



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2018 00101

(22) Data de depozit: 19/02/2018

(41) Data publicării cererii:  
30/08/2019 BOPI nr. 8/2019

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

(72) Inventatori:  
• DAVID VALERIU,  
BD. DIMITRIE CANTEMIR NR.3, BL.P 4,  
SC.B, AP.10, IAȘI, IS, RO;  
• LUNCĂ COSTEL-EDUARD,  
STR. RĂZOARELOR NR.5, BL.681, SC.B,  
ET.2, AP.9, IAȘI, IS, RO;  
• PAVEL IONEL, SAT PĂDURENI,  
COMUNA GRAJDURI, IS, RO

(54) SUPRAVEGHEREA AUTOMATĂ A CÂMPULUI MAGNETIC  
CU DETECȚIA ȘI CARACTERIZAREA CÂMPURILOR  
TRANZITORII

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de supraveghere automată pe termen lung a câmpurilor magnetice de fond, ce realizează simultan detecția și caracterizarea câmpurilor tranzitorii sau a pulsurilor electromagnetice, în vederea evaluării expunerii persoanelor la câmpuri magnetice, precum și a caracterizării mediilor electromagnetice complexe și a surselor de câmp. Metoda conform invenției constă în determinarea, în mod continuu, cu ajutorul unui senzor (ST) triaxial de bandă largă, a celor trei componente ale inducției magnetice și ale derivatei ei în raport cu timpul, prelevarea, în mod continuu, a formelor de undă, de către un sistem (1.7) de achiziție de date de mare viteză, urmată de transmiterea acestora la un sistem (SC) de calcul pe care rulează mai multe aplicații software care efectuează următoarele operațiuni: determinarea (2.2) reprezentărilor în domeniul timp și în domeniul frecvență ale componentelor inducției magnetice și derivatelor acestora, cu memorarea (2.7) reprezentărilor semnificative, determinarea (2.8) valorilor efective și vârf la vârf ale componentelor inducției magnetice, și caracterizarea câmpului rezultat, detecția (2.4), analiza (2.6) și memorarea (2.9) tranzițiilor sau pulsurilor electromagnetice cu apariție aleatorie, și extragerea, afișarea și prelucrarea (2.10) statistică a datelor, în vederea caracterizării unor medii electromagnetice complexe și a unor surse de câmp.

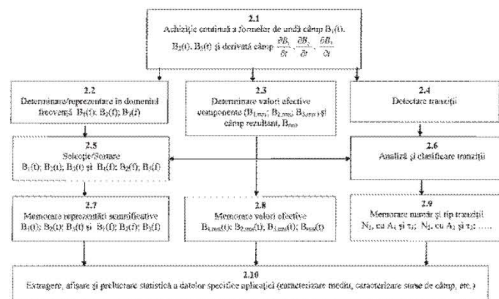


Fig. 2

Revendicări: 1  
Figuri: 2

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).





## SUPRAVEGHEREA AUTOMATĂ A CÂMPULUI MAGNETIC CU DETECȚIA ȘI CARACTERIZAREA CÂMPURILOR TRANZITORII

Invenția se referă la o metodă de supraveghere automată a câmpurilor magnetice de fond din diverse medii industriale sau rezidențiale, generate de sistemele de alimentare cu energie electrică sau alte surse de câmp din domeniul de frecvență 40 Hz ÷ 1 MHz, ce are și posibilitatea detecției și caracterizării unor câmpuri magnetice tranzitorii, care pot apărea în mod aleator. Această metodă de supraveghere permite reprezentarea în domeniul timp și în domeniul frecvență a celor trei componente rectangulare ale câmpului, înregistrarea valorii efective a câmpurilor magnetice de fond, precum și o detecție și clasificare a câmpurilor magnetice de tip tranzitoriu ce apar în timpul supravegherii. Prin multitudinea informațiilor pe care le furnizează, durata mare a supravegherii automate, prelucrarea statistică și prezentarea rezultatelor, metoda este utilă la evaluarea expunerii persoanelor la câmp și, în general, la caracterizarea unor medii electromagnetice complexe sau surse de câmp.

Una dintre principale surse de câmp, care determină câmpurile magnetice de fond din mediile industriale, dar și rezidențiale este rețeaua de alimentare cu energie electrică (230 V, 50 Hz).

Aceste câmpuri magnetice generate de multiple surse sau consumatori sunt foarte complexe având o mare variabilitate spațială și temporală. În plus, pentru domeniul foarte important și dinamic al studiului efectelor biologice ale câmpurilor sunt necesare multiple informații despre câmpurile la care sunt expuse persoanele în mediile considerate.

De aceea există cercetări și realizări în vederea determinării expunerii la câmp a persoanelor sau în vederea adaptării instrumentației de măsurare la anumite standarde [US 5418460], [Hanna 2009], [Mariscotti 2009], [RO 127139 B1] dar aceste realizări sunt limitate referitor la informațiile furnizate și domeniul de frecvență al câmpurilor măsurate.

Pe de altă parte, evaluarea expunerii persoanelor pe termen lung la câmpuri magnetice de mică intensitate și studiul efectelor biologice ale câmpurilor magnetice de tip tranzitoriu

sunt de mare importanță și actualitate, iar după cunoștința noastră nu există metode care să realizeze simultan ambele cerințe.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea supravegherii automate pe termen lung (câteva luni, chiar un an) a câmpului magnetic de fond cu caracterizarea lui în domeniul timp și frecvență, concomitent cu determinarea amplitudinilor și duratelor unor câmpuri tranzitorii din perioada de supraveghere considerată.

Metoda de supraveghere automată a câmpului magnetic, **conform invenției**, utilizând un singur senzor triaxial urmat de un sistem compact de prelucrare, memorare și prezentare a datelor, realizează măsurări automate ale câmpurilor magnetice de fond din domeniul de frecvență 40 Hz-1 MHz, cu stocarea și prezentarea informațiilor referitoare la reprezentarea în domeniul timp și în domeniul frecvență a componentelor câmpului, înregistrarea valorilor efective, în paralel cu detecția și clasificarea câmpurilor magnetice tranzitorii din perioada supravegheată automat.

Deoarece banda de frecvență a senzorului triaxial și a sistemului de prelucrare este largă, supravegherea automată a câmpurilor electromagnetice de fond se face într-un domeniu de frecvență mare și în plus se pot detecta și caracteriza câmpurile magnetice tranzitorii sau pulsurile electromagnetice.

Se prezintă în continuare principiul supravegherii automate a câmpului magnetic.

Trei senzori de câmp magnetic rectangulari, ce formează împreună senzorul triaxial de câmp, determină în mod continuu formele de undă ale celor trei componente ale inducției magnetice  $B_1(t)$ ,  $B_2(t)$ ,  $B_3(t)$ , precum și ale derivatelor acestora în raport cu timpul  $\frac{\partial B_1}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial B_2}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial B_3}{\partial t}$ , forme de undă sau reprezentări în domeniul timp ce sunt memorate într-o memorie ciclică cu înscriere în mod continuu.

Din aceste forme de undă se determină:

- reprezentările în domeniul frecvență ale componentelor;
- valorile efective (*root mean square values*, rms) ale celor trei componente  $B_{1,rms}$ ,  $B_{2,rms}$ ,  $B_{3,rms}$ , precum și valoarea efectivă a câmpului rezultat,  $B_{rms}$ , determinări ce sunt realizate cu o anumită periodicitate;
- variațiile rapide sau tranzițiile ce se suprapun peste formele de undă, determinându-se durata și amplitudinea fiecăreia și făcându-se o analiză și clasificare a lor în mai multe tipuri.

Se sortează și se memorează reprezentările în domeniul timp și în domeniul frecvență ale inducției magnetice ce sunt reprezentative, se memorează valorile efective ale

componentelor și ale câmpului rezultat, se memorează numărul și tipurile de tranziții și se face o prelucrare statistică a rezultatelor pentru durata de supraveghere automată.

Este posibilă și obținerea altor informații în funcție de aplicație sau de câmpul magnetic de fond ce se supraveghează automat, adaptându-se modul de sortare și prelucrare a datelor.

Avantajele invenției sunt date de faptul că realizează supravegherea automată pentru o durată de câteva luni a câmpurilor magnetice de fond într-un larg domeniu de frecvență utilizând un singur sistem de măsurare, ce permite caracterizarea unor medii electromagnetice complexe sau a unor surse de câmp prin:

- reprezentarea în domeniul timp și în domeniul frecvență ale celor trei componente ale câmpului magnetic;
- înregistrarea valorilor efective ale câmpurilor magnetice pe o perioadă mare de timp cu prelucrarea statistică a rezultatelor;
- detecția și caracterizarea câmpurilor magnetice tranzitorii din locul și pe durata considerată.

Metoda propusă este flexibilă, permițând o bună adaptare la aplicație și prezentarea informațiilor despre mediul sau sursa de câmp supravegheată. De exemplu, se poate adapta la reglementările din domeniul expunerii persoanelor la câmp, ce prezintă o continuă evaluare și dezvoltare sau la detecția și caracterizarea unei surse de câmp pe baza semnăturii electromagnetice.

Se dă, în continuare, un exemplu de realizare a invenției conform:

- Figura 1 – Principiul supravegherii automate a câmpurilor magnetice de fond;
- Figura 2 – Organigrama cu succesiunea etapelor metodei.

Se determină fiecare dintre cele trei componente rectangulare ale câmpului magnetic de către un senzor de câmp magnetic (1.1) și un bloc de prelucrare electronică (1.2) ambele de bandă largă, generându-se formele de undă sau reprezentările în domeniul timp ale inducției magnetice  $B_1(t)$  și ale derivatei în raport cu timpul a inducției magnetice  $\frac{\partial B_1}{\partial t}$ .

Senzorul (1.3) și blocul de prelucrare electronică (1.4), precum și senzorul (1.5) împreună cu blocul de prelucrare electronică (1.6) generează formele de undă ale lui  $B_2(t)$  și  $\frac{\partial B_2}{\partial t}$ , respectiv  $B_3(t)$  și  $\frac{\partial B_3}{\partial t}$ .

Cele 3 componente ale inducției magnetice și derivatei ei în raport cu timpul sunt prelevate de un sistem de achiziție de date de mare viteză (1.7) și transmise unui sistem de calcul (SC) unde datele sunt prelucrate, memorate și în final se prezintă rezultatele.

Astfel, software-ul de achiziție continuă (1.8) realizează o prelucrare primară, iar în continuare prelucrarea se realizează în paralel de către software-ul de determinare și înregistrare a nivelurilor de expunere (1.9), software-ul de sortare și înregistrare a formelor de undă (1.10) și software-ul de detecție, analiză și înregistrare a tranzițiilor (1.11).

Datele rezultate în urma acestor prelucrări sunt stocate într-o bază de date generală (1.12).

Accesarea datelor, prelucrarea ulterioară a acestora și prezentarea rezultatelor se face cu ajutorul unui software dedicat (1.13), format din module specifice conform aplicațiilor considerate: modul de evaluare expunere, modul de caracterizare surse de câmp, modul de analiză tranziții, modul de prelucrare statistică, alte informații.

Deși controlul funcționării întregului sistem, prelucrarea rezultatelor și prezentarea lor în concordanță cu cerințele aplicației și/sau caracteristicile câmpului se fac în mod automat, este posibilă oricând verificarea funcționării și intervenția unui operator uman în vederea analizei formelor de undă, a prelucrării statistice a datelor, etc.

Sucesiunea etapelor metodei propuse este prezentată în Figura 2.

Formele de undă ale celor trei componente ale câmpului  $B_1(t)$ ,  $B_2(t)$ ,  $B_3(t)$  și derivatei câmpului  $\frac{\partial B_1}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial B_2}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial B_3}{\partial t}$  sunt achiziționate în mod continuu (2.1) pe toată perioada de supraveghere, iar datele sunt stocate într-o memorie cu scriere circulară și rescriere după încărcarea completă.

Analiza formelor de undă se face în paralel pe trei direcții și anume: reprezentarea în domeniul timp și în domeniul frecvență (2.2), determinarea valorilor efective ale componentelor câmpului și ale câmpului rezultat (2.3), precum și detecția tranzițiilor (2.4).

Referitor la prima direcție de prelucrare, se sortează și selectează reprezentările în domeniul timp și în domeniul frecvență ale celor trei componente (2.5) și apoi se memorează

(2.7) reprezentările semnificative ale lor: setul 1 format din  $B_1(t)$ ,  $B_2(t)$ ,  $B_3(t)$  și  $\frac{\partial B_1}{\partial t}$ ,  $\frac{\partial B_2}{\partial t}$ ,

$\frac{\partial B_3}{\partial t}$ , setul 2, ..., setul i. Pentru fiecare dintre formele de undă memorate se estimează/reține

și timpul de apariție a lor pe durata supravegherii. Aceste forme de undă semnificative sunt importante pentru identificarea surselor de câmp pe baza semnăturii electromagnetice, dar și pentru caracterizarea câmpurilor tranzitorii prin amplitudine și durată.

A doua direcție de prelucrare constă în determinarea valorilor efective și a valorilor vârf la vârf ale componentelor, precum și a valorilor efective ale câmpului magnetic rezultat. Pentru câmpul magnetic rezultat se poate face și o estimare a valorilor vârf la vârf, precum și o estimare a orientării vectorului inducție magnetică și a polarizării lui. Intervalul de timp între valorile efective ce se determină poate fi de la câteva zecimi de secundă la câteva sute de secunde și poate fi adaptat la variabilitatea temporală a câmpului, la standardul de expunere a persoanelor, la durata de supraveghere. Se face apoi memorarea (2.8) valorilor efective și vârf la vârf ale celor trei componente ale câmpului, valorilor efective ale câmpului magnetic rezultat, precum și a altor date rezultate din această prelucrare.

A treia direcție de prelucrare, care se bazează atât pe formele de undă ale componentelor câmpului și derivatei ce se achiziționează în mod continuu, dar și pe corelații cu unele dintre datele obținute în cadrul celorlalte două direcții, începe cu detecția tranzițiilor (2.4). Odată detectate tranzițiile se face o analiză în vederea caracterizării lor (2.6), ce ar putea consta și în determinarea amplitudinii,  $A$ , și a duratei lor,  $\tau$ , după care se face memorarea numărului de tranziții pe tipurile identificate (2.9).

Urmează extragerea datelor, analiza statistică și prezentarea rezultatelor conform aplicației considerate (2.10), și anume supravegherea pe termen lung a înconjurătorului electromagnetic, detecția și caracterizarea unor surse de câmp pe baza semnăturii electromagnetice. Supravegherea automată pe termen lung a înconjurătorului electromagnetic poate avea aplicații în domeniul compatibilității electromagnetice, cum ar fi la detectarea câmpurilor magnetice de fond în vederea instalării în zona supravegheată a unor echipamente sensibile ca tomograful cu rezonanță magnetică nucleară (scanner RMN) sau alte dispozitive sensibile la câmpuri, precum și în domeniul biocompatibilității electromagnetice, la determinarea expunerii la câmp a persoanelor în acea zonă.

Metoda de supraveghere automată propusă efectuează măsurări simultane, redundante, complementare, permițând o bună caracterizare a câmpului magnetic de fond pe o durată mare de timp, precum și adaptabilitate la o serie de aplicații specifice.

## Bibliografie

[Hanna 2009] Hanna S.A., Motai Y., Varhue W.J., Titcomb S., (2009), Very-low-frequency electromagnetic field detector with data acquisition, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements*, 58, 129-140.

[Mariscotti 2009] Mariscotti A., (2009), A magnetic field probe with MHz Bandwidth and 7 decade dynamic range, *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 58, 2643-2652.

[RO 127139 B1], Inventatori: David Valeriu, Nica Ionuț, Sistem de determinare a câmpului magnetic și a câmpului electric de joasă frecvență, Patent: RO 127139 B1, Data: septembrie 2014.

[US 5418460] Inventors: Paul A. Cloutier; Delbert R. Oehme, *Compact triaxial ac magnetic field analyzer/dosimeter using swept bandpass filters*, Patent Number: 5418460, Date of Patent: May 23, 1995

## REVENDICARE

Metoda de supraveghere automată a câmpurilor magnetice de fond, **caracterizată prin aceea că ea constă în următoarele etape:**

- se determină în mod continuu cele trei componente ale inducției magnetice și ale derivatei ei în raport cu timpul de către un senzor triaxial de bandă largă (ST);
- se prelevează în mod continuu formele de undă de către un sistem de achiziție de date de mare viteză (1.7) și se transmit unui sistem de calcul (SC), pe care rulează mai multe aplicații software integrate, ce efectuează:
  - determinarea reprezentărilor în domeniul timp și în domeniul frecvență ale componentelor inducției magnetice și derivatelor ei (2.2) cu memorarea reprezentărilor semnificative (2.7);
  - determinarea valorilor efective și vârf la vârf ale componentelor inducției magnetice (2.8) și caracterizarea câmpului rezultat;
  - detecția (2.4), analiza (2.6) și memorarea (2.9) tranzițiilor sau pulsurilor electromagnetice cu apariție aleatorie;
  - extragerea, afișarea și prelucrarea statistică a datelor (2.10) în vederea caracterizării unor medii electromagnetice complexe și a unor surse de câmp.



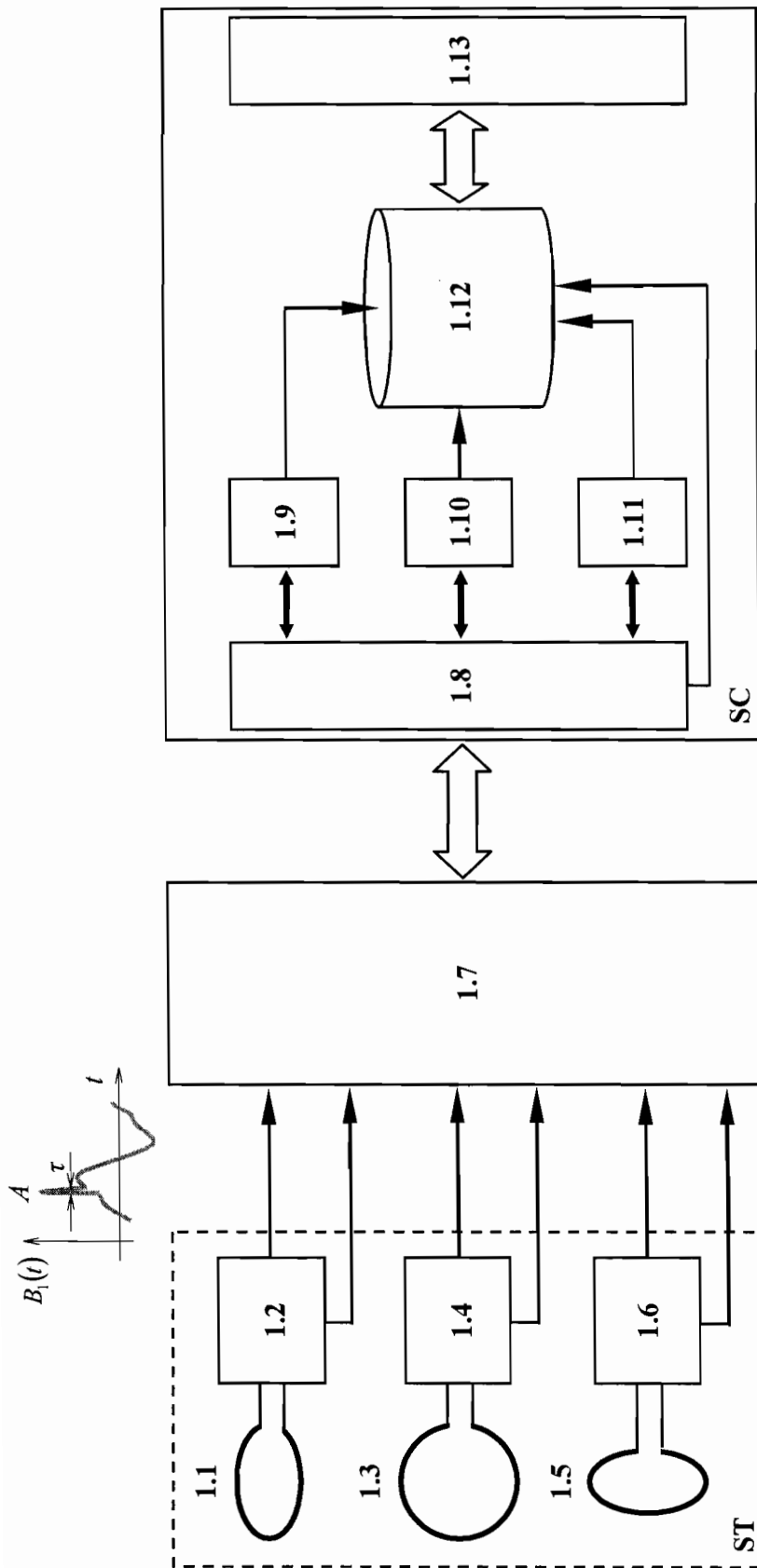


Figura 1

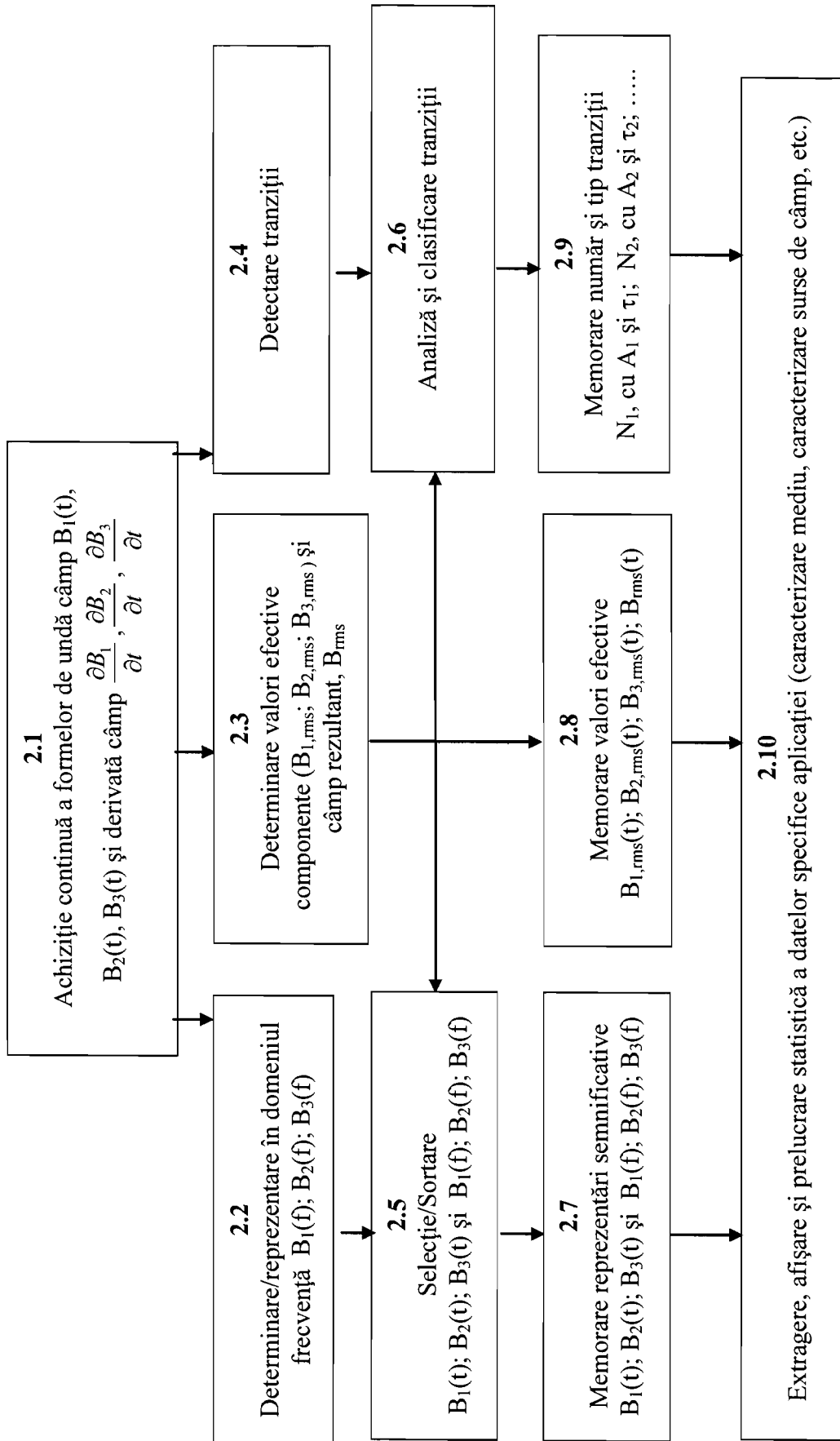


Figura 2