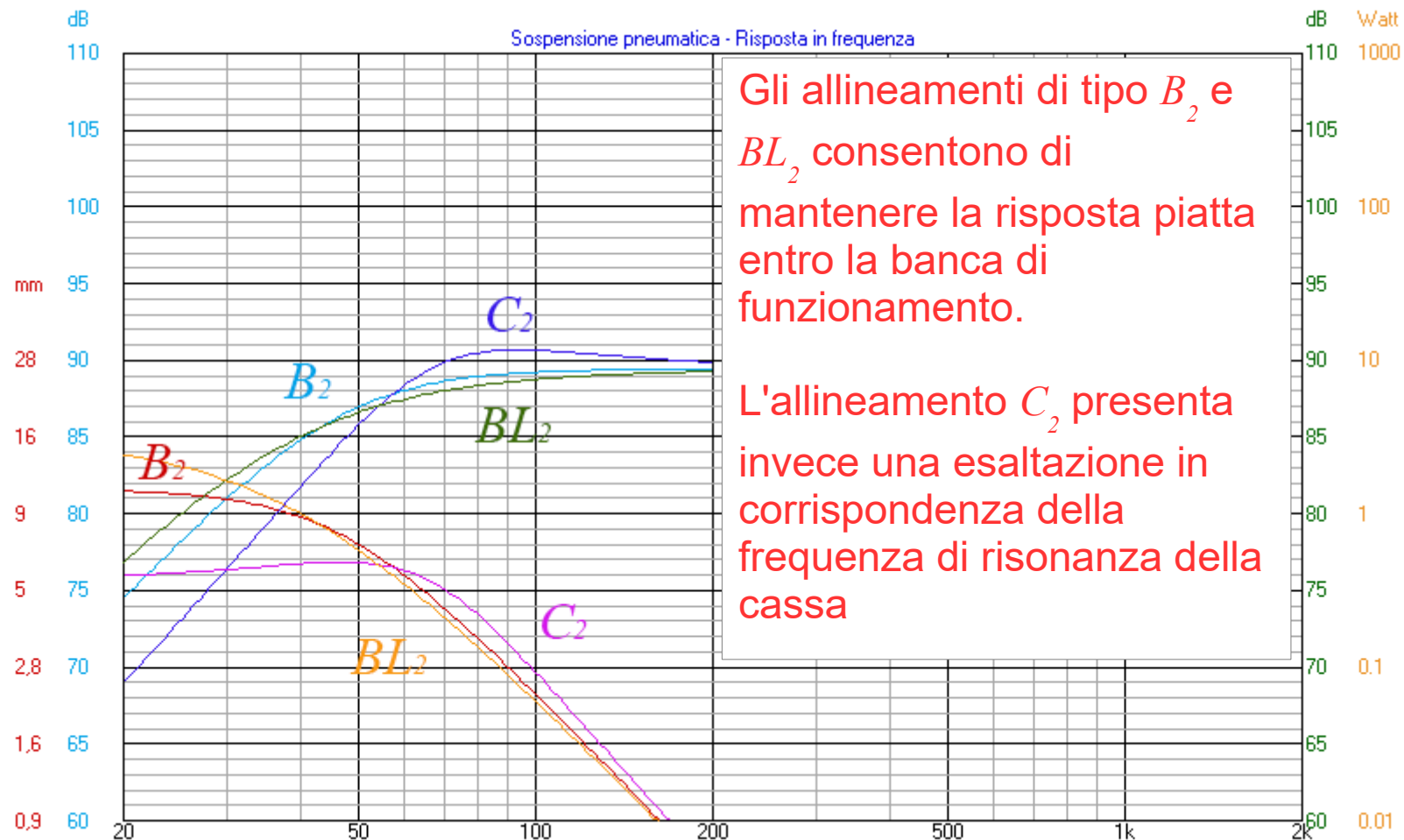
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica – allineamenti



# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica

Tabella degli allineamenti per un dato altoparlante

| Allineamento | $Q_{tc}$ | $F_c$ (Hz) | $V_b$<br>(dm <sup>3</sup> ) |
|--------------|----------|------------|-----------------------------|
| $BL_2$       | 0,5      | 33,15      | 386,8                       |
| $B_2$        | 0,707    | 46,88      | 59,35                       |
| $C_2$        | 1        | 66,3       | 22,03                       |

All'aumentare del  $Q_{tc}$  aumenta la  $F_c$  e diminuisce il volume

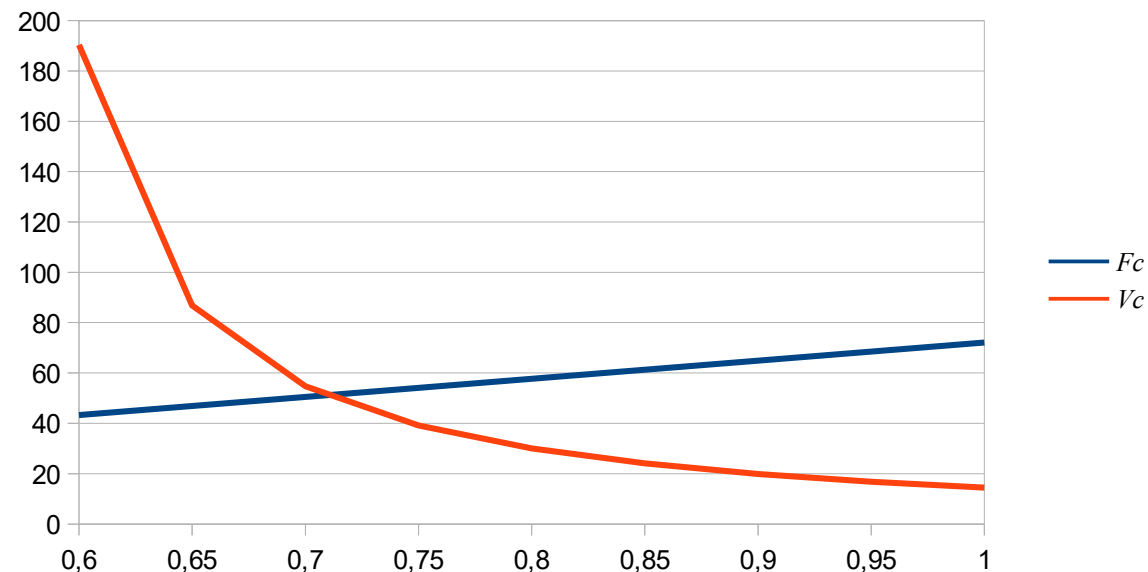
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Sospensione pneumatica



All'aumentare del  $Q_{tc}$  aumenta la  $F_c$  e diminuisce il volume

# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

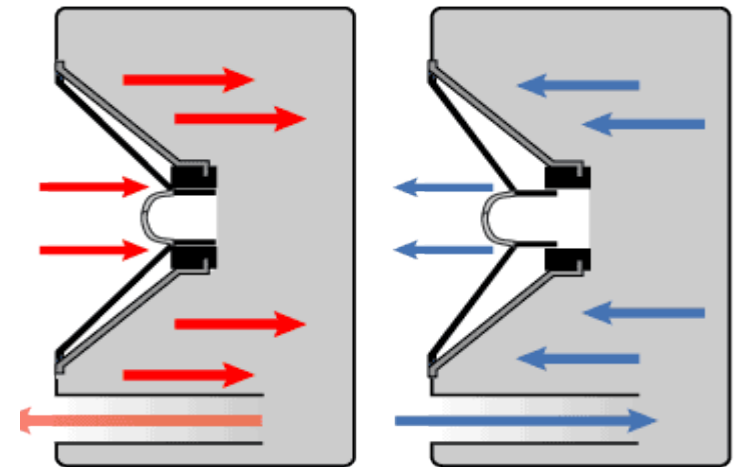
**audioplay**

## Bass reflex

Questo sistema consente di sfruttare anche la radiazione emessa posteriormente dall'altoparlante.

Il tubo reflex non fa altro che rifasare il suono emesso posteriormente dal cono del woofer; la lunghezza del tubo determina la frequenza di accordo. Permette di estendere la risposta in frequenza dell'altoparlante alle basse frequenze.

Consente di ridurre molto l'escursione e di aumentare la potenza applicabile.





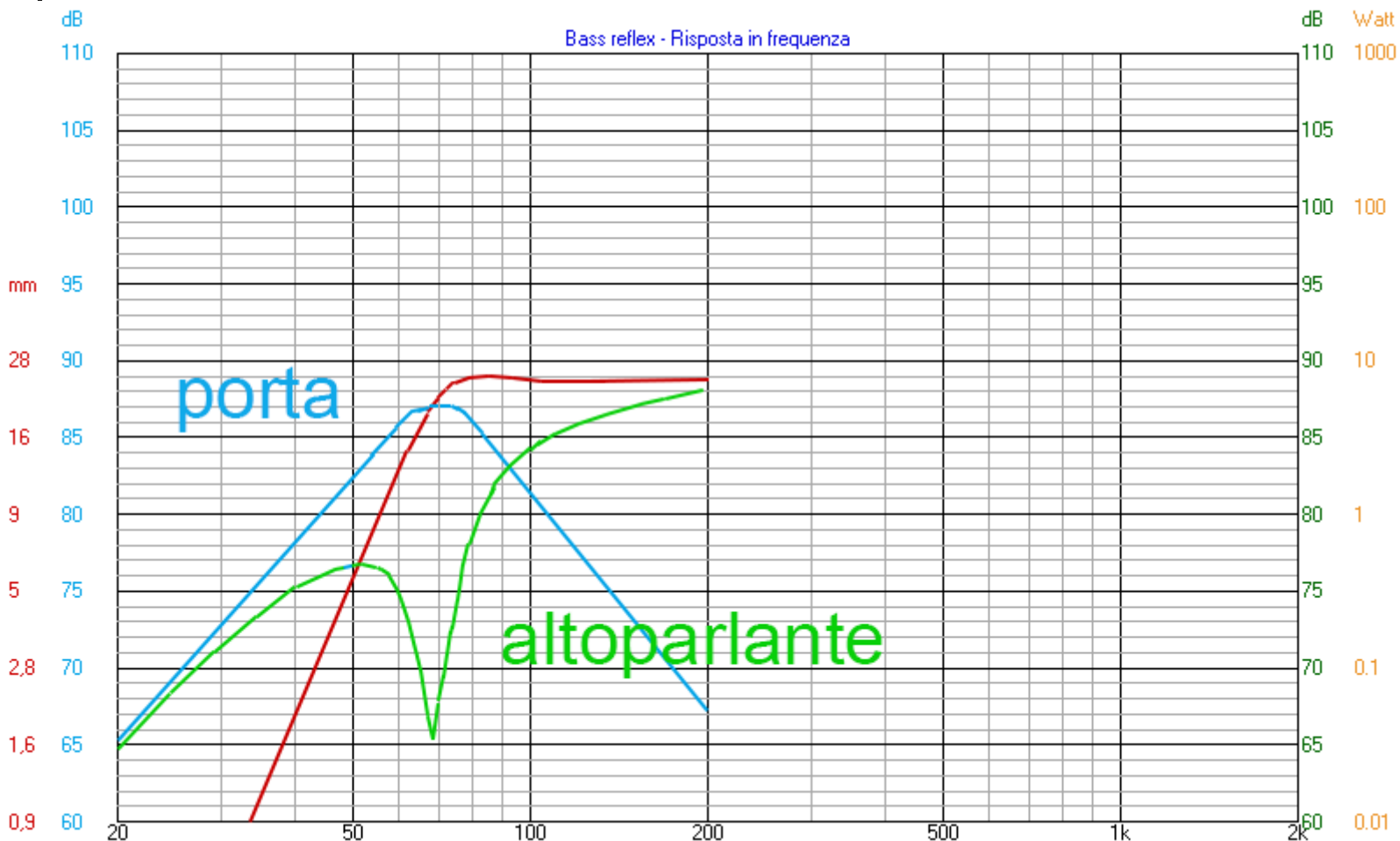
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

**Bass reflex** - la risposta è data dalla somma delle emissioni dell'altoparlante e del condotto



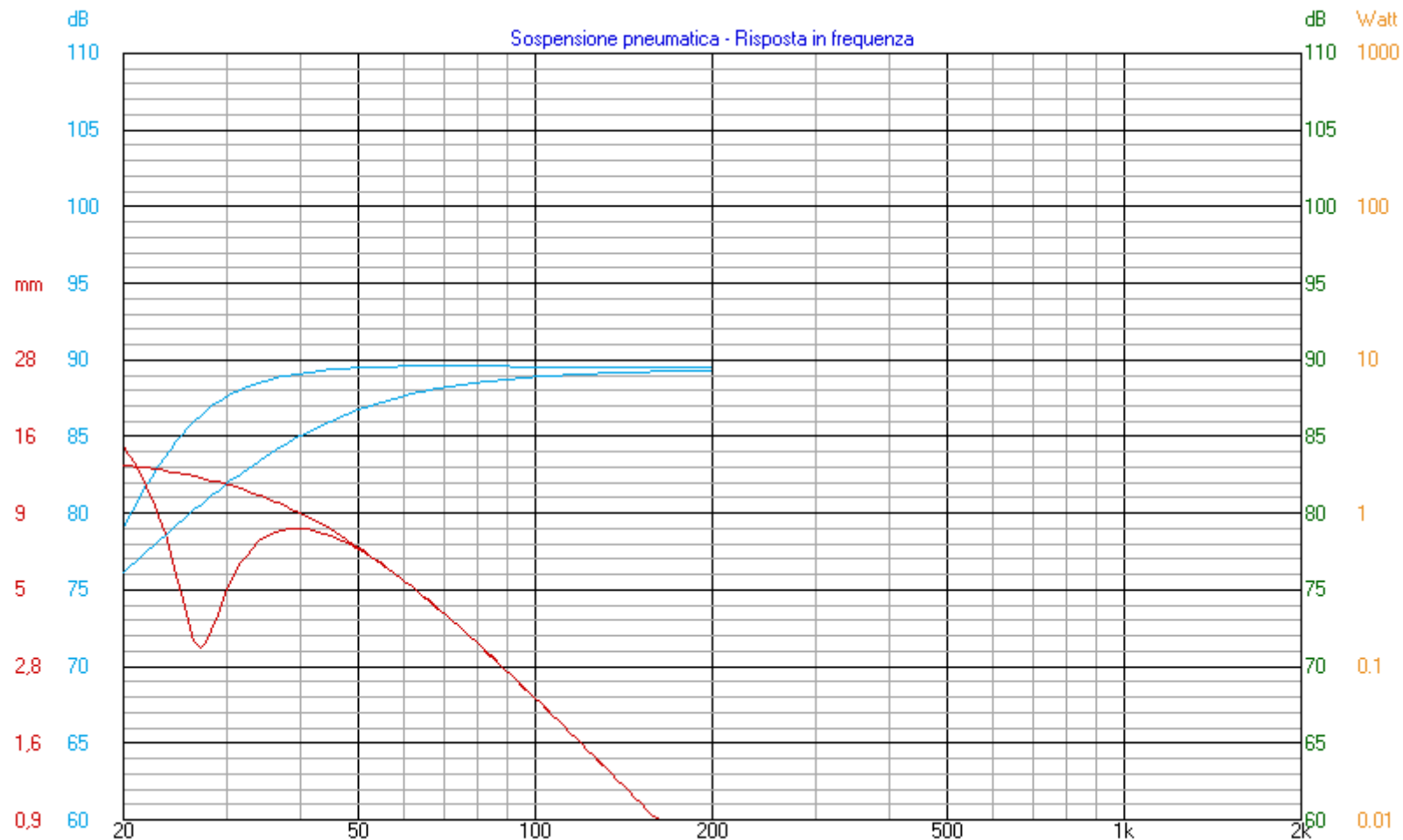
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex vs sospensione pneumatica – stesso volume



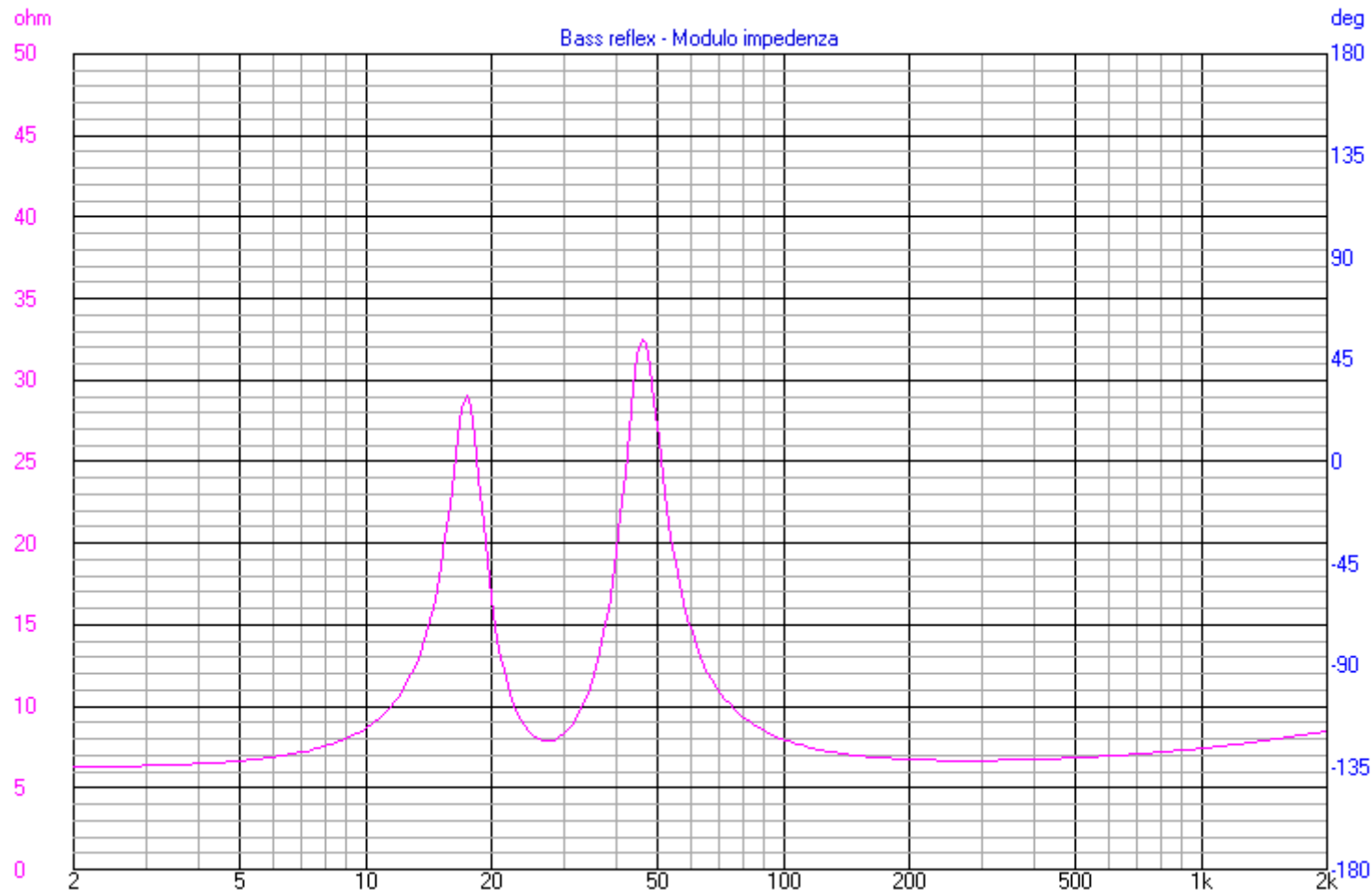
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex - impedenza



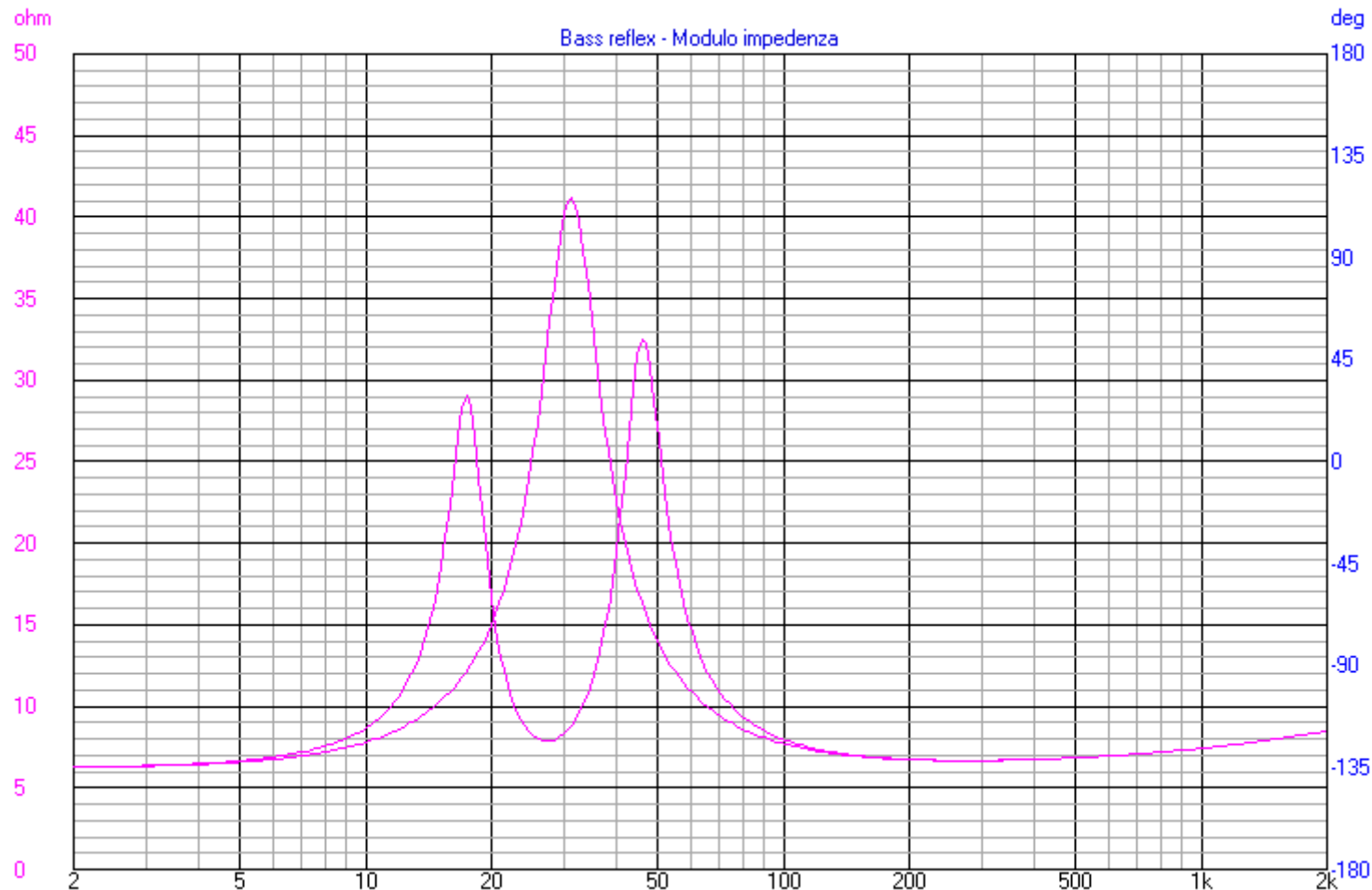
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex & sospensione pneumatica - impedenza





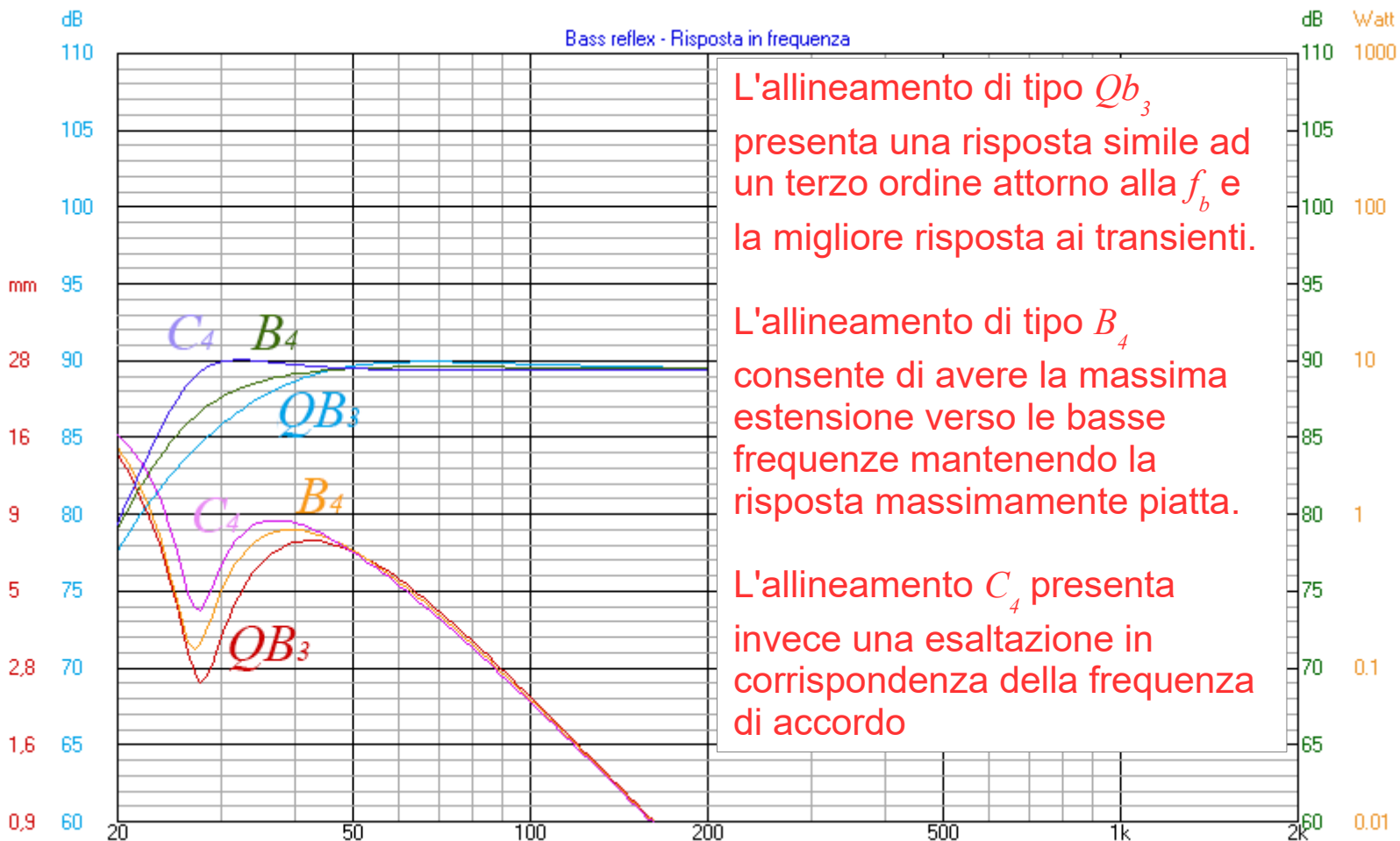
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex - allineamenti



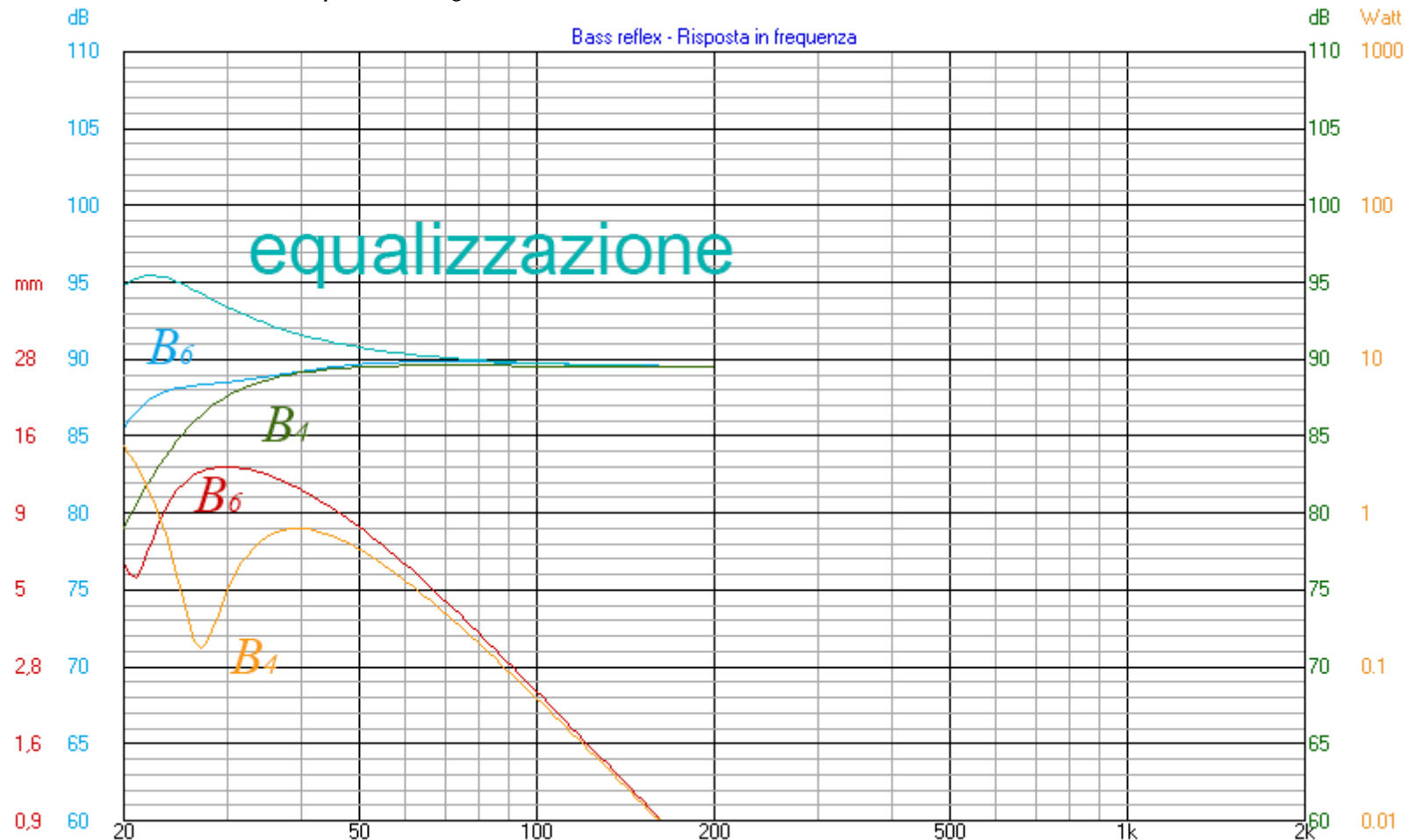
# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex - $B_4$ e $B_6$ con equalizzatore



# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex - tabella degli allineamenti (Thiele)

|                   |     | Alignment Details |     |             | Box Design |           |                 |       | Auxiliary Circuits |                |                |              | Approximately Constant Quantities |                       |
|-------------------|-----|-------------------|-----|-------------|------------|-----------|-----------------|-------|--------------------|----------------|----------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                   | No. | Type              | k   | Ripple (db) | $f_3/f_s$  | $f_3/f_b$ | $C_{as}/C_{ab}$ | $Q_t$ | $f_{aux}/f_3$      | $\gamma_{aux}$ | Peak Lift (db) | $f_{pk}/f_3$ | $\frac{C_{as}f_s^2}{C_{ab}f_3^2}$ | $\frac{Q_t f_b}{f_s}$ |
| Quasi-Third Order | 1   | QB <sub>3</sub>   | —   | —           | 2.68       | 1.34      | 10.48           | .180  | —                  | —              | —              | —            | 1.47                              | .360                  |
|                   | 2   | QB <sub>3</sub>   | —   | —           | 2.28       | 1.32      | 7.48            | .209  | —                  | —              | —              | —            | 1.44                              | .362                  |
|                   | 3   | QB <sub>3</sub>   | —   | —           | 1.77       | 1.25      | 4.46            | .259  | —                  | —              | —              | —            | 1.43                              | .367                  |
|                   | 4   | QB <sub>3</sub>   | —   | —           | 1.45       | 1.18      | 2.95            | .303  | —                  | —              | —              | —            | 1.41                              | .371                  |
| Fourth Order      | 5   | B <sub>4</sub>    | 1.0 | —           | 1.000      | 1.000     | 1.414           | .383  | —                  | —              | —              | —            | 1.41                              | .383                  |
|                   | 6   | C <sub>4</sub>    | .8  | —           | .867       | .935      | 1.055           | .415  | —                  | —              | —              | —            | 1.41                              | .384                  |
|                   | 7   | C <sub>4</sub>    | .6  | 0.2         | .729       | .879      | .729            | .466  | —                  | —              | —              | —            | 1.37                              | .386                  |
|                   | 8   | C <sub>4</sub>    | —   | 0.9         | .641       | .847      | .559            | .518  | —                  | —              | —              | —            | 1.36                              | .392                  |
|                   | 9   | C <sub>4</sub>    | —   | 1.8         | .600       | .838      | .485            | .557  | —                  | —              | —              | —            | 1.35                              | .398                  |

# Sistemi di caricamento in bassa frequenza



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

## Bass reflex - tabella degli allineamenti

| N° | Tipo   | $k$   | Ripple<br>(dB) | $f_3/f_s$ | $f_3/f_b$ | $C_{as}/C_{ab}$ | $Q_{ts}$ | $f_b/f_s$ | $V_b/V_{as}$ |
|----|--------|-------|----------------|-----------|-----------|-----------------|----------|-----------|--------------|
| 1  | $QB_3$ |       |                | 2,680     | 1,340     | 10,480          | 0,180    | 2,000     | 0,095        |
| 2  | $QB_3$ |       |                | 2,280     | 1,320     | 7,480           | 0,209    | 1,727     | 0,134        |
| 3  | $QB_3$ |       |                | 1,770     | 1,250     | 4,460           | 0,259    | 1,416     | 0,224        |
| 4  | $QB_3$ |       |                | 1,450     | 1,180     | 2,950           | 0,303    | 1,229     | 0,339        |
| 5  | $B_4$  | 1,000 |                | 1,000     | 1,000     | 1,414           | 0,383    | 1,000     | 0,707        |
| 6  | $C_4$  | 0,800 |                | 0,867     | 0,935     | 1,055           | 0,415    | 0,927     | 0,948        |
| 7  | $C_4$  | 0,600 | 0,200          | 0,729     | 0,879     | 0,729           | 0,466    | 0,829     | 1,372        |
| 8  | $C_4$  |       | 0,900          | 0,641     | 0,847     | 0,559           | 0,518    | 0,757     | 1,789        |
| 9  | $C_4$  |       | 1,800          | 0,600     | 0,838     | 0,485           | 0,557    | 0,716     | 2,062        |



# Bibliografia



Audio Engineering Society  
Italian Section

**audioplay**

A. N. Thiele - Loudspeakers in Vented Boxes Part 1 – JAES Vol. 19, N° 5, Maggio 1971

A. N. Thiele - Loudspeakers in Vented Boxes Part 2 – JAES Vol. 19, N° 6, Giugno 1971

Richard H. Small - Direct Radiator Loudspeaker System Analysis - JAES Vol. 20, N° 5, Giugno 1972

Richard H. Small - Closed-Box Loudspeaker Systems Part 1: Analysis - JAES Vol. 20, N° 10, Dicembre 1972

Richard H. Small - Closed-Box Loudspeaker Systems Part 2: Synthesis - JAES Vol. 21, N° 1, Gen/Feb 1973

Richard H. Small - Vented-Box Loudspeaker Systems Part 1 Small Signal Analysis - JAES Vol. 21, N° 5, Giugno 1973

Richard H. Small - Vented-Box Loudspeaker Systems Part 2 Large Signal Analysis - JAES Vol. 21, N° 6, Lug/Ago 1973

Richard H. Small - Vented-Box Loudspeaker Systems Part 3 Synthesis - JAES Vol. 21, N° 7, Settembre 1973

Richard H. Small - Vented-Box Loudspeaker Systems Part 4 Appendices - JAES Vol. 21, N° 8, Ottobre 1973

Roy Allison - The Influence of Room Boundaries on Loudspeaker Power Output - JAES Vol. 22, N° 5, Giugno 1974

Roy Allison - The Sound Field in Home Listening Rooms - JAES Vol. 24, N° 1, Gen/Feb 1976

K. O. Ballagh - Optimum Loudspeaker Placement Near Reflecting Planes - JAES Vol. 31, N° 12, Dicembre 1983

D. B. Keele, Jr. - Sensitivity of Thiele's Vented Loudspeaker Enclosure - JAES Vol. 21, N° 4, Maggio 1973

Robert M. Bullock III - Loudspeaker-Crossover Systems: An Optimal Crossover Choice - JAES Vol. 30, N° 7/8, Agosto 1982

Robert M. Bullock III - Passive Three-Way All-Pass Crossover Networks - JAES Vol. 32, N° 9, Settembre 1984

Renato Giussani - Stereofonia e Percezione - Audio Review n.71 - aprile 1988

Renato Giussani - Bass-64 - Parte 1 - Audioreview n°33 novembre 1984

Renato Giussani - Bass-64 - Parte 2 - Audioreview n°35 gennaio 1985

Renato Giussani - Bass-64 Reflex - Audioreview n°40 giugno 1985

Pierfrancesco Fravolini - Bass-PC v3.0 - Parte 1 - Audioreview n°92 marzo 1990

Pierfrancesco Fravolini - Bass-PC v3.0 - Parte 2 - Audioreview n°93 aprile 1990

*Tutti gli articoli qui citati di Renato Giussani possono essere liberamente scaricati dal sito [www.renatogiussani.com](http://www.renatogiussani.com)*

*Tutti gli articoli qui citati di Pierfrancesco Fravolini possono essere liberamente scaricati dal sito [www.fravolini.com](http://www.fravolini.com)*