



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2011 01252**

(22) Data de depozit: **28/11/2011**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **29/11/2019** BOPI nr. **11/2019**

(41) Data publicării cererii:
28/06/2013 BOPI nr. **6/2013**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(72) Inventatori:
• **FILIP NICOLAE, STR. EUGEN IONESCO
NR. 122A, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO**

(74) Mandatar:
• **CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN CORNEL,
STR. MESTECENILOR NR. 6, BL. 9E, SC.1,
AP. 2, CLUJ NAPOCA, CJ**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 6782109 B2; US 3736533;
STEPHEN HOROWITZ Ș.A.,
"COMPLIANT-BACKPLATE HELMHOLTZ
RESONATORS FOR ACTIVE NOISE
CONTROL APPLICATIONS", 39th
AEROSPACE SCIENCES MEETING &
EXHIBIT, RENO, NV, 2001**

(54) **DISPOZITIV PENTRU CONVERSIA ZGOMOTULUI
ÎN ENERGIE ELECTRICĂ**



RO 128582 B1

1 Invenția se referă la un dispozitiv destinat absorbției zgomotului ambiental, produs
de traficul rutier sau de diferite echipamente tehnologice, și conversiei acestuia în energie
3 electrică de joasă putere.

5 Recuperarea de energie acustică și conversia în electricitate reprezintă o preocupare
intensă, de actualitate, care s-a concretizat prin câteva dispozitive prototip și brevete.

7 Este cunoscută, din anul 1973, o cerere de brevet **US 3.736.533**, care propune un
traductor piezoelectric, capabil să capteze energia acustică prin orientarea unei fante de
9 captare a semnalului acustic ce este orientată sub un unghi sub 90° față de elementul
piezoelectric care transformă vibrația acustică de presiune sonoră în vibrație mecanică ce
11 produce o diferență de potențial recuperată printr-un dispozitiv electronic.

13 Dezavantajul soluției tehnice prezentate în documentul **US 3736533** este legat de
faptul că dispozitivul este destinat conversiei zgomotului situat în domeniul frecvențelor
înalte din spectrul sonor, peste 4000 Hz, fiind ineficient în captarea frecvențelor joase.

15 Brevetul **EP 1736247 A2** propune recuperarea de unde acustice de înaltă frecvență
prin utilizarea unui dispozitiv de tip capacitiv, utilizând doi electrozi planari, cu înveliș de
17 siliciu, montați în sandviș, astfel încât un electrod superior este plasat în fața unui electrod
inferior. Între cei doi electrozi se plasează un strat dielectric care conține cavități în zona
19 dintre electrozi și un film de prevenire a scurtcircuitului dintre electrodul superior și cel
inferior, având o constantă electrică de timp de ordinul microsecundelor. Electrodul superior
21 captează vibrațiile produse de undele sonore, între electrodul superior și cel inferior existând
sarcini electrice care sunt colectate printr-un circuit electric.

23 Dezavantajul dispozitivului constă în faptul că nu acoperă întregul domeniu al
frecvențelor audibile care fac subiectul poluării sonore, fiind destinat zgomotului emis în
cavități ermetice și în faptul că prezintă eficiență în recuperarea undelor a căror presiune
25 sonoră este situată peste un prag inferior de minimum 70 dB.

27 În acest domeniu există și alte cercetări și realizări care se află în stadiul de prototip.
Cea mai concludentă aparține firmei Nokia, care testează un dispozitiv capabil să recupereze
semnalele sonore ale vocii umane, care să fie convertite în semnal electric capabil să
29 alimenteze telefonul mobil, crescându-i astfel autonomia de funcționare. S-au obținut tensiuni
de maximum 50 mV, pentru nivele de presiune sonoră de 100 dB.

31 Sunt cunoscute, de asemenea, inițiative privind recuperarea energiei din zgomotul
emis pe autostrăzi, prin integrarea în barierele de zgomot a unor turbine eoliene ce sunt
33 acționate de presiunea sonoră incidentă pe suprafața paletelor turbinei.

35 Dezavantajul comun al soluțiilor cunoscute este acela că niciunul din brevetele
menționate nu sunt dedicate recuperării de zgomot în bandă largă, pentru a acoperi
domeniul audibil și, în consecință, nu contribuie eficient la reducerea zgomotului ambiental.

37 Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în absorbției zgomotului
ambiental din domeniul audibil 16 Hz...16 KHz și conversiei acestuia în energie electrică.

39 Dispozitivul pentru conversia zgomotului în energie electrică se constituie dintr-o
matrice de captare ce conține un număr de 11 traductori, fiecare traductor fiind prevăzut cu
41 câte un element de convergență în formă de trunchi de con, elementele având mărimi diferite
în funcție de frecvența de absorbție.

43 Cele 11 tipuri de elemente de convergență, pentru fiecare subdomeniu corespunzător
frecvențelor centrale standardizate din banda 1/1 octave, unde forma elementelor de
45 convergență este un trunchi de con definit de razele **R** și **r**, înălțimea conului **l** și semiunghiul
la vârf **α**, iar dimensiunile caracteristicilor se aleg în funcție de frecvența centrală.

47 Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:

49 - atenuarea zgomotului în zone în care se înregistrează o poluare sonoră
semnificativă, prin conversia acestora în energie, zgomotul reducându-se proporțional cu
puterea electrică obținută;

51 - obținerea de electricitate din surse de tip deșeuri energetice.

RO 128582 B1

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției în legătura cu fig. 1...6, care reprezintă:	1
- fig. 1, schema dispozitivului;	3
- fig. 2, forma ghidului de convergență;	
- fig. 3, schema de colectare a semnalelor, vedere frontală;	5
- fig. 4, schema de colectare a semnalelor, vedere în perspectivă;	
- fig. 5, schema electrică a unui element redresor;	7
- fig. 6, modul de amplasare a dispozitivului pentru conversia zgomotului produs de traficul rutier.	9
Dispozitivul propus permite captarea și conversia selectivă a zgomotului ambiental, prin utilizarea unei matrici ce conține 11 elemente conice. Rolul elementelor conice descrise și dimensionate distinct este de a realiza transformarea undelor sferice care se propagă în mediu și sunt captate, în unde plan paralele. Transformarea undelor sferice propagate în mediu în unde plane oferă un câștig de putere acustică care se descarcă pe traductori electromagnetici și piezoelectricsi, a căror impedanță proprie corespunde frecvențelor centrale din banda de 1/1 octave, în funcție de care au fost dimensionate elementele de captare conice. Din cercetările de laborator efectuate de autor, a rezultat că traductorii de semnal propuși au sensibilitatea maximă la frecvența de rezonanță, acoperind cu o eficiență ridicată și frecvențele laterale care însumează lățimea de bandă de octavă. Semnalul acustic produce o vibrație mecanică a membranei traductorului care este convertită în semnal electric, descărcat individual, pe un sistem de captare multicanal și care conține circuite redresoare cu dublă alternanță. Prin redresare, din curent alternativ se obține un semnal electric continuu ce poate fi descărcat pe un consumator.	11
La recuperarea zgomotului și obținerea de curent electric, se detaliază următoarea succesiune de fenomene: conversia semnalului acustic în vibrație mecanică și conversia vibrației mecanice în semnal electric.	13
Noutatea adusă de dispozitivul propus rezidă din următoarele: este un dispozitiv de recuperare în spectru larg de unde acustice; utilizează transformarea undelor sferice propagate în mediu în unde plane, capabile să furnizeze un semnal suficient de puternic pentru a acționa membrana traductorilor; elementele de captare a zgomotului sunt particularizate, dimensiunile acestora rezultând printr-o relație proprie de calcul care fructifică similitudinile electro-acustice, urmărind amplificarea puterii undei incidente pe traductor.	15
Dispozitivul pentru conversia zgomotului în energie electrică (fig. 1) este alcătuit dintr-un suport 1 , care susține o matrice 2 de captare, cu niște traductori 3 electromagnetici și piezoelectricsi, care transformă energia acustică în semnale electrice care sunt colectate cu ajutorul unor conexiuni 4 și a unui sistem 5 multicanal la un acumulator 6 , sau la un consumator.	17
Matricea 2 de captare se obține prin amplasarea pe suportul 1 , după o schemă definită, a unui număr de 11 traductori. Fiecare traductor 3 este prevăzut cu un element 7 de convergență, care este diferențiat geometric în funcție de frecvența centrală pe care este acordat. Prin frecvența centrală s-a definit frecvența standardizată în banda de 1/1 octave, având valorile: 16, 31.5, 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 și 16000 Hz.	19
Pentru a acoperii întregul domeniu de frecvențe audibile de la 16...16000 Hz, s-a împărțit domeniul în 11 subdomenii, corespunzătoare frecvențelor centrale standardizate din banda 1/1 octave.	21
S-au conceput 11 tipuri de elemente de convergență 7 , notate „tip 1”, „tip 2”, „tip 11”, câte un element de convergență pentru fiecare subdomeniu (tabel).	23
Dimensiunile elementelor de convergență s-au calculat pe baza unui algoritm dezvoltat pe criteriile de fizică acustică.	25

RO 128582 B1

1 La stabilirea algoritmului s-au considerat elementele geometrice (fig. 2) și condiția de
transmisibilitate a pâlniei acustice dată de raportul impedanțelor intrare-ieșire conform
3 relației:

$$\tau \frac{Z_{final}}{Z_{int rare}} = \frac{S_{final}}{S_{int rare}} \left[\frac{l}{x_0} \cdot \frac{k^2 \cdot l \cdot x_0 + 1}{(k \cdot l)^2 + 1} + j \frac{l}{x_0} \cdot \frac{k(x_0 - l)}{(k \cdot l)^2 - 1} \right],$$

5 unde k este numărul de undă corespunzător frecvenței centrale pentru care s-au
7 determinat elementele geometrice.

Unghiul de deschidere al pâlniei a se determină cu relația:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{r}{x_0}\right),$$

11 iar x_0 se determină cu relația:

$$x_0 = \frac{c_0}{2 \cdot \pi \cdot f_j},$$

15 unde: c_0 este viteza sunetului la temperatura mediului ambiant de 18°C; f_j reprezintă
frecvența centrală din banda de octavă pentru care se face calculul.

17 Într-un exemplu de realizare a invenției (fig. 3 și 4), nelimitativ, matricea **2** de captare
folosește 11 traductori de tip electromagnetic și piezoelectric. Fiecare traductor este prevăzut
19 cu câte un element **7** de convergență, notat „tip 1”, „tip 2”..., „tip 11”. Astfel, se utilizează câte
un traductor cu un element de convergență specific pentru fiecare subdomeniu corespun-
21 zătoare frecvențelor centrale standardizate din banda 1/1 octave.

Ghidul de undă are o formă de trunchi de con și a fost dimensionat în funcție de
23 cerința de amplificare a undei sonore și, în același timp, pentru a asigura transformarea
undei sferice în undă plană, cu efect de creștere a presiunii sonore.

25 Elementele caracteristice ale ghidului de undă sunt următoarele (fig. 4):

- R, raza la suprafața de captare semnal;
- 27 - r, raza la suprafața de emisie pe sensorul piezoelectric;
- l, înălțimea trunchiului de con;
- 29 - α , semiunghiul la vârf al conului de captare.

31 Dimensiunile caracteristice calculate pentru conurile de captare se prezintă în tabelul
următor:

Tipul	Frecvența centrală f [Hz]	R	r	l	α
33 1	16,5	0,1	0,016	0,749	6,399
35 2	31,5	0,26	0,129	0,871	8,553
37 3	63	0,16	0,065	0,968	5,605
39 4	125	0,08	0,008	0,984	4,602
41 5	250	0,14	0,032	0,936	6,582
43 6	500	0,255	0,172	0,485	9,711
45 7	1000	0,08	0,032	0,935	2,939
8	2000	0,222	0,129	0,743	7,135
9	4000	0,16	0,064	0,872	6,282
10	8000	0,193	0,125	0,968	4,018
11	16000	0,11	0,015	0,985	5,509

RO 128582 B1

Algoritmul de poziționare a senzorilor de tip electromagnetici și piezoelectrice are în vedere următoarele caracteristici ale undei acustice:	1
- frecvența centrală de captare în banda de 1/1 octave;	3
- caracteristicile de undă (lungime de undă și număr de undă) pentru frecvențele centrale de captare;	5
- distanța recomandată receptor-convertoare, față de punctul de emisie a zgomotului (drum - cale de rulare auto);	7
- cerințe minimale privind amplasarea sistemelor de detecție (matrice de captare).	9
Poziționarea senzorilor pe matrice se face pe criteriu dimensional, având în vedere că frecvențele cu incidența cea mai mare în componența semnalului compus de zgomot să fie dispuse în zona centrală a matricei.	11
Amplasarea panoului dispozitivului se poate face conform fig. 6, în zone cu câmp liber de propagare, în apropierea arterelor de trafic, fiind recomandate distanțele de amplasare D care să respecte următoarea relație:	13
$D = b \cdot (k) + 4 \cdot \frac{c(t)}{f_r},$	15
unde:	17
b - lățimea unei benzi de circulație pe sens;	19
k - nr. de benzi pe un sens de deplasare;	
c(t) - viteza sunetului determinată funcție de temperatura ambientală medie;	21
f _r - frecvența de referință din banda de 1/1 octave, recomandată a se lua în considerare din banda de frecvență în care se înregistrează pe segmentul de drum amplitudini medii maxime.	23
Referitor la frecvența de referință se recomandă, din analizele efectuate în vederea testării echipamentului propus pentru brevetare, următoarele valori:	25
f _r = 500 Hz, pentru zgomot global continuu > 85 dB(A);	27
f _r = 1000 Hz pentru zgomot global continuu < 85 dB(A).	

RO 128582 B1

Revendicări

1. Dispozitiv pentru conversia zgomotului în energie electrică, **caracterizat prin aceea că** este constituit dintr-o matrice (2) de captare ce conține un număr de 11 traductori (3), fiecare traductor fiind prevăzut cu câte un element (7) de convergență în formă de trunchi de con, elementele având mărimi diferite în funcție de frecvența de absorbție.

2. Dispozitiv pentru conversia zgomotului în energie electrică, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** cele 11 tipuri de elemente (7) de convergență, pentru fiecare subdomeniu corespunzător frecvențelor centrale standardizate din banda 1/1 octave, unde forma elementelor de convergență este un trunchi de con definită de raze (**R** și **r**), înălțimea conului (**l**) și semiunghiul la vârf (**α**), sunt redată în tabelul de mai jos:

Tipul	Frecvența centrală f [Hz]	R	r	l	α
1	16,5	0,1	0,016	0,749	6,399
2	31,5	0,26	0,129	0,871	8,553
3	63	0,16	0,065	0,968	5,605
4	125	0,08	0,008	0,984	4,602
5	250	0,14	0,032	0,936	6,582
6	500	0,255	0,172	0,485	9,711
7	1000	0,08	0,032	0,935	2,939
8	2000	0,222	0,129	0,743	7,135
9	4000	0,16	0,064	0,872	6,282
10	8000	0,193	0,125	0,968	4,018
11	16000	0,11	0,015	0,985	5,509

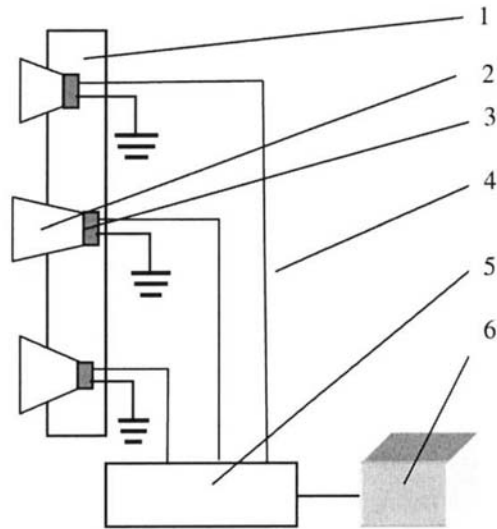


Fig. 1

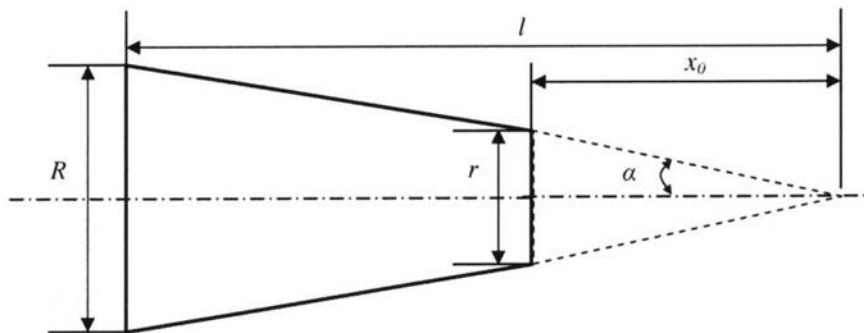


Fig. 2

(51) Int.Cl.

H03H 9/15 (2006.01);

H04R 25/00 (2006.01)

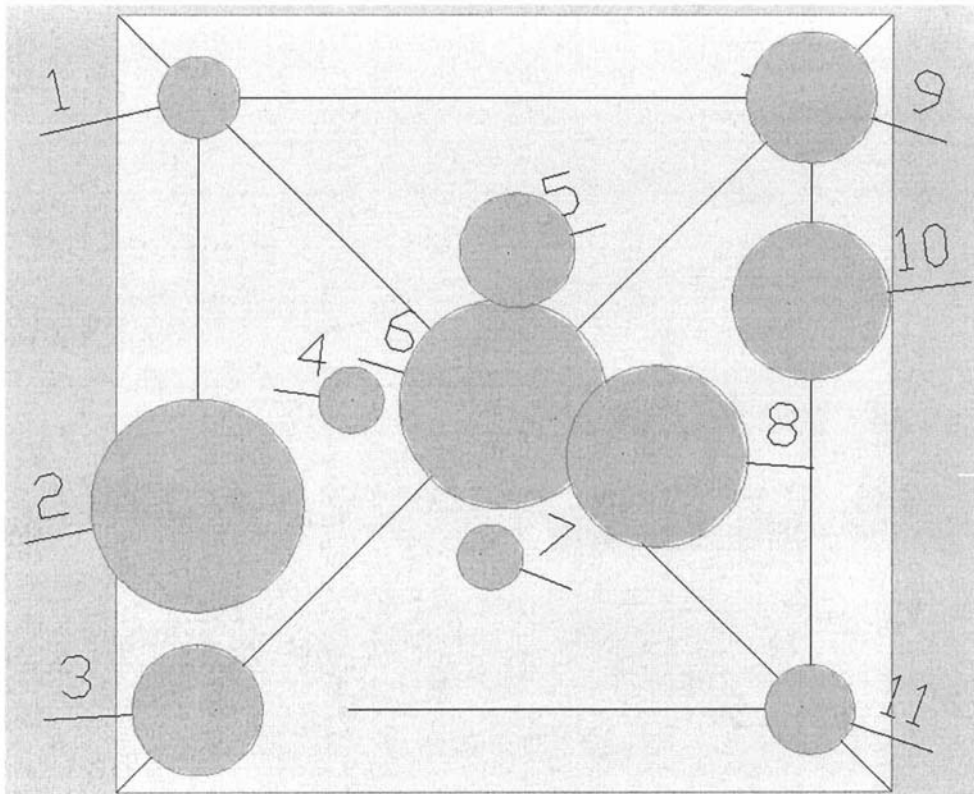


Fig. 3

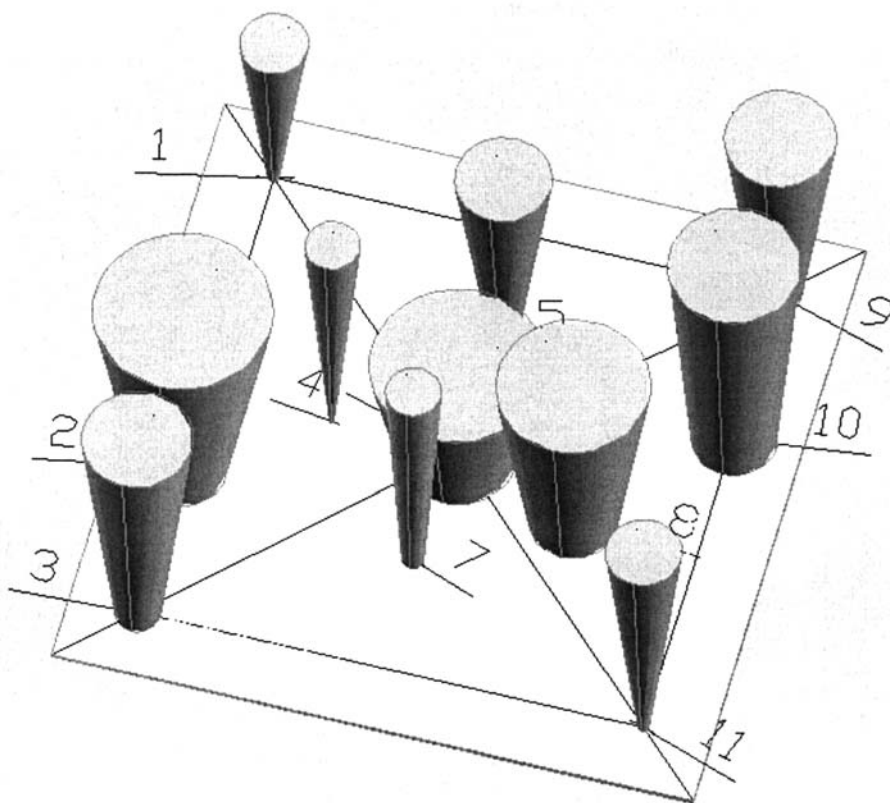


Fig. 4

RO 128582 B1

(51) Int.Cl.
H03H 9/15 (2006.01);
H04R 25/00 (2006.01)

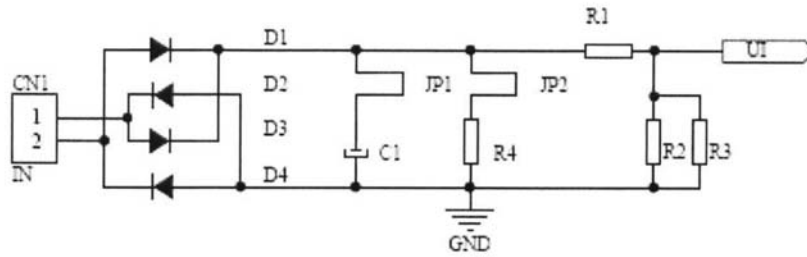


Fig. 5

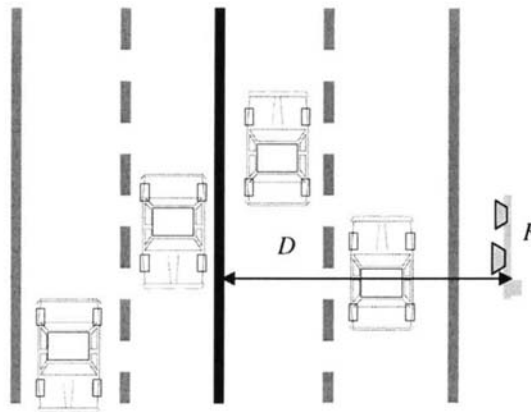


Fig. 6



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 492/2019