

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00508

(22) Data de depozit: 10/08/2020

(41) Data publicării cererii:
28/02/2022 BOPI nr. 2/2022

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE
ASACHI" DIN IAȘI, STR. PROF. DR. DOC.
DIMITRIE MANGERON NR. 67, IAȘI, IS, RO

(72) Inventatori:
• BONTEANU GABRIEL, STR. CLOȘCA,
NR.4, BL.B2, ET.3, AP.8, IAȘI, IS, RO;
• NICA IOAN-ALEXANDRU, STR.ERACLIE
PORUMBESCU, NR.8, SUCEAVA, SV, RO;
• SAVINESCU VIOREL- ȘTEFAN,
STR.PLATOULUI, NR.1B, SUCEAVA, SV,
RO

(54) SISTEM DE ACTIVARE LA DETECȚIA UNUI SEMNAL
ACUSTIC SPECIFIC

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem de activare la detecția unui semnal acustic specific, destinat eficientizării consumului de energie al echipamentelor de monitorizare. Sistemul, conform invenției, cuprinde un microfon (402), care detectează undele sonore din mediul ambiant și transformă semnalul sonor într-o variație a capacității echivalente proprii, un tranzistor (404), care realizează conversia de la semnalul de tensiune purtător de informație regăsit în grila sa la semnalul de curent de drenă și, împreună cu un rezistor (405), realizează conversia de la semnalul de curent de drenă la un semnal de tensiune ce reprezintă o replică inversată și amplificată a semnalului regăsit în grilă, un rezistor (403, 502) și un rezistor adițional (501), care implementează împreună un divizor rezistiv ce definește nivelul acustic minim detectat, un tranzistor (406), care împreună cu un rezistor (407) formează un etaj de formatare, și un bloc de pre-procesare compus dintr-un numărator (408), un generator de semnal periodic (409) și un divizor de frecvență (410).

Revendicări: 5
Figuri: 5

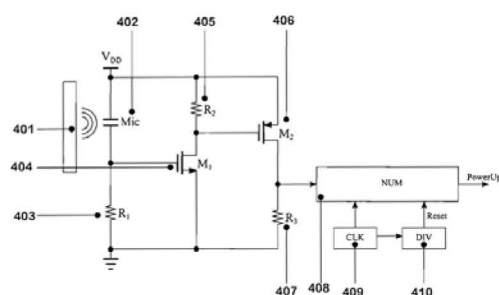
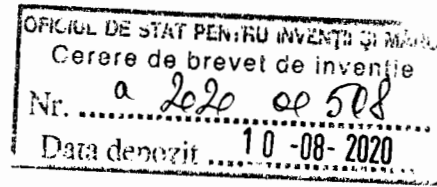


Fig. 4





Sistem de activare la detecția unui semnal acustic specific

Invenția se referă la un sistem de detecție a unor semnale sonore destinat eficientizării consumului de energie a echipamentelor dedicate monitorizării ariilor protejate în vederea detecției tentativelor de exploatare ilicită. Acesta se realizează prin menținerea în modul așteptare, caracterizat de un consum energetic redus (sleep), a blocului de procesare de semnal responsabil cu detecția exploatărilor ilicite (tăieri neautorizate) de fond forestier și activarea acestuia doar în situația în care efectiv există o excitație sonoră în plaja de frecvențe caracteristice unui motofierăstrău. Soluția se remarcă prin consumul energetic extrem de scăzut în regim static (în lipsa unei excitații sonore din mediul ambiant care îndeplinește cerințele specifice), ceea ce conferă o bună eficiență energetică unui sistem de monitorizare a spațiilor protejate ce îl înglobează. Soluția oferă posibilitatea stabilirii unui prag acustic de la care să existe răspuns.

Preocupările în domeniul sistemelor de activare la detecția unui semnal acustic specific se referă la dezvoltarea de sisteme care să prezinte abilitatea unor dispozitive de a relua funcționarea normală la acțiunea unor zgomote ambientale. Au fost identificate câteva soluții comerciale pentru Microfoane MEMS piezoelectrice ZeroPower ale dezvoltatorilor precum Vesper, Intel, ON Semiconductor, DSP Group, Knowles sau Synaptics [1], care însă consumă cel puțin 3uW. De asemenea, a fost identificată și o cerere de patent a celor de la HP [2] prin care se încearcă brevetarea unor metode prin care se poate stabili pragul de zgomot utilizabil în sistemele de detecție a unui semnal acustic specific.

Așa cum se arată și în [2], modul Sleep este un mod de alimentare scăzut pentru dispozitivele electronice, cum ar fi dispozitivele de calcul, televizoarele și dispozitivele cu telecomandă. Modul de așteptare (sleep) economisește semnificativ consumul de energie electrică, în comparație cu alimentarea completă a unui dispozitiv electronic și, la reluare, permite utilizatorului să evite obligația de a reîncărca instrucțiunile sau să aștepte repornirea dispozitivului electronic.

Arhitectura tipică a unui sistem de procesare de semnal audio este ilustrată în blocul din dreapta reprezentat în Figura 1 [1], procesorul DSP (101), care este și principalul consumator de energie. Pentru a obține o bună eficiență energetică este necesar ca blocul DSP să fie activat doar în prezența stimulilor specifici. Prin urmare, un sistem de consum redus implică utilizarea unui sistem de activare la detecția semnalului acustic specific (102).

Un sistem de activare la detecția semnalului acustic specific este ilustrat în Figura 2 [1]. Sarcina generării semnalului de activare este preluată de blocul ZeroPower Listening (202), specializat să răspundă la frecvențe de până la 6kHz cu un consum specific de curent de 10uA. Spre deosebire de această soluție comercială, invenția propusă răspunde într-un domeniu de frecvențe programabil, cu un consum energetic semnificativ redus.

Spre deosebire de cererea de brevet [2], propunerea noastră nu se referă la o metodă de determinare a pragului de zgomot ci este, mai degrabă, o soluție de circuit extrem de eficientă pentru generarea unui semnal care să activeze blocul numeric de procesare de semnal doar în situația în care există un semnal acustic cu parametri caracteristici unui motofierăstrău. Pragul de zgomot va fi unul fix, determinat în primul rând de cerințele de eficiență energetică specifice etajului de intrare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este creșterea eficienței energetice a unui sistem de monitorizare a ariilor protejate prin utilizarea unui sistem de activare la detecția unui semnal acustic specific de consum extrem de redus.

Dat fiind că sursa de energie a sistemelor pentru monitorizarea ariilor protejate o constituie energia solară captată cu ajutorul unui panou fotovoltaic de mici dimensiuni sau un acumulator și date fiind condițiile existente în mediul specific ariilor protejate, o eficiență energetică ridicată pentru blocurile ce procesează diferitele informații captate de senzori este obligatorie. Este și cazul caracteristicii care își propune să identifice exploatările ilicite de material forestier prin procesarea eșantioanelor de sunet achiziționate din mediul ambiant. Pentru mărirea eficienței energetice a întregului sistem de monitorizare, în continuare este propusă o metoda prin care blocurile responsabile cu procesarea de semnal sonor să fie menținute în modul sleep până în momentul când este detectat un semnal sonor caracterizat de un spectru asemănător cu cel caracteristic motoferăstraielor. Astfel, sistemul necesar trebuie să genereze un semnal electric digital care să semnalizeze cu un anumit nivel logic prezența sunetului de interes și respectiv prin nivelul logic complementar absența acestuia. Semnalul electric generat de acest bloc de detecție va activa sau nu blocurile responsabile cu procesarea de semnal, astfel că în continuare va fi numit semnal PowerUp.

Funcția de transfer a sistemului propus de detecție a unui semnal acustic specific este cea ilustrată în Figura 3. Funcționarea este următoarea: dacă sunetul existent în mediul ambiant are componente spectrale în domeniul de frecvențe corespunzător cu sunetele specifice unui motofierastrau (401) (plaja de operare a motorului este 2000-10000rpm), atunci ieșirea sistemului este High; în lipsa unui semnal sonor care să aibă armonici în plaja 30-300Hz, nivelul logic de la ieșire va fi Low.

Senzorul utilizat pentru conversia de la semnal sonor la semnal electric este un microfon capacitiv (402). Acesta se caracterizează printr-o capacitate electrică ce variază odată cu unda sonoră provenită din mediul ambiant. Implementarea etajului de intrare al sistemului de activare la detecția unui semnal acustic specific este ilustrată în Figura 4.

În Figura 4 se disting următoarele elemente:

- Microfonul **Mic** (402) reprezentat ca și un condensator variabil; are funcția de detecție a undelor sonore existente în mediul ambiant și respectiv de conversie a semnalului sonor în variație a capacității echivalente proprii;
- Tranzistorul MOS **M₁** (404) are rol dat de însăși funcția de tranzistor a sa, acesta realizând conversia de la semnalul de tensiune purtător de informație regăsit în grila sa la semnalul de curent de drenă;

- Rezistorul R_1 (403), de valoare foarte mare, are rol de PullDown pasiv: în lipsa semnalului sonor existent în mediul ambiant, acest rezistor menține poarta tranzistorului M_1 la masă și astfel se asigură un curent consumat din sursa de alimentare nul pentru etajul de intrare al sistemului de detecție și deci o eficiență energetică ridicată pentru întreg sistemul de monitorizare a ariilor protejate;
- Rezistorul R_2 (405) reprezintă o sarcină pentru tranzistorul M_1 realizând conversia de la semnalul curent de drenă al lui M_1 la un semnal de tensiune ce reprezintă o replică inversată dar și amplificată a semnalului regăsit în grilă;
- Tranzistorul PMOS M_2 (406) alături de rezistorul R_3 (407) realizează un etaj de formatare având rolul de conversie a semnalului analogic de tensiune regăsit în drenea lui M_1 la un semnal digital de tensiune ce se va regăsi în drenea lui M_2 ; parametrii acestui semnal se pretează pentru interfațarea cu blocul de procesare numerică preliminară de consum extrem de scăzut ce urmează;
- Blocul numit NUM (408) are rolul de a „număra” fronturile unei sonore incidente, putând fi realizat dintr-o succesiune de bistabili și porți logice;
- Blocul CLK (409) este un generator de semnal periodic de consum scăzut și eficiență energetică ridicată ce are funcția de bază de timp; acesta generează o referință de timp de frecvență scăzută ce va fi utilizată împreună cu informația de la NUMARATOR pentru a se lua decizia dacă există sau nu o excitație sonoră în plaja de frecvențe de interes (30-300Hz);
- Blocul DIV (410) este un divizor de frecvență ce are funcția de a genera un semnal de frecvență extrem de redusă cu rolul de a reseta sistemul de detecție în lipsa unui semnal acustic specific;

În caz că există în mediul ambiant un semnal având componente spectrale în domeniul de frecvențe de interes, semnalul PowerUp trece pe High ceea ce va activa blocul de procesare numerică de semnal care va fi responsabil cu analiza detaliată a eșantionului sonor și respectiv cu solicitarea emiterii unui semnal de alertă. În caz contrar, sistemul se auto resetează și așteaptă apariția unui semnal sonor caracterizat de parametri specifici celor generate de motofierastrăie, semnalul de ieșire PowerUp fiind menținut la nivelul Low.

Este de menționat faptul că sistemul nu va reacționa la orice nivel al zgomotului ambiant. Dat fiind că tranzistorul NMOS este caracterizat de o anumită tensiune de prag,

curentul de drenă al acestuia va fi nenul doar dacă tensiunea poartă-sursă depășește acest prag. Așadar, dimensionând corespunzător microfonul **MIC (401)** precum și tranzistorul **M₁**, se poate controla amplitudinea minimă a zgomotului ambiental la care sistemul să reacționeze. Mai mult, dacă se dorește ca sistemul să detecteze sunete de amplitudini foarte mici, se poate realiza o soluție de pre-polarizare sub prag a tranzistorului NMOS **M₁**, astfel încât în lipsa excitației sonore ambientale tensiunea poartă-sursă a acestuia să fie doar puțin mai mică decât tensiunea de prag.

O astfel de soluție este prezentată în Figura 5. Se observă existența unui rezistor adițional **R₀** (501) care, în conjuncție cu **R₁** (502), implementează un divizor rezistiv. Cele două rezistoare se vor dimensiona de așa manieră încât tensiunea poartă-sursă în regim static să fie mai mică decât tensiunea de prag:

$$V_{GS} = \frac{R_1}{R_0 + R_1} V_{DD} = V_{THN} - \varepsilon$$

unde:

$$\varepsilon > 0$$

De asemenea, se poate proiecta o soluție în care prepolarizarea tranzistorului **M₁** să fie făcută cu o tensiune dependentă obținută pe baza unui tranzistor replică astfel încât la circuitul rezultat să nu fie sensibil la variațiile de proces specifice dispozitivelor semiconductoare. Totuși, o astfel de soluție nu este impetuos necesară deoarece într-o fază de calibrare se poate ajusta tensiunea statică V_{GS} imediat sub prag prin utilizarea unui potențiomtru înseriat cu unul din rezistorii **R₀** și **R₁**.

Bibliografie

[1] Voice Activated Wake Up and Ultra Low Power Design, <https://volersystems.com/v-2018/voice-activated-wake-up-and-ultra-low-power/>

[2] WAKING COMPUTING DEVICES BASED ON AMBIENT NOISE, EP20160898786 20160411

Revendicări

Sistem de activare la detecția unui semnal acustic specific ce include:

- 1.un microfon **Mic** (402) **caracterizat prin aceea că** îndeplinește funcția de detecție a undelor sonore existente în mediul ambiant și respectiv de conversie a semnalului sonor în variație a capacității echivalente proprii;
- 2.un tranzistor NMOS **M₁** (404) **caracterizat prin aceea că** realizează conversia de la semnalul de tensiune purtător de informație regăsit în grila sa la semnalul de curent de drenă și împreună cu un rezistor **R₂** (405) ce reprezintă o sarcină pentru tranzistorul **M₁**, realizează conversia de la semnalul curent de drenă al lui **M₁** la un semnal de tensiune ce reprezintă o replică inversată dar și amplificată a semnalului regăsit în grilă;
- 3.un rezistor **R₁** (403, 502) **caracterizat prin aceea că** are valoare foarte mare și rol de PullDown pasiv și împreună cu un rezistor adițional **R₀** (501) implementează un divizor rezistiv ce definește nivelul acustic minim detectat;
- 4.un tranzistor PMOS **M₂** (406) **caracterizat prin aceea că**, alături de rezistorul **R₃** (407), realizează un etaj de formatare având rolul de conversie a semnalului analogic de tensiune regăsit în drena lui **M₁** la un semnal digital de tensiune ce se va regăsi în drena lui **M₂**;
- 5.un bloc de pre-procesare **caracterizat prin aceea că** este format din numărătorul **NUM** (408) ce are rolul de a „număra” fronturile unei unde sonore incidente, un generator de semnal periodic **CLK** (409) ce are funcția de bază de timp și un divizor de frecvență **DIV** (410) ce are funcția de a genera un semnal de frecvență extrem de redusă cu rolul de a reseta sistemul de detecție în lipsa unui semnal acustic specific;

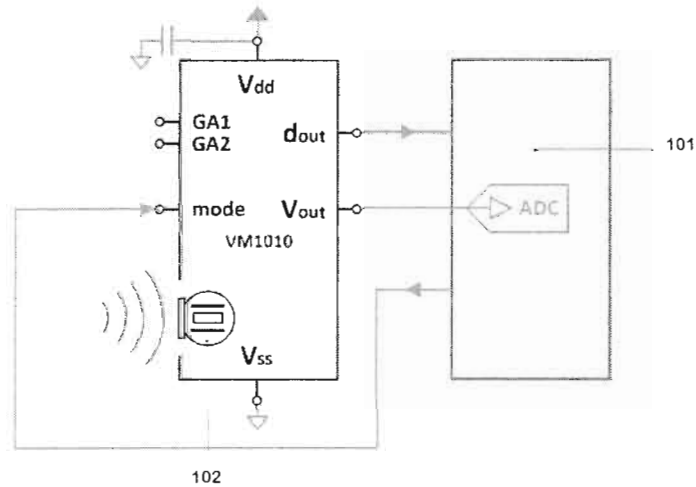


Figura 1 – Aplicație specifică de procesare audio de consum redus (101 – procesor de semnal DSP; 102 – Microfon piezoelectric)

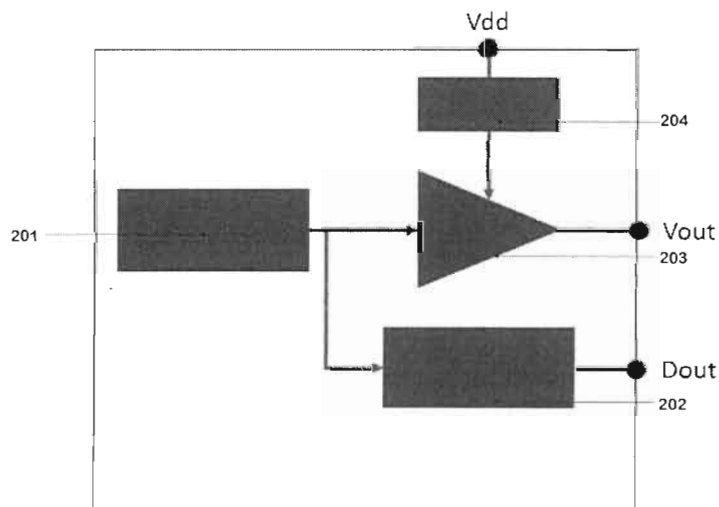


Figura 2 – Soluție de activare la detecția unui semnal acustic specific oferită de VESPER [1] (201 – Traducator piezoelectric MEMS; 202 – Sistem ZeroPower Listening; 203 – Repetitor; 204 – Regulator)

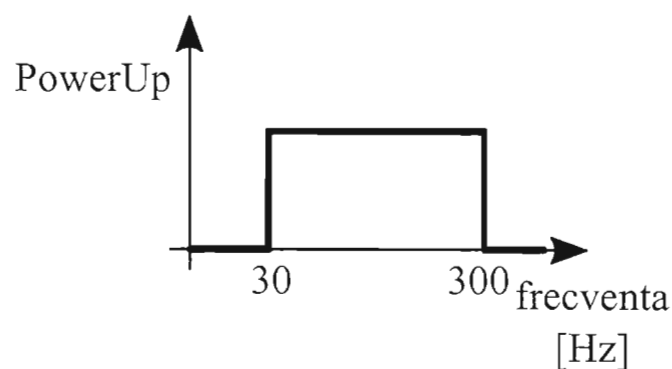


Figura 3 – Funcția de transfer a sistemului de activare la detecția unui semnal acustic specific

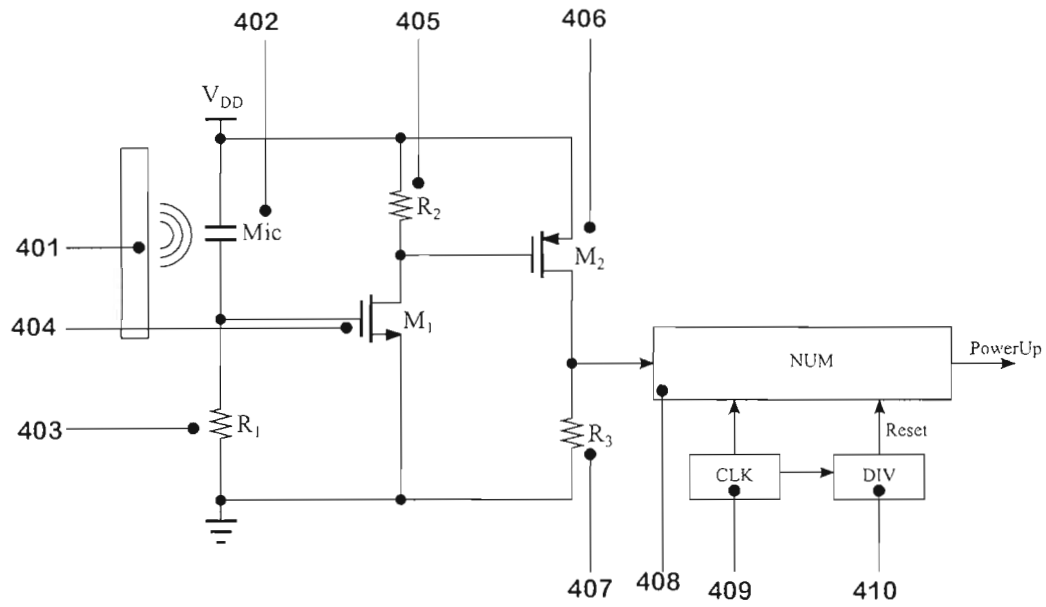


Figura 4 – Sistemul de detecție a unui semnal acustic specific cu detalierea etajului de intrare

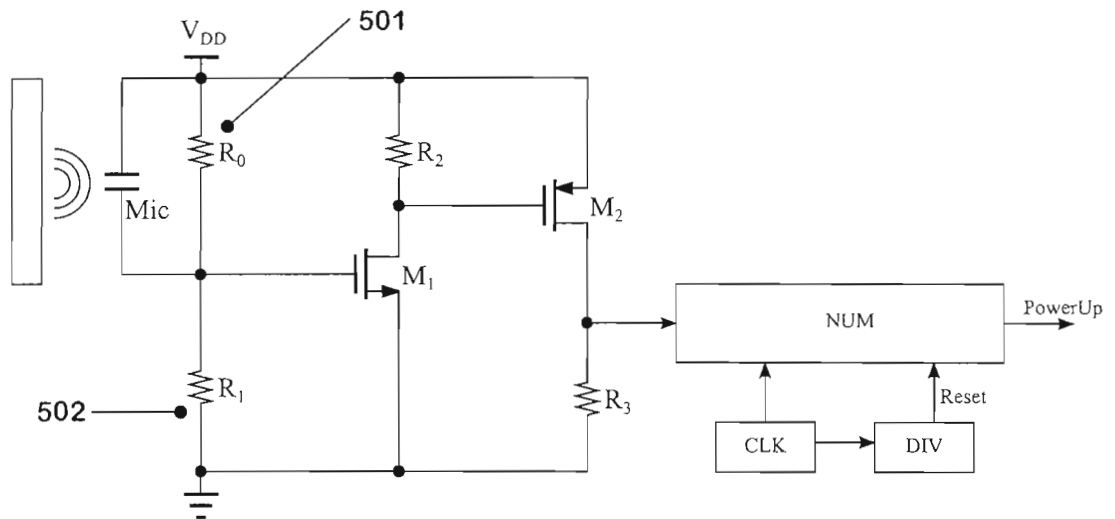


Figura 5 – Variantă a Sistemului de activare la detecția unui semnal acustic specific propus ce permite controlul amplitudinii minime a semnalului sonor de la care să existe reacție