



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00027

(22) Data de depozit: 02/02/2021

(41) Data publicării cererii:  
30/09/2021 BOPI nr. 9/2021

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE  
TURBOMOTOARE - COMOTI,  
BD.IULIU MANIU NR.220 D, SECTOR 6,  
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:  
• CRISTEA LUCIAN LAURENȚIU,  
STR.BĂRĂGANULUI 29A,  
POPEȘTI-LEORDENI, IF, RO;  
• DEACONU MARIUS,  
STR.GENERAL IOAN CULCER, NR.62,  
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM DE MONITORIZARE ȘI ATENUARE A PERCEPȚIEI  
AUDITIVE NEPLĂCUTE GENERATE DE ZGOMOTUL  
PRODUS DE AERONAVE ÎN ZONELE DIN APROPIEREA  
AEROPORTURILOR

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de monitorizare și de atenuare a percepției auditive neplăcute generate de zgomotul produs de aeronave în zonele din apropierea aeroporturilor, prin utilizarea unor algoritmi de generare a unor semnale sonore de mascare având rolul de a reduce efectul stresant resimțit de o persoană afectată. Sistemul conform invenției cuprinde niște stații (SM) de monitorizare a zgomotului, plasate în preajma unui aeroport și a zonelor locuite învecinate și niște stații de transmitere și procesare a datelor furnizate de un server de date(AS) la care au acces niște aplicații pentru telefoane inteligente, cu rol de elemente de comandă locale pentru generarea de semnale sonore modulatorii în spațiile de locuit, în care se definește o zonă de siguranță sonoră, prin coordonatele sale, ca fiind acea zonă din jurul locației unei persoane care oferă un nivel sonor fizic acceptabil față de sursa de zgomot.

Revendicări: 2  
Figuri: 3

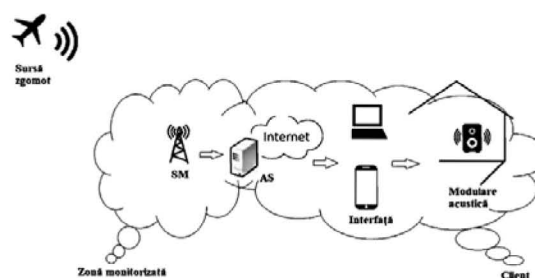
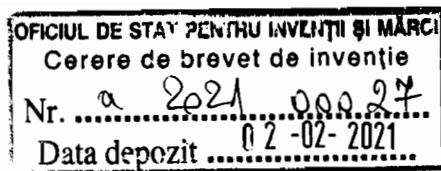


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





45

**SISTEM DE MONITORIZARE ȘI ATENUARE A PERCEPȚIEI AUDITIVE  
NEPLĂCUTE GENERATE DE ZGOMOTUL PRODUS DE AERONAVE ÎN ZONELE  
DIN APROPIAREA AEROPORTURILOR**

Invenția se referă la un sistem de monitorizare și atenuare a percepției auditive neplăcute generate de zgomotul produs de aeronave în zonele din apropierea aeroporturilor.

Poluarea fonică produsă de aeronave este o problemă aproape permanentă în marile orașe și nu numai, în special în zonele rezidențiale din apropierea aeroporturilor și este tratată cu îngrijorare atât de către conducerea aeroporturilor cât și de autoritățile locale și cele centrale. Prin pătrunderea profundă în viața de zi cu zi a rețelelor sociale și accesul la informație pe scară largă a populației, o problemă importantă, cum este zgomotul aeroportuar, a primit un interes special și a devenit astfel atât subiect de discuție, cât și metodă de contracarare directă, prin formularea de plângeri în timp real, cât și indirectă, prin posibilitatea de a crea metode imediate de protecție.

Se cunosc diverse soluții de monitorizare a zgomotului produs de avioane în interiorul și în preajma aeroporturilor și mai cu seamă asupra zonelor rezidențiale. Aceste soluții sunt limitate la detectarea evenimentelor de zgomot și cel mult la informarea autorităților aeroportuare sau administrative, în mod direct sau prin alerte sau plângeri adresate acestora de către populația afectată.

Sistemele de monitorizare a zgomotului utilizate până în prezent sunt concepute informative, care nu oferă o acțiune de control. Ele oferă doar informații legate de depășirea unor nivele de zgomot și eventual pot transmite alerte sau plângeri către autorități.

Se cunoaște un sistem continuu de înregistrare și analiză a nivelului de zgomot din mediu, conform documentului **US 9318094 B2**, sistem care este capabil să preleveze date, să proceseze și să stocheze valori echivalente ale nivelului de zgomot pe o perioadă de timp dată. Datele înregistrate sunt descărcate și analizate pentru a afișa statistici și pentru a detecta automat evenimentele de zgomot de interes.

Se cunoaște un dispozitiv de monitorizare, conform documentului **US 7151835 B2**, care include un mijloc pentru monitorizarea zgomotului și un display pentru afișarea diferitelor valori ale parametrilor de zgomot, inclusiv o valoare procentuală a dozei cumulate de zgomot primite de

dispozitiv. Dispozitivul include o cheie de intrare care permite utilizatorului să selecteze unul dintre mai multe tipuri de echipamente de protecție auditivă, astfel încât utilizatorul să poată indica dispozitivului echipamentul de protecție auditivă pe care îl poartă.

Se cunoaște un sistem și o metodă pentru monitorizarea zgomotului aeroportului, conform documentului **US 9218742 B2**. Sistemul poate include un concept de primire a datelor care primește, dintr-o sursă de date, informații corespunzătoare unui aeroport; un sistem de comparare a datelor care compară informațiile primite cu normele de protecție la zgomot; și un acord de generare de alerte care generează o alertă de zgomot pe baza comparației informațiilor primite cu regulile de protecție la zgomot.

Dezavantajul principal al acestor soluții constă în faptul că aceste sisteme sunt pur informative, cu efect eventual doar de ordin administrativ sau coercitiv de foarte lungă durată și fără un efect imediat și concret.

Invenția prezentată se referă la un sistem de monitorizare a zgomotului produs de avioanele aflate în procedura de decolare, aterizare, sau care zboară la joasă înălțime, în apropierea zonelor locuite, completat cu generarea automată de semnale de mascare care să atenueze psiho-acustic percepția auditivă neplăcută produsă de acest fenomen asupra unei persoane aflate în interiorul unui spațiu de locuit sau aflată în desfășurarea unei activități.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în faptul că acest sistem abordează problema reducerii percepției auditive a zgomotului produs de aeronavele care aterizează, decolează sau survolează un aeroport, în timp real, acționând predictiv asupra formării senzației auditive deranjante. Aplicația se adresează situațiilor în care o persoană ce locuiește în preajma unui aeroport sau își desfășoară acolo activitatea, este supusă unui stress permanent produs de zgomotul avioanelor, stres care se amplifică odată cu trecerea timpului, nu atât prin nivelul de zgomot ridicat, cât prin efectele psihologice pe care repetarea unor astfel de evenimente le are asupra persoanei afectate. În astfel de zone, locuitorii rezidenți sunt puternic afectați de zgomot, iar aceste afecțiuni se manifestă atât în mod direct, prin crearea unor stări imediate de iritare sau nervozitate, cât și indirect, pe termen lung, prin efectele secundare pe care le are asupra stării generale de sănătate (boli cardiovasculare, insomnii, hipertensiune arterială, infarct miocardic, accident vascular cerebral, mortalitate legată de sistemul cardiovascular, etc.). Iritarea cauzată de zgomot poate duce la modificări funcționale rapide în corpul uman. Cele mai frecvente simptome

sunt: transpirația mâinilor, crampele musculare, ritmul cardiac accelerat, etc. Măsurarea acestor parametri conduce la determinarea într-un timp relativ scurt al nivelului de iritare indus în corp de un fenomen specific, cum este zgomotul, iar colectarea acestor date are rolul de a fi folosite în procesul de actualizare a stării de iritare a individului și de a fi comparate cu un prag limită acceptabil.

Stresul produs de zgomot este împărțit, în funcție de nivelul și durata acestuia, în acut, episodic sau cronic, iar zgomotul poate produce singur un nivel de stres sau poate amplifica nivelurile de stres pre-existente, produse de alți factori. Stresul acut este produs de tulburări bruște în relația individului cu mediul sonor, cum este modificarea imediată a percepției de confort auditiv a persoanei deja imersată într-un fond sonor permanent. Stresul sonor episodic este perceput ca nemulțumire și stare proastă, iar stresul cronic este datorat expunerii pe termen lung la factori perturbatori repetitivi și este și cel mai periculos pentru sănătate. Percepția sonoră se realizează atât la nivelul urechii, cât și la nivelul creierului, iar prin diverse mecanisme biologice de amplificare sau reducere, nivelul intensității sau tăriei sonore fizice, eventual măsurate, diferă de cel perceput. O influență importantă, de natură subiectivă, asupra percepției sonore o are propria experiență sau istoricul emoțional al relației dintre un individ și sunete. Chiar dacă inițial, zgomotul produs de avioane într-o incintă locuită nu este unul ridicat ca nivel și nici deranjant ca și compoziție tonală, repetarea permanentă unui astfel de eveniment conduce la o supra-sensibilizare auditivă a individului și în final, la crearea stării stresante datorate zgomotului și ulterior la problemele de sănătate asociate.

Semnalul prezenței stresului este rezultatul colectării și interpretării datelor fiziologice, prin măsurarea temperaturii corpului, a răspunsului galvanic al pielii și a frecvenței cardiace, determinarea evenimentului și ulterior, a acțiunii care va fi luată pentru a reduce perturbarea. Datele care descriu acești parametri sunt semnale preluate de senzori, procesate de un calculator care comandă sistemul de modulare a zgomotului. Semnalele de răspuns biologic, cum ar fi reacția galvanică a pielii și frecvența cardiacă, pot fi luate la nivelul mâinii sau încheieturii acesteia, prin intermediul tehnologiilor de măsură deja existente pe piață și integrate aplicațiilor de pe telefoanele mobile.

Sistemul de reducere a percepției auditive de zgomot, conform invenției, rezolvă problema lipsei de acțiune efectivă imediată a sistemelor existente, sisteme care sunt în prezent strict

informative și care nu acționează activ și în mod concret. Acest sistem va utiliza algoritmi de generare de semnale sonore de mascare (sunete din natură, cum ar fi cele generate de ploaie sau vânt, melodii relaxante, zgomot alb, etc.), bazați pe acțiunea psihoacustică pe care acestea le poate crea asupra percepției zgomotului și care în final să reducă efectul stresant resimțit de persoana afectată. Prin această metodă zgomotul de fond din interiorul spațiului de locuit nu va fi redus ca intensitate sonoră, ci se va acționa asupra percepției fenomenului de către sistemul auditiv și mai departe, de către lanțul neural ureche-sistem limbic-cortex auditiv. Se va realiza astfel o modulare a percepției acustice a zgomotului cu scopul de a reduce efectele negative stresante acute și pe termen lung, asociate receptării unui semnal auditiv repetitiv devenit deranjant. Acțiunea de reducere a percepției auditive de zgomot este una care acționează predictiv, datorită faptului că semnalul modulator este emis înainte de apariția semnalului perturbator, acest lucru fiind urmarea sincronizării sistemului de monitorizare a zgomotului traficului aerian cu cel de generare a sunetelor modulatorie. Această sincronizare face ca o anumită stare cognitivă liniștitoare a persoanei în cauză să fie deja creată în momentul apariției semnalului perturbator, care doar se suprapune celui modulator preexistent, fără să mai afecteze semnificativ starea acestuia.

Reacțiile emoționale negative produse de zgomot sunt aproape instantanee, la nivele temporale de ordinul milisecundelor, dovedindu-se a fi acțiuni automate, prin sistemul limbic și în special amigdala. În acest sens, datorită sistemului de monitorizare a zgomotului și traiectoriei avionului, sistemul poate genera semnalul modulator al zgomotului cu un interval de timp înainte ca zgomotul inițial să creeze un eveniment stresant pentru individ. Datorită faptului că zgomotul produs de avioane este unul cu spectru de bandă largă, fără componente tonale importante, care să conțină informație dedicată, și nu suferă modificări importante în timp prin repetarea sa, alocarea percepției auditive a unui eveniment cognitiv de zgomot se face cu precădere prin repetabilitatea experienței cognitive și mai puțin prin componentele parametrilor fizici ai fenomenului (componente spectrale, nivel de intensitate sonoră, etc.). Obiectivul este de a minimiza efectul negativ pe care zgomotul îl are asupra omului, astfel că percepția auditivă devine un parametru esențial care trebuie integrat în sistemul de control, percepție care este foarte selectivă.

Având în vedere faptul că procesul de percepție al zgomotului nu se desfășoară în acest caz prin prezența inter-modulatorie și a altor organe de simț, cum ar fi aparatul vizual sau tactil, atenția este captată integral de sistemul auditiv, iar o intervenție modulatorie asupra percepției nu poate

fi făcută decât tot prin semnal sonor generat în spațiul acustic local. Sistemul propus este unul de augmentare a percepției unui eveniment de zgomot, realizat în timp real, care deși are loc în spațiul acustic fizic imediat, efectul produs este cu precădere asupra percepției (prin inferențe statistice active realizate de creier). Evaluarea răspunsului psiho-acustic al sistemului asupra percepției este dată de estimarea răspunsului în urma preluării semnalelor parametrilor funcționali (ritm cardiac, răspuns galvanic al pielii).

Sistemul de monitorizare și atenuare a percepției auditive neplăcute generate de zgomotul produs de aeronave în zonele din apropierea aeroporturilor, conform invenției, rezolvă problema tehnică menționată și elimină dezavantajele enumerate anterior, prin aceea că oferă o diminuare predictivă și cu efect imediat a senzației de zgomot percepute de persoane aflate în preajma aeroporturilor, zgomot provenit din surse aleatoare (avioane în procedură de survolare, decolare sau aterizare) identificate automat și în timp real.

Sistemul de monitorizare și atenuare a percepției auditive neplăcute generate de zgomotul produs de aeronave în zonele din apropierea aeroporturilor, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- este simplă, ieftină și fiabilă, și generează costuri mici de exploatare;
- soluția poate fi ușor implementată în cadrul sistemelor clasice de monitorizare a zgomotului deja existente pe piață;
- sistemul propus este unul de modulare și augmentare psiho-acustică, în scopul creșterii nivelului de confort acustic prin diminuarea percepției zgomotului produs de avioane într-un spațiu locuibil închis;
- sistemul poate fi implementat și în cazul personalului care deservește aeroportul, prin generarea de sunete modulate de zgomot prin căștile de protecție deja utilizate.

Spre deosebire de situațiile clasice de reducere a zgomotului unde acțiunea de control acustic are ca scop modificarea unor parametri care descriu sursa de emisie sau calea de transmitere a undelor sonore, în cazul de față controlul se realizează la nivelul formării percepției auditive. Sunetul suferă o serie de modificări pe parcursul multiplelor transformări vibro-acustice și neurale de la nivelul organului auditiv și alte modificări pe căile superioare, către zonele cortexului auditiv. Determinarea parametrilor ce descriu răspunsul succesiunilor de transformări vibro-acustice și nervoase este dificil de modelat. Prin determinare răspunsului unui sistem, fără cunoașterea

proceselor interne, se poate realiza prin algoritmi care descriu răspunsul rețelelor neurale, cunoscându-se doar semnalul de intrare și de ieșire în și din rețea. Similar, modularea percepției zgomotului ca percepție psiho-acustică, nu are rol de a reduce nivelul de influență, ci de a modifica și modula răspunsul. Acest concept presupune o modulare a semnalului sonor neplăcut pentru a crea o altă stare cognitivă asociată zgomotului și a-i da o conotație suportabilă. În situația individului aflat în prezența zgomotului repetitiv, indiferent de nivelul sonor, apar modificări ale sensibilității auditive sau, după caz, o hiper-sensibilizare față de un nivel sau față de un anumit tipar sonor.

Un organism își păstrează starea probabilistică de homeostază în interiorul unui mediu, prin minimizarea efectului evenimentelor destabilizatoare. În unele situații unde zgomotul este perceput a fi puternic deranjant, prezența unui zgomot de nivel relativ redus suprapus peste cel deranjant, poate duce la echilibrarea generală percepției sonore. Creierul face astfel o predicție asupra stării mediului și alta asupra memoriei anterioare despre stările deja experimentate în trecut. Între stările percepute și cele preexistente există o diferență pe care creierul încearcă să o acopere. Sistemul modulator acționează în sensul obținerii stării de echilibru cognitiv prin reducerea nivelului stării de eroare.

Modificarea răspunsului zgomotului este realizat prin tehnici de control de tip feed-forward, care modelează funcția de stare a percepției. Din punctul de vedere al sistemului fizic, completat cu cel de control și care acționează unitar cu acesta, sistemul este de tip acustic. Excitația sau mișcarea perturbatoare care în final se dorește a fi redusă sau ameliorată, acționează asupra sistemului pe calea principală, iar semnalul modulator generat este considerat a acționa pe calea secundară de transmitere.

Creierul, la rândul său, prin propriile bucle de control care în final au ca scop moderarea sau amplificarea perturbațiilor nedorite sau pentru sporirea acurateții cu care face predicții asupra mediului, rezolvă surprizele informaționale, cum sunt cele ale stării de zgomot. Creierul apelează atât la arhitecturi de tip feedback, cât mai ales la cele anticipative, de tip feedforward. Bucle de tip feedback au loc la nivelul proceselor pre-corticale, pentru atenuarea sau amplificarea percepției auditive. Procesele cognitive superioare nu acționează în aceste zone, desfășurându-se în mod automat, cu sau fără influența atenției. Creierul realizează inferențe predictive pentru identificarea stării mediului sonor și atribuirea nivelelor sau atributelor lor se realizează automat, și se modifică

doar prin schimbări rapide și cu diferențe mari de nivel. Astfel, o stare de confort auditiv deja instalată, nu este modificată dacă perturbația nu depășește un anumit nivel sonor, sau dacă nu actualizează neașteptat o rememorare asociată unui eveniment neplăcut.

Zgomotul produs de aeronave în funcțiune prezintă caracteristicile tipului de semnal fizic incoerent, nepredictiv, dar în același timp, de o coerență cognitivă mare și prin aceasta, de predictivitate ridicată. Astfel, starea mentală și senzația asociată zgomotului este generată prin intermediul a doua fenomene care au loc simultan. Unul de confuzie cognitivă similar oricărui tip de zgomot, care nu poartă informație și altul care prin rememorare anunță un eveniment cunoscut și așteptat deranjant.

Dat fiind nivelul sonor moderat al zgomotului produs de avioane într-un spațiu închis de dimensiuni reduse, cum este cel de locuit, percepția acestuia nu are componente multi-senzoriale directe, ci doar posibil indirecte, la nivelele superioare corticale, asociate unor evenimente diverse trecute din viața persoanei respective. Deși zona responsabilă cu formarea percepției auditive este cea mai sensibilă față de un eveniment acustic intens, faptul că percepția are o componentă inferențială activă este dată de apariția a diferite efecte și activități nervoase pe zone care formează percepții “imagini” de care nu sunt responsabile organele de simț, ci memoria. Astfel, se va produce, în prezența unui sunet deranjant repetitiv, un stimul care acționează inferențial și modulator asupra percepției deranjante inițiale.

Deoarece o senzație ce descrie un eveniment extern este întotdeauna atât senzorială cât și inferențială, se poate aprecia că există la nivelul sistemului nervos o permanentă acțiune de modulare, care astfel, prin augmentare acustică externă, conduce la posibilitatea utilizării unei arhitecturi combinate de control care ține cont atât de parametrii fenomenelor fizice externe, cât și de cei care descriu formarea percepției.

Modul în care este procesat cognitiv zgomotul aeronavelor diferă de la o persoană la alta, astfel că este necesară o metodă care să descrie confortul sonor pentru toate persoanele. Astfel, un sistem flexibil, personalizat, ce se adresează unor percepții, dorințe și sensibilități umane subiective, care sunt strâns legate de istoria personală, de viața și de mediul apropiat și care sunt întotdeauna diferite de la o persoană la alta, este abordarea principală a acestei soluții. Având în vedere faptul că obiectivul reducerii percepției zgomotului este de a minimiza iritarea cauzată de acesta, este necesară determinarea nivelului percepției pentru evaluarea performanței. Descrierea



confortului sonor este realizată printr-un model care utilizează semnale preluate de la senzori biologici (temperatura corpului, ritmul cardiac, răspunsul galvanic de la nivelul pielii, etc.).

Efectul de mascare realizat prin utilizarea muzicii și a sunetelor din natură, creat prin generarea unui semnal sonor cu un interval de timp înainte de perceperea zgomotului ca eveniment deranjant, este folosit cu scopul reducerii iritării produse de zgomot.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu figurile 1...3, care reprezintă:

- fig.1 – vedere de ansamblu a sistemului;
- fig.2 – schema de principiu a sistemului;
- fig.3 - schema logică a formării semnalului modulator.

Modulele de monitorizare a zgomotului deja integrate în sistemele de monitorizare ale aeroportului sunt utilizate pentru măsurarea și înregistrarea istoricului nivelului de zgomot, identificarea evenimentelor sonore deranjante și atribuirea evenimentelor individuale fiecărei aeronave răspunzătoare. Uzual, un eveniment de zgomot este identificat prin depășirea unui prag limită aplicat istoricului în timp, ca amplitudine și durată. Pentru un sistem automat de monitorizare, se determină numărul adecvat și optim de parametri care sunt stocați, analizați, transmiși și afișați de smartphone-uri, cu scopul de a crea o distribuție pe scară largă a informațiilor către populație.

Sistemul este compus din niște stații de monitorizare **SM** a zgomotului plasate în preajma aeroportului și a zonelor locuite învecinate, din niște stații de transmitere și procesare a datelor date de un server de date **AS** la care au acces niște aplicații de tip smart-phone care devin astfel elemente de comandă locale pentru generarea de semnale sonore modulatorii în spațiul de locuit interior, prezentat în *figura 1*. Se definește zona de siguranță sonoră, prin coordonatele sale de latitudine/longitudine/altitudine, acea zonă din jurul locației unei persoane care oferă un nivel sonor fizic acceptabil, relativ la sursa de zgomot.

Schema de principiu, compusă din senzori, sistem de achiziție, procesare și control, este prezentată schematic în *figura 2*. Semnalul acustic de zgomot este preluat de niște microfoane **100**, amplificat, filtrat și digitizat de un sistem de achiziție și procesare de semnal **200**, iar datele sunt transmise către o unitate de calcul **500**. În același timp, date legate de condițiile de mediu (viteza și direcția vântului, temperatură, umiditate atmosferică, precipitații, etc.) sunt colectate de un

sistem de monitorizare atmosferică **300** și transmise către unitatea de calcul **500**. Datele legate de poziția, viteza, tipul și destinația aeronavelor sunt colectate prin intermediul unui modulul radar **400** și transmise către unitatea de calcul **500**. Datele colectate și procesate în unitatea de calcul **500** sunt ulterior transmise prin intermediul unui modem **600** către un data-base-server **700** unde sunt colectate și puse la dispoziția clienților prin niște interfețe de comunicare **800**. La nivelul interfețelor de comunicare se colectează și datele biologice (puls cardiac, răspuns galvanic piele, etc) de la niște senzori **900** plasați la nivelul încheieturii mâinii. Rularea algoritmilor de generare a semnalului acustic modulator se realizează la nivelul interfeței de comunicare **800**, care ulterior generează semnalul modulator, prin intermediul unui amplificator, către incintele acustice **1000**.

Semnalului acustic digitizat i se aplică o ponderare psiho-acustică, care reprezintă o corelare a semnalului achiziționat conform răspunsului caracteristic al urechii umane, care este mai sensibilă pe zona frecvențelor medii și mai puțin sensibilă pe banda de frecvențe joase.

Semnalul de modulare acustică este generat prin difuzoarele **1000** și are ca scop o diminuare a percepției zgomotului și o creștere a inteligibilității eventualelor conversații. Semnalul este generat prin intermediul arhitecturilor de tip feed-forward în care s-au aplicat ponderări psiho-acustice atât asupra semnalului de eroare cât și a semnalului de referință, și ale căror valori cumulate compun semnalul modulator. Semnalul de eroare, este înregistrat prin intermediul senzorilor biologici de răspuns galvanic și puls **900**. Se apreciază că semnalul de eroare preluat prin senzorii **900** este un răspuns al nivelului de atenție și focusare asupra unui obiect. Pentru ca un semnal sonor modulator să poată fi integrat unui eveniment de zgomot pre-existent, răspunsul percepției auditive trebuie să se realizeze în intervalul temporal de 50-100 ms înainte de declanșarea evenimentului, pentru a permite astfel formarea percepției primare, fără interferențe active din partea nivelurilor superioare ale cogniției.

Semnalul modulator este sincronizat cu semnalul de poziție al sursei sonore (avion) și este declanșat cu o perioadă de timp, înainte ca zgomotul să fie perceput efectiv în zona de interes, având în vedere faptul că sistemul de monitorizare **SM** poate detecta locația, tipul avionului și cunoscând astfel destinația, poate anticipa și traiectoria acestuia. Acest lucru oferă posibilitatea ca starea de relaxare să fie generată și deja protejată înainte de apariția semnalului acustic perturbator.

Acest semnal modulator este declanșat odată prin intermediul datelor de poziție primite de la radarul stației de monitorizare, care semnalează când un avion se apropie de zona de siguranță

sonoră și prin datele mixte de poziție și de nivel de presiune sonoră, în cazul în care un avion este deja în zona de siguranță sonoră (la decolare) și începe să-și accelereze motoarele.

În figura 3 este prezentată schema logică a formării semnalului modulator. Funcția de transfer a căii primare  $P(z)$  reprezintă răspunsul acustic înregistrat la senzorul de referință într-o arhitectură de control de tip feed-forward. Funcția de transfer a căii secundare  $S(z)$  este semnalul de control ce conține sursa de control și întreaga cale acustică de transmitere. Semnalul care se dorește a fi controlat  $d(n)$  reprezintă răspunsul zgomotului inițial  $x(n)$  prin calea primară de transmitere  $P(z)$ . Semnalul de control  $y(n)$  este obținut ca răspuns al semnalului de ieșire generat de filtrul  $W(z)$  și aplicat pe calea de transmitere secundară  $S(z)$ . Semnalul de eroare  $e(n)$  este rezultatul suprapunerii semnalului de zgomot  $d(n)$  și a celui de control  $y(n)$ . Rularea algoritmilor de control se realizează prin calculatorul 500. Semnalul de modulare acustic este generat prin mai multe difuzoare 1000 și are ca scop crearea unui eveniment acustic spațial profund, ușor reverberant, fără componente de direcționalitate, care să perturbe atenția. Datorită faptului că suprapunerile multi-senzoriale ale formării percepției au loc la nivel de milisecunde, se impune ca și achiziția semnalelor de stare, procesarea și generarea celor de modulare să fie la frecvențe de eșantionare de cel puțin 50 kHz/canal. Eșantionare de 1000 Hz/canal este suficientă pentru achiziția de semnal biologic.

Într-o stare mentală ce atribuie percepției starea de zgomot, prin coeficientul de amortizare critică a percepției zgomotului se descrie starea psihică modulatorie asociată creării senzației de zgomot sau a unui nivel al acestei stări. Funcția generativă care descrie inferența activă pe care individul ar aplica-o asupra mediului pentru a-i aproxima mai bine modificările, cu scopul de a micșora eroarea de predicție, este preluată automat de sistemul de monitorizare prin estimarea traiectoriei avionului și astfel a nivelului sonor estimativ și descrisă ca diferență dintre nivelul sonor anterior înregistrat pe un eveniment similar și cel actual. Astfel, sistemul de generare sonoră devine unul activ predictiv, care își actualizează parametrii de generare a semnalului modulator la fiecare eveniment de zgomot. Modularea percepției zgomotului prin direcționarea predictivă a atenției, ca și consecință, se realizează efectiv prin acțiunea de generare semnal acustic de mascare sincronizat predictiv evenimentelor de zgomot. Nivelul sonor al semnalului generat, nu variază în funcție de frecvența și nivelul semnalului sonor perturbant ci în funcție de starea mentală prin care creierul atribuie percepția de zgomot unui semnal sonor.

O creștere bruscă a senzației de iritare datorată unui eveniment acustic intens, redă formarea instantanee a senzației de zgomot, crescând nivelul de eșantionare spațio-temporal al percepției ce are ca și consecință direcționarea atenției printr-o inferență predictivă accelerată, totul fixându-se exclusiv asupra evenimentului deranjant, fapt ce solicită psihicul la un nivel maxim într-un timp foarte scurt. Timpii extremi de scurți de formare a percepției zgomotului face ca procesul de modulare să trebuiască să fie unul predictiv, de tip feed-forward. Astfel, algoritmi de generare a semnalului modulator își actualizează funcțiile de generare la fiecare eveniment de zgomot și în funcție de istoricul evenimentelor similare. Sunt considerate evenimente similare, acele evenimente provocate de surse de zgomot identice sau care au aceiași parametri constructivi (aceiași tip de avion), aflate în condiții de zbor (traiectorii, factori de mediu) similare.

Totodată, în bucla de generare a semnalului modulator intră și componenta care preia semnalul biologic (pulsul și răspunsul galvanic al pielii) și care este utilizată pentru determinarea erorii de predicție a formării percepției de zgomot. Includerea în semnalul modulator al unui criteriu psiho-acustic (tăria, claritatea, rugozitatea, tonalitatea sau efectul de mascare) care să determine predictiv nivelul de iritare al semnalului modulator compus, combinate cu efectele biologice (semnale preluate de la corpul uman, ritmul cardiac, temperatura corpului, răspunsul galvanic al pielii), are scopul de a îmbunătăți nivelul confortului sonor.

Evenimentului sonor din spațiul acustic nemijlocit căruia i se asociază senzația de zgomot, i se suprapune un alt eveniment sonor cu încărcătură emoțională modulată pe stările de relaxare (sunet de ploaie, foșnet de frunze, muzică de relaxare, zgomot alb, etc.). Având în vedere faptul că evenimentul posibil deranjant este determinat de către sistemul de monitorizare înainte de a fi propriu-zis perceput de individul receptor, sunetul modulator se generează înainte ca evenimentul perturbant să-și facă simțită prezența, practic acesta acționând la nivelul inferențelor predictive și active ale cortexului auditiv. Luând în considerare faptul că alocarea de informație de memorie care să asocieze unui semnal sonor oarecare, sursa posibilă, se face în prima parte a apariției acestuia, ulterior informația rămânând activă și neschimbată până la întreruperea evenimentului sonor, generarea de semnal de mascare înainte de apariția celui deranjant face ca atenția să nu fie abătută de la obiectul asupra căruia i se adresează deja, date fiind componența spectrală și temporală a celui din urmă.

## REVENDICĂRI

1. Sistem de monitorizare și atenuare a percepției auditive neplăcute generate de zgomotul produs de aeronave în zonele din apropierea aeroporturilor, **caracterizat prin aceea că** este compus din niște stații de monitorizare (SM) a zgomotului plasate în preajma aeroportului și a zonelor locuite învecinate, din niște stații de transmitere și procesare a datelor date de un server de date (AS) la care au acces niște aplicații de tip smart-phone care devin astfel elemente de comandă locale pentru generarea de semnale sonore modulatorii în spațiul de locuit interior, definindu-se zona de siguranță sonoră prin coordonatele sale de latitudine/longitudine/altitudine, acea zonă din jurul locației unei persoane care oferă un nivel sonor fizic acceptabil, relativ la sursa de zgomot.

2. Sistem de monitorizare și atenuare a percepției auditive neplăcute generate de zgomotul produs de aeronave în zonele din apropierea aeroporturilor, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** semnalul acustic de zgomot este preluat de niște microfoane (100), amplificat, filtrat și digitizat de un sistem de achiziție și procesare de semnal (200), datele sunt transmise către o unitate de calcul (500), în același timp, date legate de condițiile de mediu sunt colectate de un sistem de monitorizare atmosferică (300) și transmise către unitatea de calcul (500) în timp ce datele legate de poziția, viteza, tipul și destinația aeronavelor sunt colectate prin intermediul unui modulul radar (400) și transmise către unitatea de calcul (500), datele colectate și procesate în unitatea de calcul (500) sunt ulterior transmise prin intermediul unui modem (600) către un data-base-server (700) unde sunt colectate și puse la dispoziția clienților prin niște interfețe de comunicare (800) la nivelul cărora se colectează și datele biologice de la niște senzori (900) plasați la nivelul încheieturii mâinii, rularea algoritmilor de generare a semnalului acustic modulator se realizează la nivelul interfeței de comunicare (800) care ulterior generează semnalul modulator prin intermediul unui amplificator către niște difuzoare (1000) și are ca scop o diminuare a percepției zgomotului și o creștere a inteligibilității eventualelor conversații, iar semnalul modulator este sincronizat cu semnalul de poziție al sursei sonore și este declanșat cu o perioadă de timp, înainte ca zgomotul să fie perceput efectiv în zona de interes, având în vedere faptul că sistemul de monitorizare (SM) poate detecta locația, tipul avionului și cunoscând astfel destinația, poate anticipa și traiectoria acestuia.

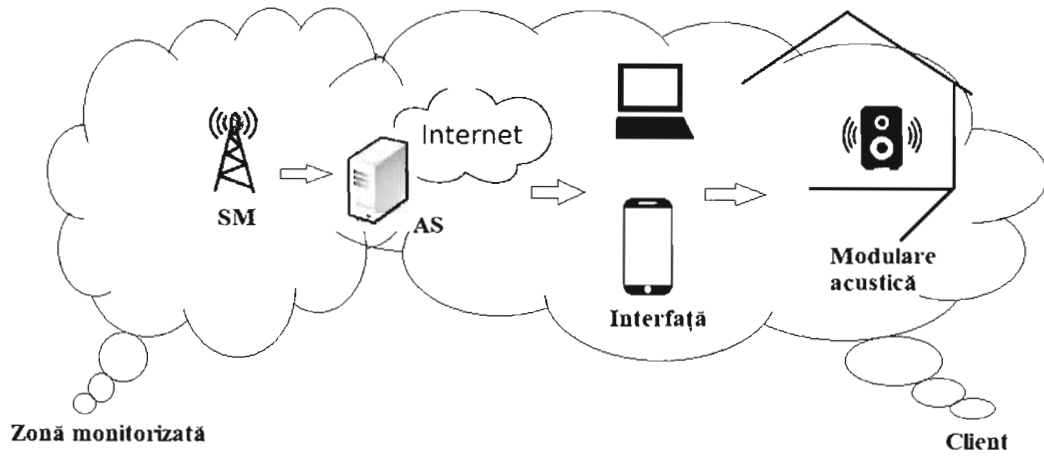


Figura 1

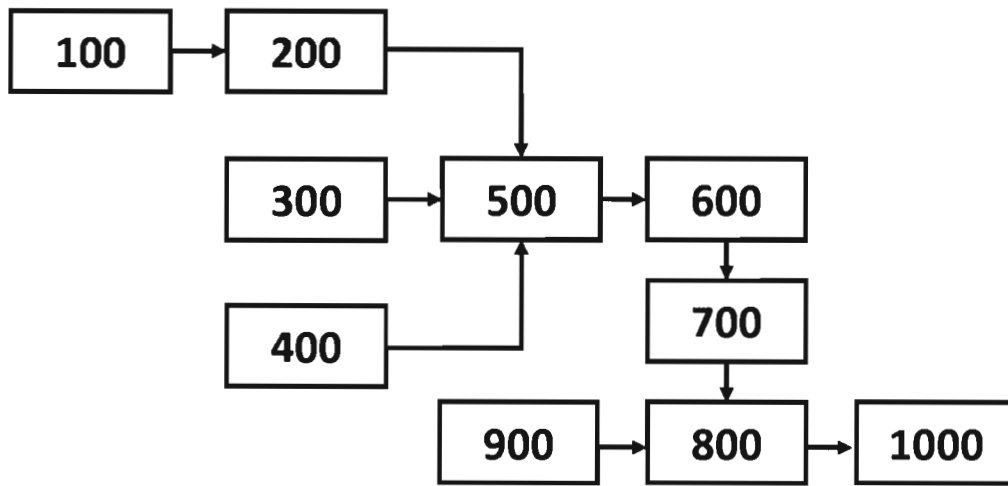


Figura 2

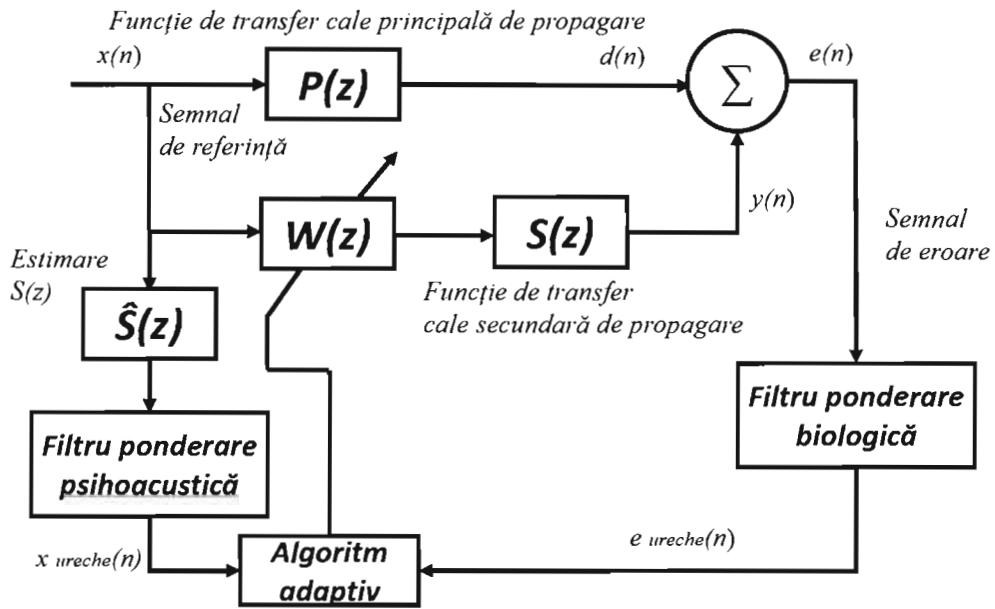


Figura 3