

ACHIEVEMENT OF AN OMNIDIRECTIONAL SOUND SOURCE OF HIGH POWER /

REALIZAREA UNEI SURSE OMNIDIREȚIONALE DE MARE PUTERE ACUSTICĂ

Assoc. Prof. Ph.D. Eng. Carp-Ciocârdia D.C., Eng. Badea Cr., Assist. Prof. Ph.D. Eng. Ion G.C.,
Prof. Ph.D. Eng. Magheți I.

P.U. Bucharest / Romania
Tel: 021-4029250; E-mail: carp@cat.mec.pub.ro

Abstract: To determine the best method and materials in order to achieve proper sound insulation, acoustic diagnosis is required by means of a system consisting of a controlled noise source and a measurement and analysis system of sound level. For this purpose, we achieved an omnidirectional source (sound source uniformly radiated in all directions) consisting of eight speakers arranged on the seven lateral faces of a straight heptagon prism and also on its superior face. Experimental researches on frequency response and directivity characteristics were achieved in the anechoic chamber.

Keywords: loudspeakers, acoustic power, omnidirectional source, noise.

INTRODUCTION

Noise control in buildings depends on a proper sound insulation, an insulation of heating and ventilation systems, and the locations of the rooms. Also, the acoustic insulation of external walls, windows and roofs can provide protection against outside noise. On the other hand, internal walls and ceiling must also have a high level of sound insulation. Sound absorption can be achieved by installing sound absorbers.

A good sound insulation can be also achieved by using double or triple insulated windows, solid wood doors or designing sound proofed installation systems to reduce the noise from waste water.

To determine the best method and materials to achieve proper sound insulation it is advisable to use an acoustic diagnosis system comprising a controlled noise source and a measurement and analysis system of sound level [2, 3, 5].

For most situations, acoustic measurements can be performed using a sound source radiated uniformly in all directions (omnidirectional sound). Such a source was developed and then tested by the authors of this paper in order to determine its frequency response and directivity characteristics.

MATERIAL AND METHOD

Description of the developed equipment

The omnidirectional source achieved is an acoustic system with eight loudspeakers mounted in a series-parallel circuit in a closed cabinet. The achieved circuit has a 8 Ω impedance to ensure both the operating phase and compatibility with the power amplifier.

Seven of the loudspeakers are arranged in the horizontal plane on the lateral faces of the straight heptagonal prism and the eighth on the top of it (Fig. 1).

The omnidirectional source has small size, a mass of 16.4 kg and is equipped with two lifting handles.

Each loudspeaker (commercial type Py520CA1 5.25') of source has the following features:

- High power - 105 dB;
- Frequency range - 80–20000 Hz;
- Enough power at low frequencies, providing a peak power in the 100-4000Hz range of frequencies;
- Sensitivity 89 dB/W/m;

Rezumat: Pentru a stabili metoda și materialele cele mai bune pentru a realiza o izolație fonică corespunzătoare, este necesară diagnosticarea acustică cu ajutorul unui sistem format dintr-o sursă de zgomot controlat și un sistem de măsurare și analiză al nivelului acustic. În acest scop, s-a realizat o sursă omnidirecțională (sursă de sunet radiat uniform în toate direcțiile) formată din 8 difuzoare dispuse pe cele șapte fețe laterale ale unei prisme heptagonale drepte, precum și pe fața superioară a acesteia. Cercetările experimentale privind caracteristicile de răspuns în frecvență și directivitate au fost realizate în camera anecoică.

Cuvinte cheie: difuzoare, putere acustică, sursă omnidirecțională, zgomot.

INTRODUCERE

Controlul zgomotelor în clădiri depinde de o izolare fonică adecvată, de izolarea sistemelor de încălzire și ventilație, dar și de așezarea încăperilor. De asemenea, izolarea fonică a pereților exteriori, ferestrele și acoperișul pot asigura protecția față de zgomotul exterior. Pe de altă parte, și pereții interni și tavanul trebuie să aibă un nivel ridicat de izolare fonică, absorbția sunetului putându-se realiza și prin instalarea unor absorbantți fonici.

O bună izolare fonică mai poate fi realizată și prin utilizarea ferestrelor dublu sau triplu izolate, folosirea ușilor din lemn solid sau proiectarea sistemelor de instalații izolate fonice pentru diminuarea zgomotului produs de apa menajeră.

Pentru a stabili metoda și materialele cele mai bune pentru a realiza o izolație fonică corespunzătoare este oportună folosirea unui sistem de diagnosticare acustică alcătuit dintr-o sursă de zgomot controlat și un sistem de măsurare și analiză a nivelului acustic [2, 3, 5].

Pentru cele mai multe situații măsurătorile acustice se pot realiza utilizând o sursă de sunet radiat uniform în toate direcțiile (sunet omnidirecțional). O astfel de sursă a fost realizată și apoi testată de autorii prezentei lucrări, în scopul stabilirii caracteristicilor sale de răspuns în frecvență și directivitate.

MATERIAL ȘI METODĂ

Descrierea echipamentului realizat

Sursa omnidirecțională realizată reprezintă un sistem acustic cu opt difuzoare montate în circuit serie-paralel într-o încălțată închisă. Circuitul realizat are o impedanță de 8 Ω , pentru a asigura atât faza de operare cât și compatibilitatea cu amplificatorul de putere.

Șapte dintre difuzoare sunt dispuse în plan orizontal pe fețele laterale ale unei prisme heptagonale drepte, iar al optulea pe fața superioară a acesteia (fig. 1).

Sursa omnidirecțională realizată are un gabarit redus, o masă de 16,4 kg și este echipată cu două mânere de ridicare.

Fiecare difuzor (tip comercial Py520CA1 5,25') din componența sursei realizate are următoarele caracteristici:

- Putere mare - 105 dB;
- Gama frecvențe - 80–20000 Hz;
- Putere suficientă la frecvențe joase, oferind o putere de vârf în domeniul de frecvențe 100-4000Hz;
- Sensibilitate 89 dB/W/m;

- Woofer – injection cone.
The system is powered by a signal generator that produces a white noise and a power amplifier.

- Woofer – con prin injecție.
Sistemul este alimentat de un generator de semnal, care produce un zgomot alb, și un amplificator de putere.

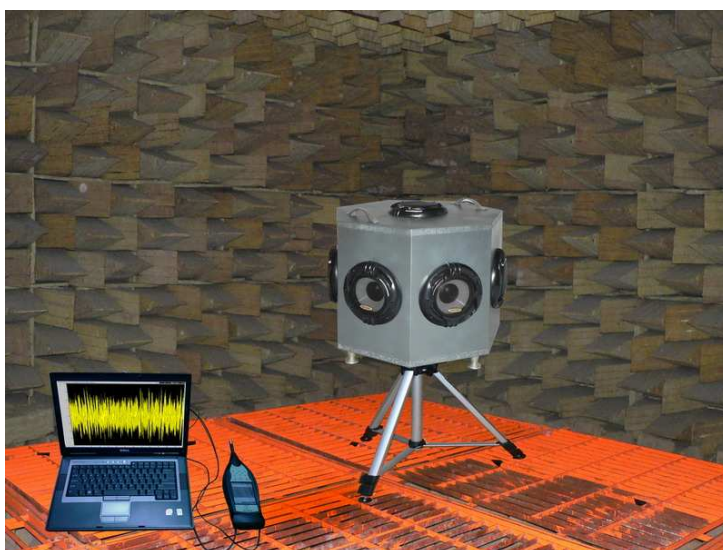


Fig. 1 – The omnidirectional source and part of the measurement chain in anechoic chamber / Sursa omnidirecțională și o parte a lanțului de măsurare din camera anecoică

Characteristics of directivity

Experimental determinations of frequency response and directivity characteristics [1, 4, 6] were performed in the anechoic chamber. To obtain reproducible and reliable results, namely, that the measurements are relevant, these were achieved in accordance with standards (ISO 140 and ISO 3382).

Frequency response and directivity characteristics were determined by measuring noise made by a source in the horizontal plane, on the loudspeakers directions, on their median directions, and in vertical plane in several radial directions [7].

A white noise signal produced by the signal generator and amplified by the power amplifier was used [2, 5]. The measurement of sound level was performed using a sonometer and the data obtained were processed, for 100-5,000Hz frequencies in the band of 1/3 octave, using a specialized software (figure 1).

Sound pressure level was measured on perpendicular directions to the lateral planes loudspeakers, at 0°, 51°, 102°, 154°, 206°, 257° oriented and on the median direction towards them, in order to obtain a more accurate assessment of source directivity in the horizontal plane.

In vertical plane, measurements of sound pressure level were made on perpendicular direction to the prism's superior face where the eighth loudspeaker is placed, and inclined towards of this, by each side, with 30° and 60°. Thus, the considered directions were oriented by 30°, 60°, 90°, 120° and 150° to the horizontal line. For 0° and 180° one considered that the values are approximately equal to those measured in the horizontal plane.

RESULTS

Using the values provided after processing experimental data, spectrograms corresponding to the frequency response in horizontal plane were obtained and they are represented in Figures 2 and 3. Also the frequency response spectrograms in vertical plane are represented in Figure 4.

Global values of acoustic pressure level, corresponding to each measurement directions, are indicated in the respective spectrograms. These values, which are almost equal in horizontal plane, highlight the characteristic of uniformly radiated noise source.

Caracteristici ale directivității

Determinările experimentale privind caracteristicile de răspuns în frecvență și directivitate [1,4, 6] au fost realizate în camera anecoică. Pentru a obține rezultate reproductibile și fiabile, altfel spus, pentru ca măsurătorile să fie relevante, acestea au fost realizate în conformitate cu prevederile standardelor (ISO 140 și ISO 3382).

Caracteristicile de răspuns și directivitate au fost stabilite prin măsurarea zgomotului produs de sursă în plan orizontal, pe direcțiile difuzoarelor și pe direcții mediane ale acestora, cât și în plan vertical pe mai multe direcții radiale [7].

S-a folosit un semnal de zgomot alb obținut prin intermediul generatorului de semnal, amplificat cu ajutorul unui amplificator de putere [2, 5]. Măsurarea nivelului de zgomot s-a realizat cu ajutorul unui sonometru iar datele obținute au fost prelucrate, pentru frecvențe de 100-5.000Hz în banda de 1/3 octavă, utilizând un soft specializat (fig.1).

S-a măsurat nivelul presiunii acustice pe direcții perpendiculare pe difuzoarele din planele laterale, orientate la 0°, 51°, 102°, 154°, 206°, 257° precum și pe direcții mediane față de acestea, pentru a se obține o evaluare mai precisă a directivității sursei în plan orizontal.

În plan vertical, s-au făcut determinări ale nivelului presiunii acustice, pe direcția perpendiculară pe planul superior al prisme în care este situat ultimul difuzor, precum și pe direcții înclinate față de aceasta, de o parte și de alta, cu 30° și respectiv 60°. Astfel, direcțiile considerate au fost orientate la 30°, 60°, 90°, 120°, 150° față de orizontală, pentru 0° și 180° considerându-se că valorile sunt aproximativ egale cu cele măsurate în planul orizontal.

REZULTATE

Cu ajutorul valorilor furnizate în urma prelucrării datelor experimentale s-au obținut spectrogramele corespunzătoare răspunsului în frecvență în plan orizontal, din figurile 2 și 3, respectiv răspunsului în frecvență în plan vertical din figura 4.

Valorile globale ale nivelului de presiune acustică, corespunzătoare fiecărei direcții de măsurare, sunt precizate pe spectrogramele respective. Aceste valori, aproape egale în plan orizontal, pun în evidență caracteristica de sursă de zgomot uniform radiat al acesteia.

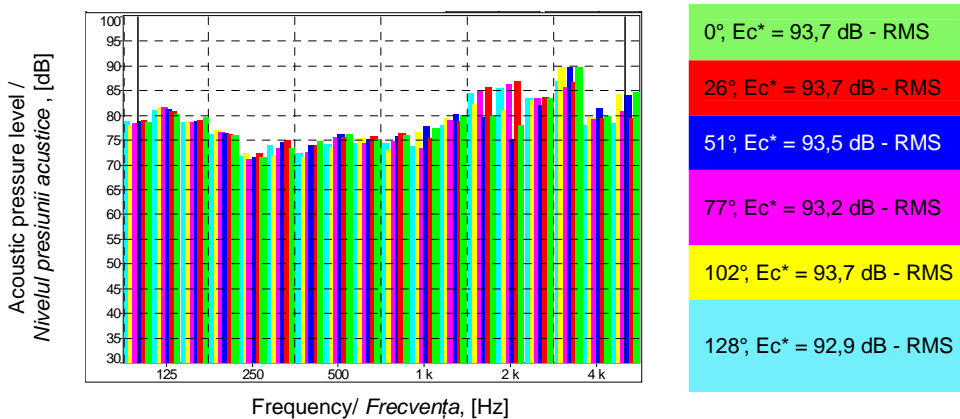


Fig. 2. - Spectrograms for 0°-128° directions on the horizontal plane / Spectrograme pe direcțiile 0°-128° din planul orizontal

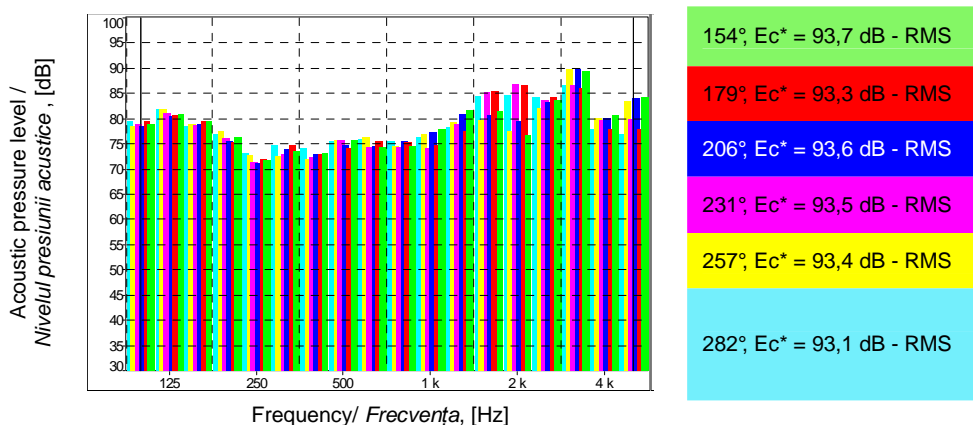


Fig. 3. - Spectrograms for 154°-282° directions on the horizontal plane / Spectrograme pe direcțiile 154°-282° din planul orizontal

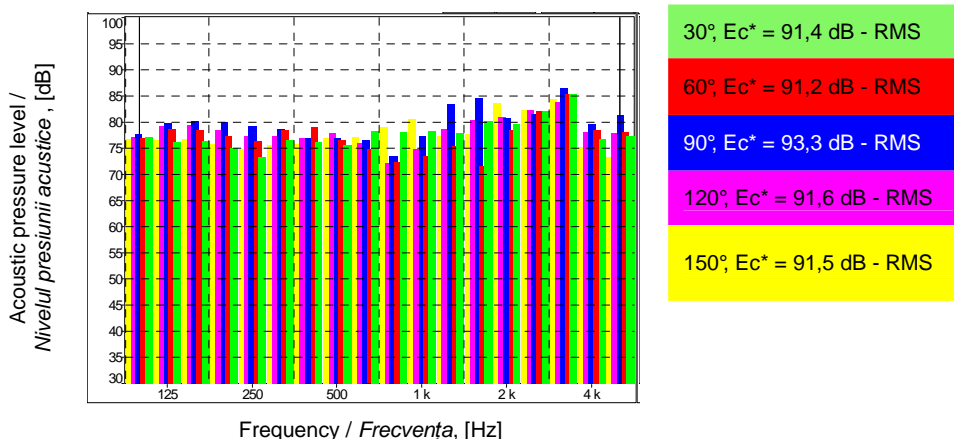


Fig. 4. - Spectrograms for 30°-150° directions on the vertical plane / Spectrograme pe direcțiile 30°-150° din planul vertical

Using global values (RMS) of acoustic pressure level, the directivity diagram in horizontal plane was obtained (in median section - see figure 4) as well as the directivity diagram in vertical plane (see figure 5).

Representation in Figure 4 highlights that the achieved source provides a directivity distributed almost uniformly in all directions in horizontal plane.

In vertical plane (figure 5), directivity diagram reaches a maximum at 90° (on the loudspeaker axis) corresponding to overall acoustic pressure level of the superior loudspeaker. At 0°, respectively 180°, the acoustic pressure level values are close to this one, but they are supposed to correspond to the loudspeakers in horizontal plane.

Cu ajutorul valorilor globale (RMS) ale nivelului de presiune acustică s-au obținut diagrama directivității în plan orizontal, la nivelul secțiunii mediane, precum și diagrama directivității în plan vertical (fig.4 și 5).

Reprezentarea din figura 4 pune în evidență faptul că sursa realizată asigură o directivitate distribuită aproape uniform în toate direcțiile în plan orizontal.

În plan vertical (fig.5), diagrama directivității atinge o valoare maximă la 90° (pe axa difuzorului) corespunzătoare nivelului global de presiune acustică al difuzorului superior. La 0° respectiv 180°, valorile nivelului global de presiune acustică sunt apropiate de aceasta presupunându-se a fi corespunzătoare difuzoarelor din planul orizontal.

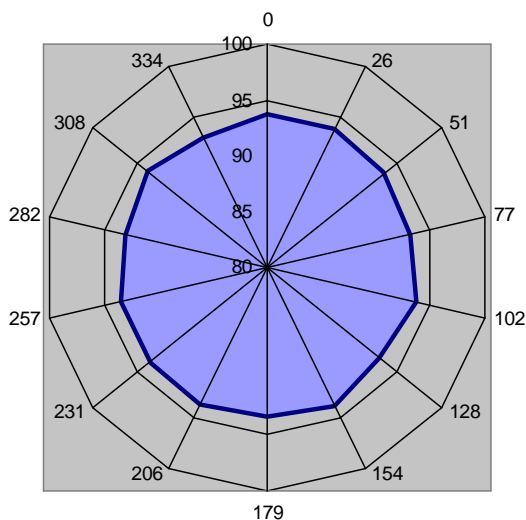


Fig. 4. - Horizontal directivity diagram /
Diagrama directivității în plan orizontal

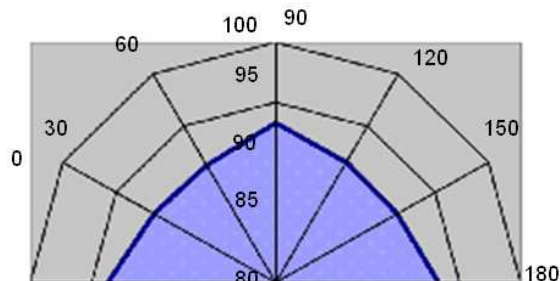


Fig. 5. - Vertical directivity diagram /
Diagrama directivității în plan vertical

CONCLUSIONS

The experimental determinations have demonstrated that the achieved omnidirectional noise source has the advantage that it radiates an uniform sound with hemispherical distribution that provides both loudspeakers phase operating and an impedance that matches with the power amplifier.

Also it has a high efficiency in a wide frequency range of 100–8000 Hz and sufficient power – 113 dB (for 125 - 3000Hz frequency range), which makes it ideal for measuring the sound insulation or for reverberation time measurements. At the same time it can be used for measurements in large areas, to assess the sound insulation of walls and floors or for measurements in multi-storey buildings with many stairs and elevators.

REFERENCES

- [1]. Bădărău E., Grumăzescu M. (1964) – *Modern acoustics bases*, Publishing House of Academy;
- [2]. Enescu N., Magheți I., Sârbu M.A. (1998) - *Technical acoustics*, Publishing House ICPE;
- [3]. Grumăzescu M., Stan A., Wegener N., Marinescu V. (1964) - *Combating noise and vibration*, Technical Publishing House;
- [4]. Hunt F.V. (1954) - *Electroacoustics. The Analysis of Transduction and Historical Background*, Harward Monographs in Applied Science, No.5.
- [5]. Magheți I., Savu M. (1961) - *Theory and practice of mechanical vibrations*, Publishing House Didactical and Pedagogical, R.A.;
- [6]. Stanomir D. (1984) – *Electroacoustic systems Field, radiation and magnetic amplification*, Technical Publishing House;
- [7]. Takazawa A., Ohashi M., Suzuki Z., Ono T., Tachibana H. (2000) - *Developement of a Loudspeaker of Reference Sound Source Type*, Proceedings "inter.noise 2000", Nice, France, pg. 3819-3822.

CONCLUZII

Determinările experimentale realizate au pus în evidență faptul că sursa de zgomot omnidirecțională realizată prezintă avantajul că radiază un sunet uniform cu o distribuție semisferică, care asigură atât operarea în fază a difuzoarelor cât și o impedanță care se potrivește cu amplificatorul de putere.

Totodată ea are o eficacitate mare într-o bandă largă de frecvență 100–8000 Hz și o putere suficient de mare – 113 dB (pe domeniul de frecvențe de 125 - 3000Hz), care o face ideală pentru măsurători de fonoizolare sau măsurători ale timpului de reverberație, dar și pentru măsurători în spații mari, pentru evaluarea izolației fonice a pereților și podelelor, sau pentru măsurătorile efectuate în clădiri cu mai multe etaje, multe scări și lifturi.

BIBLIOGRAFIE

- [1]. Bădărău E., Grumăzescu M. (1964) - *Bazele acusticii moderne*, Ed. Academiei;
- [2]. Enescu N., Magheți I., Sârbu M.A. (1998) - *Acustica tehnică*, Editura ICPE;
- [3]. Grumăzescu M., Stan A., Wegener N., Marinescu V. (1964) - *Combaterea zgomotului și vibrațiilor*, Ed. Tehnică;
- [4]. Hunt F.V. (1954) - *Electroacustică. Analiza transducție și Context istoric*, Monografiile Harward în Stiinte Aplicate, nr. 5;
- [5]. Magheți I., Savu M. (1961) - *Teoria și practica vibrațiilor mecanice*, Editura Didactică și Pedagogică, R.A.;
- [6]. Stanomir D. (1984) - *Sisteme electroacustice. Câmpul, radiația și transducția*, Editura Tehnică;
- [7]. Takazawa A., Ohashi M., Suzuki Z., Ono T., Tachibana H. (2000) - *Dezvoltarea unui difuzor tip sursa de sunet de referință*, Lucrările "inter.noise 2000", Nisa, Franța, p.3819-3822.