



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2017 00995

(22) Data de depozit: 28/11/2017

(41) Data publicării cererii:
28/06/2019 BOPI nr. 6/2019

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• BĂDIC MIHAI, STR.CÂMPIA LIBERTĂȚII,
NR.5, BL.PM60, SC.2, AP.86, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO;
• MORARI CRISTIAN,
STR.TUDOR VLADIMIRESCU, NR.12,
BL.E1, SC.2, ET.5, AP.51, LUPENI, HD, RO

(54) SENZOR IZOTROP PENTRU DETERMINAREA POLUĂRII
ELECTROMAGNETICE LA JOASĂ FRECVENȚĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un senzor izotrop pentru determinarea poluării electromagnetice la joasă frecvență în zonele afectate de transportul și distribuția energiei electrice. Senzorul izotrop, conform invenției, este obținut prin montarea unui senzor de câmp electric peste un senzor de câmp magnetic, senzorul de câmp magnetic constând dintr-un miez magnetic (1) din tole de transformator, o bobină cilindrică cu număr foarte mare de spire (2) dispuse pe o carcasă (3) din textolit, un strat de izolație (4), un capac inferior (6) și un capac superior (7), senzorul de câmp electric constând din două armături metalice (5', 6'), separate de un izolator (4') sau prin distanțieri (3'), un capac inferior (1'), comun cu capacul superior (7') al senzorului de câmp magnetic, și un capac superior (2'), dispunerea concentrică a celor doi senzori permițând posibila determinare de perechi de componente electrice (E) și magnetice (H) perpendiculare ale radiației electromagnetice, conform teoriei, fără a fi necesară înglobarea unor amplificatoare, și cu posibilitatea identificării surselor de radiație pe baza relației de dependență dintre defazajul câmp electric - câmp magnetic și distanța sursă - senzor.

Revendicări: 1
Figuri: 6

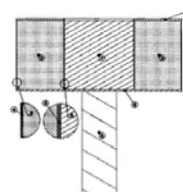


Fig. 2

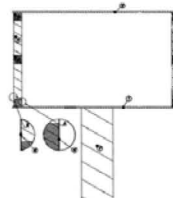
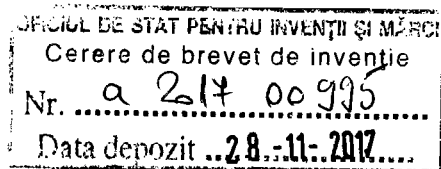


Fig. 3

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).





Senzor izotrop pentru determinarea poluării electromagnetice la joasa frecvență

Invenția se referă la un senzor izotrop pentru determinarea poluării electromagnetice la joasa frecvență prin măsurarea componentelor electrice (E) și magnetice (H) ale radiației electromagnetice aferente liniilor de transport a energiei electrice (50/60 Hz).

Se cunoaște faptul că, pentru detecția/măsurarea câmpurilor electrice și magnetice de joasă și medie frecvență se pot aplica mai multe principii fizice. Printre acestea se numără și modificarea planului de polarizare al luminii sub acțiunea unor câmpuri electrice puternice la trecerea printr-un material transparent – efectul Faraday [1], respectiv efectul electro-optic sau efectul Kerr [2]. De asemenea, în acest scop poate fi folosit și efectul Hall care constă în apariția unei tensiuni electrice la capetele unui semiconductor parcurs de curent electric și plasat sub acțiunea unui câmp magnetic [3]. Pentru a măsura câmpuri magnetice extrem de slabe poate fi folosit efectul Josephson care se manifestă prin apariția unui curent, prin efect tunel, între doi supraconductori separați de o barieră subțire [4, 5]. Aparatele existente pe piață care măsoară componentele magnetice și electrice ale câmpului electromagnetic în domeniul de joasă frecvență sunt digitale, încorporează amplificatoare de semnal, folosesc algoritmul FFT pentru analiza spectrului și sunt capabile să măsoare câmpul electric în gama 0.1 – 200000 V/m și câmpul magnetic în intervalul 1 pT – 2 mT cu o eroare de maximum 3% [6, 7]. Majoritatea acestor aparate au inductorul și condensatorul dispusi aleatoriu astfel încât nu pot determina perechi de \vec{E} și \vec{H} perpendiculare, așa cum arată teoria și cum ar trebui să se întâmple pentru un detector izotrop corect (de exemplu, vezi [7]).

Dezavantajele soluțiilor cunoscute sunt următoarele:

- sensibilitate redusă la valori relativ reduse ale câmpurilor electrice și magnetice (efectele Faraday, Kerr, Hall);
- construcție complicată;
- dificil de etalonat/calibrat;
- necesită dispozitive electronice pentru amplificarea semnalelor;
- nu prezintă posibilitatea identificării surselor de radiație.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui senzor izotrop pentru determinarea poluării electromagnetice la joasă frecvență care, folosind soluții constructive, este capabil să furnizeze cele șase mărimi vectoriale caracteristice radiației electromagnetice din zona Rayleigh /Fresnel împreună cu defazajul dintre ele, are sensibilitate ridicată, este ușor de etalonat/calibrat și prezintă posibilitatea identificării surselor de radiație.

Senzorul conform invenției permite măsurarea poluării electromagnetice – câmp magnetic și electric – în gama de frecvențe 10 Hz – 10 kHz (preferențial la 50/60 Hz, corespunzător zonelor afectate de transportul și distribuția energiei electrice) cu posibilitatea identificării surselor de radiație pe baza relației de dependență dintre defazajul câmp electric-câmp magnetic și distanța sursă – senzor, cu sensibilitate ridicată (câmp magnetic: < 5 nT, câmp electric: 1 V/m), inexistent astăzi în sistemul comercial/industrial.

Acest senzor conform invenției are o construcție bazată pe soluția inductorului (pentru câmp magnetic) respectiv a condensatorului (pentru câmp electric), cele două componente fiind dispuse în mod corect astfel încât este posibilă determinarea de perechi

de \vec{E} si \vec{H} perpendiculare, in conformitate cu teoria si cu conceptul de detector izotrop.

Ecuatiile dipolului electric elementar suprapus dipolului magnetic elementar (antena cadru elementara), prezentate mai jos, arata o dependenta a marimilor – inclusiv defazajul dintre E si H – fata de r (distanța de la sursa perturbatoare).

$$\begin{aligned}\underline{E}_r &= 2A \cos \theta \left[\left(\frac{\lambda}{2\pi r} \right)^3 \sin \psi + \left(\frac{\lambda}{2\pi r} \right)^2 \cos \psi \right] \\ \underline{E}_\theta &= A \sin \theta \left[- \left(\frac{\lambda}{2\pi r} \right)^3 \sin \psi - \left(\frac{\lambda}{2\pi r} \right)^2 \cos \psi + \frac{\lambda}{2\pi r} \sin \psi \right] \\ \underline{H}_\phi &= \frac{1}{Z_0} A \sin \theta \left[\left(\frac{\lambda}{2\pi r} \right)^2 \cos \psi + \frac{\lambda}{2\pi r} \sin \psi \right]\end{aligned}$$

unde: $\beta = \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$; $\psi = \omega t - \beta r$; $A = \frac{Z_0 \pi I_0 l}{\lambda^2}$; l = lungimea dipolului electric elementar.

Asadar prin masurarea acestor componente in mod corect, in coordonate carteziene, senzorul poate determina si distanta pana la sursa perturbatoare, adica se poate identifica sursa perturbatoare.

Senzorul izotrop pentru determinarea poluarii electromagnetice la joasa frecventa, conform inventiei inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca este realizat pe baza solutiilor constructive cu inductor ca senzor de camp magnetic (H) si condensator ca senzor de camp electric (E) dispusi in mod corect pentru a putea determina perechi de \vec{E} si \vec{H} perpendiculare, in conformitate cu teoria, fara necesitatea inglobarii unor amplificatoare (ceea ce il face usor de etalonat/calibrat), este capabil sa masoare componentele electrice si magnetice ale radiatiei electromagnetice (cele sase marimi vectoriale caracteristice radiatiei electromagnetice din zona Rayleigh /Fresnel) in domeniul de frecventa 10 Hz – 10 kHz (preferential la 50/60 Hz, corespunzator zonelor afectate de transportul si distributia energiei electrice) cu o sensibilitate < 5 nT pentru camp magnetic si de 1 V/m pentru camp electric, cu posibilitatea identificarii surselor de radiatie data de dependenta marimilor – inclusiv a defazajului dintre E si H – fata de r (distanța de la sursa perturbatoare) si aratata de ecuatiile dipolului electric elementar suprapus dipolului magnetic elementar (antena cadru elementara).

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- sensibilitate ridicata;
- constructie simpla datorita adoptarii solutiilor cu inductor (pentru camp magnetic) respectiv condensator (pentru camp electric);
- etalonare/calibrare facila datorita faptului ca functionarea sa se bazeaza pe ecuatiile clasice fara introducerea unor amplificatoare care introduc neliniaritati;
- nu necesita dispozitive electronice pentru amplificarea semnalelor;
- posibilitatea identificarii surselor de radiatie datorita dispunerii corecte a inductorului si condensatorului, ceea ce permite masurarea corecta a componentelor E si H , si dependentei dintre marimi – inclusiv defazajul dintre E si H – si distanta de la sursa perturbatoare (r).

Se da in continuare un exemplu de realizare a inventiei in legatura cu figurile 1a, 1b,

2, 3, 4, 5 si 6, care reprezinta:

Fig.1a – Principiul fenomenologic al senzorului izotrop pentru camp magnetic de joasa frecventa;

Fig.1b – Solutia constructiva pentru camp electric de joasa frecventa;

Fig.2 – Desen tehnic al senzorului de camp magnetic, conform inventiei ;

Fig.3 – Desen tehnic al senzorului de camp electric, conform inventiei ;

Fig.4 – Exemplu de senzor de camp magnetic ;

Fig.5 – Exemplu de senzor de camp electric ;

Fig.6 – Exemplu de senzor izotrop pentru camp electromagnetic.

Senzorul izotrop pentru determinarea poluarii electromagnetice la joasa frecventa, conform inventiei, are doua componente principale:

- Senzorul pentru camp magnetic;
- Senzorul pentru camp electric.

Constructia senzorului izotrop pentru determinarea poluarii electromagnetice la joasa frecventa, conform inventiei se bazeaza pe solutia a inductorului (pentru camp magnetic (Fig. 1a)) respectiv a condensatorului (pentru camp electric (Fig. 1b)). Astfel, *senzorul de camp magnetic* consta dintr-o bobina de forma cilindrica cu un numar foarte mare de spire (de ordinul zecilor de mii) infasurate in jurul unui miez magnetic detasabil, realizat conform desenului din Fig. 2. Acest senzor magnetic este alcatuit dintr-un miez magnetic 1 din tole de transformator, infasarile bobinei 2, dispuse pe o carcasa 3 din textolit, un strat de izolatie bobina 4, si un capac inferior 6 si un capac superior 7 realizate din textolit.

Senzorul de camp electric consta dintr-un condensator cilindric, realizat conform desenului din Fig. 3. Acest senzor este alcatuit din doua armaturi metalice 5', 6' separate de un izolator 4' (sau, in cazul folosirii aerului ca dielectric, cu distantieri 3' din material izolator pentru a pastra distanta dintre armaturi), si cu doua capace – inferior 1', comun cu cel al senzorului magnetic, si superior 2' – executate din textolit. *Senzorul izotrop pentru determinarea poluarii electromagnetice* se obtine prin montarea senzorului de camp electric peste senzorul de camp magnetic, concentric, aceasta dispunere facand posibila determinarea de perechi de \vec{E} si \vec{H} perpendiculare, in conformitate cu teoria si cu conceptul de detector izotrop. De asemenea, senzorului izotrop i se poate atasa un maner 5 (sau 7') pentru a putea fi manevrat cu usurinta in timpul masuratorilor.

Figurile 4, 5 si 6 prezinta un senzor de camp electric, un senzor de camp magnetic, respectiv un senzor izotrop de camp electromagnetic obtinut prin asamblarea celor doi senzori (electric si magnetic).

Prin aplicarea senzorului izotrop pentru determinarea poluarii electromagnetice la joasa frecventa conform inventiei, se obtin:

- Domeniu de frecventa: 10 Hz – 10 kHz;
- Sensibilitate: camp magnetic: < 5 nT, camp electric: 1 V/m;
- Determinarea celor sase marimi vectoriale caracteristice radiatiei electromagnetice din zona Rayleigh /Fresnel;
- Determinarea de perechi de \vec{E} si \vec{H} perpendiculare, in conformitate cu teoria datorita dispunerii corecte a celor doi senzori (electric si magnetic);
- Posibilitatea identificarii surselor de radiatie pe baza relatiei de dependenta dintre marimi, inclusiv defazajul camp electric-camp magnetic, si distanta sursa-senzor (r).

Revendicare

Senzorul izotrop pentru determinarea poluarii electromagnetice la joasa frecventa caracterizat prin aceea ca este realizat pe baza solutiilor constructive cu inductor ca senzor de camp magnetic (H) si condensator ca senzor de camp electric (E) dispusi in mod corect pentru a putea determina perechi de \vec{E} si \vec{H} perpendiculare, in conformitate cu teoria, fara necesitatea inglobarii unor amplificatoare (ceea ce il face usor de etalonat/calibrat), este capabil sa masoare componentele electrica si magnetica ale radiatiei electromagnetice (cele sase marimi vectoriale caracteristice radiatiei electromagnetice din zona Rayleigh /Fresnel) in domeniul de frecventa 10 Hz – 10 kHz (preferential la 50/60 Hz, corespunzator zonelor afectate de transportul si distributia energiei electrice) cu o sensibilitate < 5 nT pentru camp magnetic si de 1 V/m pentru camp electric, cu posibilitatea identificarii surselor de radiatie data de dependenta marimilor – inclusiv a defazajului dintre E si H – fata de r (distanța de la sursa perturbatoare) aratata de ecuatiile dipolului electric elementar suprapus dipolului magnetic elementar (antena cadru elementara).

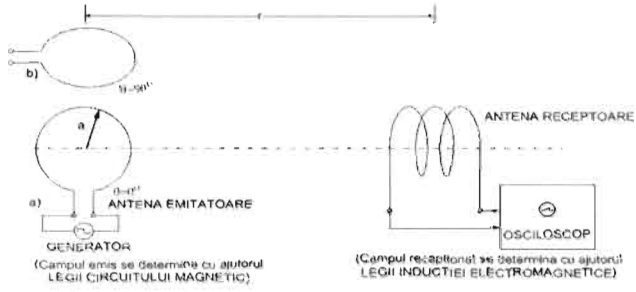


Figura 1a

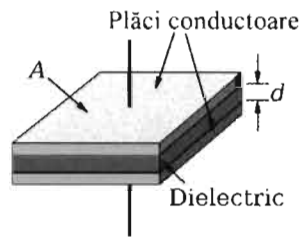


Figura 1b

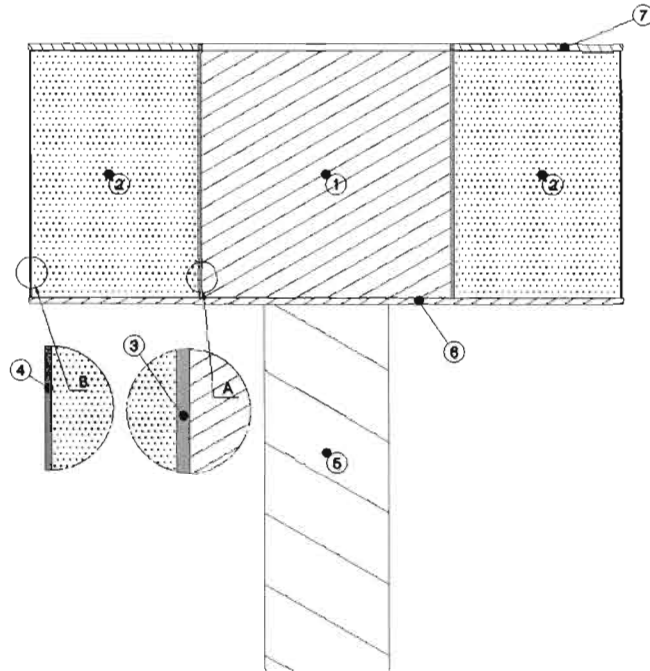


Figura 2

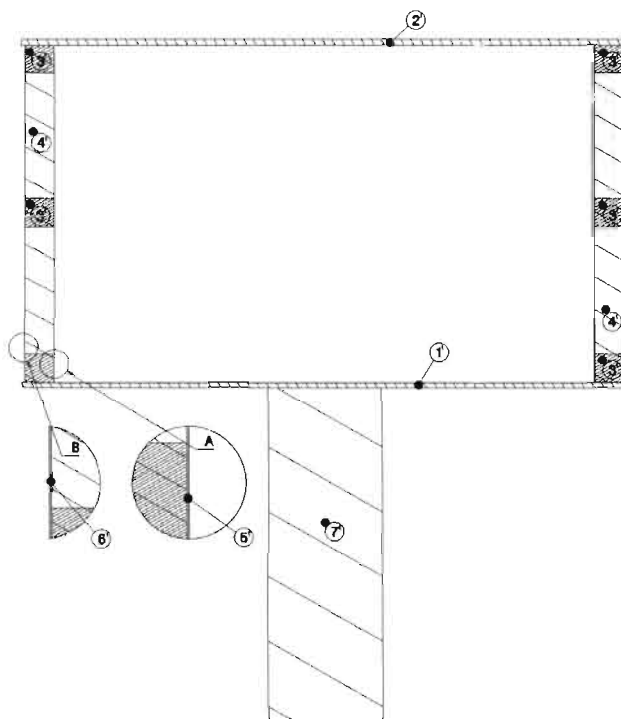


Figura 3



Figura 4

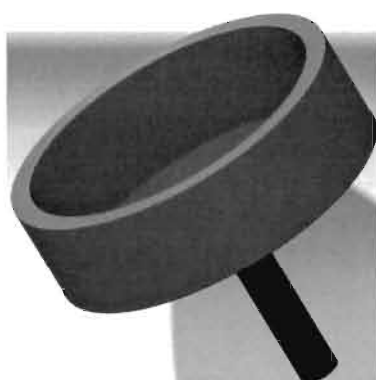


Figura 5



Figura 6