

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00505

(22) Data de depozit: 30/06/2014

(41) Data publicării cererii:
29/01/2016 BOPI nr. 1/2016

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
OPTOELECTRONICĂ - INOE 2000,
STR.ATOMIȘTILOR NR.409, MĂGURELE,
IF, RO

(72) Inventatori:
• GHERVASE LUMINIȚA, STR. BUJORILOR
NR. 3, BL. B20, SC. 1, AP. 3, MĂGURELE,
IF, RO;
• SAVASTRU DAN, STR.IANI BUZOIANI
NR.3, BL.16, SC.A, AP.2, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) ECHIPAMENT ȘI METODĂ PENTRU MONITORIZAREA IN
SITU A CALITĂȚII MEDIILOR ACVATICE NATURALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament și la o metodă pentru caracterizarea și monitorizarea continuă in situ a unui mediu acvatic natural. Echipamentul conform invenției include trei surse (1, 2 și 3) de radiație electromagnetică, un sistem (4) electronic de control, niște fibre (5, 6 și 13) optice pentru colectarea și transmiterea semnalului, o incintă (7) neagră, închisă, care găzduiește o cuvă (8), niște furtunuri (9 și 10), de aspirație și, respectiv, de împingere a apei de către o pompă (12) peristaltică în cuva (8), și un furtun (11) pentru evacuarea apei din cuvă (8), un filtru (14) optic, un spectrometru (15) și un computer (16) portabil. Metoda conform invenției constă în umplerea cuvei (8), după care se acționează automat, pe rând, pentru fiecare dintre cele trei surse (1, 2 și 3) constituite din niște LED-uri, secvența de pornire a LED-ului, achiziționarea spectrului, închiderea LED-ului, calcularea unor arii pentru domeniile spectrale prestabilite, apoi calcularea unor rapoarte între arii și afișarea unui mesaj de eroare, dacă valorile obținute sunt supraunitare, sau golirea cuvei (8), așteptarea unui interval predefinit și reluarea întregului ciclu.

Revendicări: 5
Figuri: 2

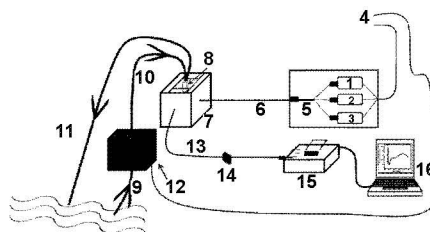


Fig. 1



14

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2014 00505
Data depozit 30-06-2014

ECHIPAMENT SI METODA PENTRU MONITORIZAREA IN SITU A CALITATII MEDIILOR ACVATICE NATURALE

Descrierea inventiei

Prezenta inventie se refera la un echipament si o metoda de utilizare a acestuia, pentru caracterizarea si monitorizarea continua in situ a mediilor acvatice naturale, caracterizat prin aceea ca include trei diode de lungimi de unda diferite, pentru excitarea speciilor fluorescente ale materiei organice dizolvate din probele de apa, aminoacizii triptofan si tirozina, si substantele humice, acidul humic, acidul fulvic si productia recenta de substante humice, care sunt reprezentative pentru calitatea mediilor acvatice naturale.

In scopul evaluarii calitatii mediilor acvatice naturale, se cunosc, la nivel international, din documentul US7824883, metoda si aparatul pentru detectia microbilor in lichide, aer si suprafete, in care se foloseste radiatie electromagnetica, de lungimi de unda diferite, la care se expune proba investigata. Dezavantajul acestei metode este ca tine seama doar de contaminarile apelor cu microbi specifici.

Se cunoaste, de asemenea, din documentul US4745285, metoda pentru detectia caracteristicilor unei particule prin mai multe analize de fluorescenta, in care se utilizeaza cel putin trei markeri de fluorescenta, cu emisie la lungimi de unda diferite, pentru detectarea semnalului. Dezavantajul acesteia consta in utilizarea markerilor, care presupune un cost mai ridicat si un pas in plus de prelucrare a probelor inainte de masurarea efectiva.

La nivel international mai este cunoscuta si metoda de detectie a moleculelor biologice si/sau a microorganismelor fluorescente dintr-un anumit spatiu, din documentul US5474910, care utilizeaza o singura lungime de unda, de 300 nm pentru excitarea moleculelor din proba, la cel putin doua momente de timp si compara rezultatele. Unul dintre dezavantajele acestei metode consta in lungimea de unda aleasa, care poate excita cel mult una dintre fractiunile cromoforice ale materiei organice dizolvate, legate de calitatea apei. Un alt dezavantaj al metodei consta in necesitatea existentei unei baze de date cu standarde, pentru comparatie, care sporeste costurile procesului de evaluare, datorita necesitatii continue de actualizare a bazei de date.

Brevetele US7564046 si US7301158 prezinta metoda si aparatul pentru masurarea fluorescentei active in probe lichide, folosind componente de corp solid. Inventia prezinta prezinta dezavantajul ca se refera doar la materialul fotosintetic din probele lichide. De asemenea, metoda si aparatul descrise in documentul US7301158, pot oferi informatii eronate, deoarece chiar si cand LED-urile de excitare sunt oprite, la fotodiada poate ajunge lumina, fie de la LED-urile de saturatie, fie din mediul ambiental, fiind necesar a se scadea din semnalul care ajunge la fotodetector atunci cand LED-urile de excitare sunt oprite, semnalul care ajunge atunci cand acestea sunt oprite.

Un exemplu de metoda si aparat pentru analiza spectrala si temporala a mediilor acvatice naturale este prezentat in cererea de brevet WO2011069067. Un dezavantaj al inventiei consta in faptul ca se bazeaza pe fluorescenta indusa laser, ceea ce limiteaza aplicabilitatea aparatului, fiind nevoie de lasere diferite, care sa emita la diferite lungimi de unda, pentru a excita mai multi compusi fluorescenti din probele de apa.

Inventia rezolva dezavantajele mentionate mai sus, prin aceea ca foloseste trei lungimi de unda diferite, specifice pentru a excita toate fractiunile cromoforice principale ale materiei organice dizolvate din apa, legate de calitatea apelor. De asemenea, reduce costurile de realizare a montajului experimental, prin utilizarea unor LED-uri relativ ieftine, si ofera posibilitatea unei autonomii de cateva ore, astfel incat nu mai este necesara o supraveghere permanenta a utilizatorului, si ofera posibilitatea de monitorizare continua a corpurilor de apa, putand fi setat inclusiv pentru masurari temporale. O alta problema pe care o rezolva inventia este aceea ca

erorile asociate cu lumina din exterior sunt minimizate, deoarece proba se afla intr-o incinta inchisa, neagra, iar detectorul porneste doar atunci cand este declansat de sistemul electronic de control.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- utilizeaza trei LED-uri cu lungimi de unda diferite, alese astfel incat sa excite toate principalele grupe de fluorofori din probele de apa;
- poate oferi autonomie de cateva ore, dand posibilitatea monitorizarii continue a mediilor acvatice naturale;
- poate oferi un mesaj de alerta in cazul in care inregistrarea facuta depaseste un prag prestabilit;
- poate fi dezvoltat printr-o eventuala conexiune prin satelit pentru a alerta utilizatorul despre potentialele blocaje sau erori ale sistemului, si de asemenea, despre eventuale contaminari;
- optional, sistemul electronic de control poate fi programat sa faca masurari in timp, declansand de mai multe ori, consecutiv, acelasi LED, atunci cand se doreste sa se determine evolutia in timp a unui anumit compus fluorescent al materiei organice dizolvate.

Se da, in continuare, un exemplu de realizare a echipamentului conform inventiei, in legatura cu figura 1, care reprezinta schema bloc, de principiu, a echipamentului de monitorizare in situ a calitatii mediilor acvatice naturale. Schema din figura 1, in care se prezinta un exemplu concret de realizare a inventiei, se refera la utilizarea a trei surse de radiatii electromagnetice, LED-uri cu lungimi de unda diferite. Se va folosi un LED cu lungimea de unda 250 nm (1), pentru excitarea acidului humic, un LED cu lungimea de unda de 280 nm (2), pentru excitarea triptofanului si respectiv, un LED cu lungime de unda de 330 nm (3), pentru excitarea substantelor humice recent produse. Cele trei LED-uri sunt conectate la un sistem electronic de control (4), care declanseaza automat, pe rand, la intervale prestabilite de utilizator, cele trei LED-uri. Pentru eliminarea radiatiei excitatoare din spectrele de fluorescenta inregistrate se va folosi un filtru optic (14). Radiatia electromagnetica emisa de cele trei surse este transmisa prin fibra optica (5, 6) catre incinta inchisa, neagra (7) in care se afla cuva (8) care contine proba de analizat. Apa ajunge in cuva prin intermediul unui furtun de colectare (9), cu un capat introdus in corpul de apa si cu celalalt legat la o pompa peristaltica (12) pentru tragerea apei, pompa care este conectata si actionata de catre sistemul electronic de control (4). Volumul de apa tras de pompa ajunge printr-un furtun (10) la cuva. Dupa excitarea si masurarea raspunsului de fluorescenta al probei, apa este eliminata din cuva printr-un alt furtun (11), in corpul de apa. Atunci cand cuva este umpluta, se masoara emisia fluorescenta, semnalul ajungand printr-o fibra optica (13) (amplasata la 90° fata de fibra pentru excitare) la spectrometrul (15) care inregistreaza semnalul si il transmite mai departe spre a fi procesat cu ajutorul unui computer portabil (16).

Un astfel de montaj prezinta avantajul ca poate avea autonomie de functionare de cateva ore, putand fi lasat sa inregistreze continuu si verificat si curatat la finalul fiecarei zile. Montajul are nevoie de o sursa de curent pentru a putea fi alimentat si poate fi introdus intr-o casuta de protectie amenajata pe malul apei de investigat.

Figura 2 ilustreaza conceptual metoda de utilizare a echipamentului, care implica programarea sistemului electronic de control, pentru a obtine informatii despre probele studiate. Etapele de operare ale metodei sunt: (1) actuatorul automat declanseaza pompa, pentru umplerea cuvei cu apa, apoi (2) porneste primul LED (cu lungime de unda de 250 nm) si (3) inregistreaza spectrul de fluorescenta al probei, apoi (4) inchide LED-ul si (5) se calculeaza aria dintr-un interval predefinit, in domeniului spectral caracteristic acidului humic (Arie1). La pasul urmator (6) se

declanșează LED-ul al doilea (lungime de undă de 280 nm), apoi (7) se înregistrează spectrul de fluorescență, (8) se închide LED-ul și (9) se calculează aria dintr-un interval predefinit, specific emisiei fluorescente a triptofanului (Arie2). (10) Se declanșează LED-ul al treilea (lungime de undă de 250 nm), (11) se înregistrează spectrul de fluorescență, apoi (12) se închide LED-ul și (13) se calculează aria dintr-un interval predefinit, specific emisiei de fluorescență a substanțelor humice de producție recentă (Arie3). Următorul pas este cel de (14) realizare a rapoartelor între Arie2 și Arie1 și raportul între Arie3 și Arie1. Raportul Arie2/Arie1 este util pentru identificarea rapidă a contaminărilor microbiene, iar raportul Arie3/Arie1 poate semnaliza creșterea materiei organice de tip humic, printr-un aport crescut de substanțe de tip humic produse recent. Dacă oricare dintre aceste valori este supraunitară, (15) se emite un semnal de alertă. Dacă amândouă rapoartele sunt subunitare, atunci se trece la pasul următor, (16) se golește cuva, apoi (17) se așteaptă un interval de timp predefinit (~ 1 min.), și (18) se reia întreg ciclul, pentru analiza unei noi probe.

REVENDICARI

1. Echipament pentru caracterizarea si monitorizarea continua in situ a calitatii mediilor acvatice naturale, conform figurii 1, **caracterizat prin aceea ca** include trei surse de radiatie electromagnetica (1, 2, 3), un sistem electronic de control (4), fibre optice pentru colectarea si transmiterea semnalului (5, 6, 13), o incinta inchisa, neagra (7) care gazduieste cuva (8), furtune pentru colectarea (9), transmiterea catre cuva (10) si evacuarea (11) apei din cuva, o pompa peristaltica (12), un filtru optic (14), un spectrometru (15) si un computer portabil (16).
2. Echipament pentru caracterizarea si monitorizarea continua in situ a calitatii mediilor acvatice naturale, conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** foloseste trei LED-uri de lungimi de unda diferite, de 250, 280 si 330 nm, pentru excitarea tuturor fractiunilor cromoforice ale materiei organice dizolvate din apa.
3. Echipament pentru caracterizarea si monitorizarea continua in situ a calitatii mediilor acvatice naturale, conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** foloseste o pompa actionata automat pentru a asigura fluxul de apa in cuva, pentru monitorizare continua.
4. Echipament pentru caracterizarea si monitorizarea continua in situ a calitatii mediilor acvatice naturale, conform revendicarii 1, **caracterizat prin aceea ca** foloseste un sistem electronic de control pentru actionarea automatizata a celor trei LED-uri si a pompei peristaltice.
5. Metoda de utilizare a echipamentului, conform figurii 2, **caracterizata prin aceea ca** are ca pasi de lucru: umplerea cuvei, dupa care se actioneaza automat, pe rand, pentru fiecare dintre cele trei LED-uri, secventa de pornire a LED-ului, achizitionare a spectrului, inchiderea LED-ului, calcularea unor arii pentru domenii spectrale prestabilite, apoi calcularea unor rapoarte intre arii si afisarea unui mesaj de eroare daca valorile obtinute sunt supraunitare, sau golirea cuvei, asteptarea unui interval predefinit si reluarea intregului ciclu.

Desene explicative

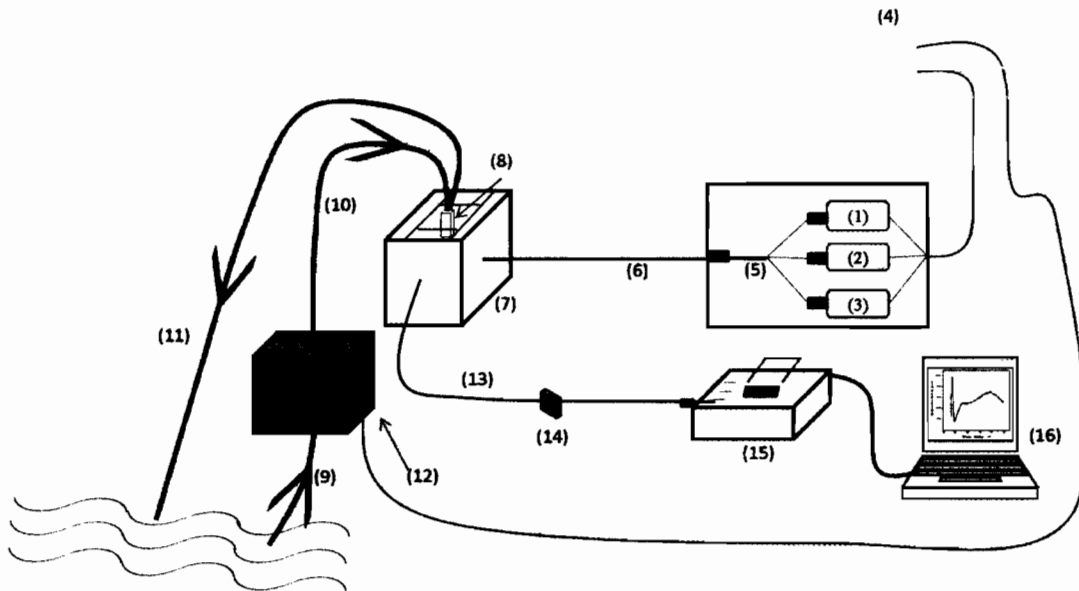


Figura 1. Schema montajului experimental al echipamentului pentru monitorizarea calității mediilor acvatice naturale

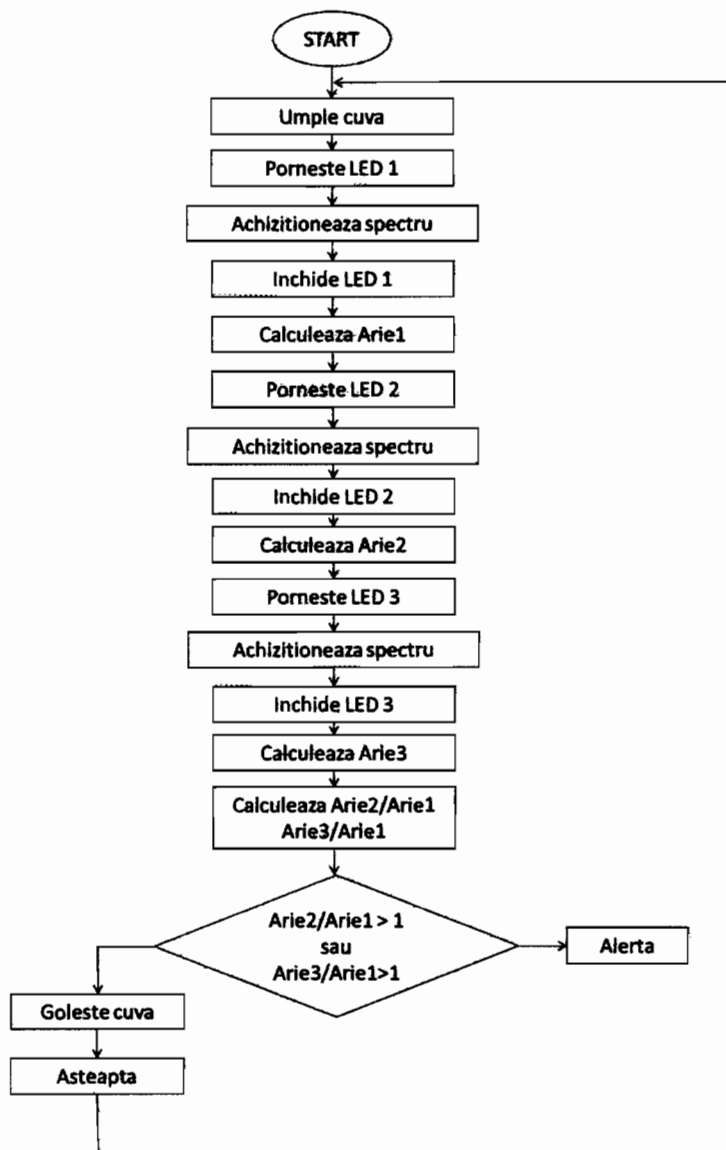


Figura 2. Diagrama a proceselor controlate prin sistemul electronic

ECHIPAMENT SI METODA PENTRU MONITORIZAREA IN SITU A CALITATII MEDIILOR ACVATICE NATURALE

Descrierea inventiei

Prezenta inventie se refera la un echipament din domeniul optoelectronicii, destinat caracterizarii si monitorizarii continue in situ a mediilor acvatice naturale.

In scopul evaluarii calitatii mediilor acvatice naturale, se cunosc, la nivel international, din documentul US7824883, metoda si aparatul pentru detectia microbilor in lichide, aer si suprafete, in care se foloseste radiatie electromagnetica, de lungimi de unda diferite, la care se expune proba investigata.

Dezavantajul acestei metode este ca tine seama doar de contaminarile apelor cu microbi specifici.

Se cunoaste, de asemenea, din documentul US4745285, metoda pentru detectia caracteristicilor unei particule prin mai multe analize de fluorescenta, in care se utilizeaza cel putin trei markeri de fluorescenta, cu emisie la lungimi de unda diferite, pentru detectarea semnalului.

Dezavantajul acesteia consta in utilizarea markerilor, care presupune un cost mai ridicat si un pas in plus de prelucrare a probelor inainte de masurarea efectiva.

La nivel international mai este cunoscuta si metoda de detectie a moleculelor biologice si/sau a microorganismelor fluorescente dintr-un anumit spatiu, din documentul US5474910, care utilizeaza o singura lungime de unda, de 300 nm pentru excitarea moleculelor din proba, la cel putin doua momente de timp si compara rezultatele. Unul dintre dezavantajele acestei metode consta in lungimea de unda aleasa, care poate excita cel mult una dintre fractiunile cromoforice ale materiei organice dizolvate, legate de calitatea apei. Un alt dezavantaj al metodei consta in necesitatea existentei unei baze de date cu standarde, pentru comparatie, care sporeste costurile procesului de evaluare, datorita necesitatii continue de actualizare a bazei de date.

Brevetul US7301158 prezinta metoda si aparatul pentru masurarea fluorescentei active in probe lichide, folosind componente de corp solid.

Inventia prezinta dezavantajul ca se refera doar la materialul fotosintetic din probele lichide. De asemenea, metoda si aparatul descrise in documentul US7301158, pot oferi informatii eronate, deoarece chiar si cand LED-urile de excitare sunt oprite, la fotodiada poate ajunge lumina, fie de la LED-urile de saturatie, fie din mediul ambiental, fiind necesar a se scadea din semnalul care ajunge la fotodetector atunci cand LED-urile de excitare sunt pornite, semnalul care ajunge atunci cand acestea sunt oprite.

Un exemplu de metoda si aparat pentru analiza spectrala si temporala a mediilor acvatice naturale este prezentat in cererea de brevet WO2011069067.

Un dezavantaj al inventiei consta in faptul ca se bazeaza pe fluorescenta indusa laser, ceea ce limiteaza aplicabilitatea aparatului, fiind nevoie de lasere diferite, care sa emita la diferite lungimi de unda, pentru a excita mai multi compusi fluorescenti din probele de apa.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui echipament pentru evaluarea calitatii apei, care, avand o constructie simpla, asigura o acoperire buna a principalelor fractiuni cromoforice ale materiei organice dizolvate, relevante pentru calitatea apei, prin prisma contaminarilor microbiene si terestre. Totodata, inventia elimina surse de zgomot provenite de la lumina ambientala si de la montajul experimental si necesitatea unor costuri mari de achizitie si operationale, prin eliminarea necesitatii utilizarii laserilor si markerilor fluorescenti, dar si a unor baze de date.

Inventia rezolva dezavantajele mentionate in materialele documentare, prin aceea ca foloseste mai multe diode emitatoare de lumina, de lungimi de unda diferite, specifice pentru a



excita toate fractiunile cromoforice principale ale materiei organice dizolvate din apa, legate de calitatea apelor. De asemenea, reduce costurile de realizare a montajului experimental, prin utilizarea unor LED-uri relativ ieftine, si poate avea autonomie de cateva ore, astfel incat nu mai este necesara o supraveghere permanenta a utilizatorului, si ofera posibilitatea de monitorizare continua a corpurilor de apa, putand fi setat inclusiv pentru masurari temporale. O alta problema pe care o rezolva inventia este aceea ca erorile asociate cu lumina din exterior sunt minimizezate, deoarece proba se afla intr-o incinta inchisa, neagra, iar detectorul porneste doar atunci cand este declansat de sistemul electronic de control.

Metoda, conform inventiei, consta in actionarea automata, succesiva, a LED-urilor, pentru a excita si a inregistra raspunsul de fluorescenta al fractiunilor cromoforice ale materiei organice dizolvate, si a evalua acest raspuns prin prisma unor rapoarte de arie specifice.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

- utilizeaza trei LED-uri cu lungimi de unda diferite, alese astfel incat sa excite principalele grupe de fluorofori din probele de apa;
- poate oferi autonomie de cateva ore, dand posibilitatea monitorizarii continue a mediilor acvatice naturale;
- poate oferi un mesaj de alerta in cazul in care inregistrarea facuta depaseste un prag prestabilit;
- are o constructie simpla;
- prezinta usurinta in exploatare;
- are pret de cost si de exploatare redus;
- poate fi dezvoltat printr-o eventuala conexiune prin satelit pentru a alerta utilizatorul despre potentialele blocaje sau erori ale sistemului, si de asemenea, despre eventuale contaminari;
- optional, sistemul electronic de control poate fi programat sa faca masurari in timp, declansand de mai multe ori, consecutiv, acelasi LED, atunci cand se doreste sa se determine evolutia in timp a unui anumit compus fluorescent al materiei organice dizolvate.

Se da, in continuare, un exemplu de realizare a echipamentului conform inventiei.

Figura 1 prezinta schema de principiu a echipamentului, care include trei surse de radiatii electromagnetice, LED-uri cu lungimi de unda diferite. Se va folosi un LED cu lungimea de unda 250 nm (1), pentru excitarea acidului humic, un LED cu lungimea de unda de 280 nm (2), pentru excitarea triptofanului si respectiv, un LED cu lungime de unda de 330 nm (3), pentru excitarea substantelor humice recent produse. Cele trei LED-uri sunt conectate la un sistem electronic de control (4), care declanseaza automat, pe rand, la intervale prestabilite de utilizator, cele trei LED-uri. Pentru eliminarea radiatiei excitatoare din spectrele de fluorescenta inregistrate se va folosi un filtru optic (14). Radiatia electromagnetica emisa de cele trei surse este transmisa prin fibra optica (5, 6) catre incinta inchisa, neagra (7) in care se afla cuva (8) care contine proba de analizat. Apa ajunge in cuva prin intermediul unui furtun de colectare (9), cu un capat introdus in corpul de apa si cu celalalt legat la o pompa peristaltica (12) pentru tragerea apei, pompa care este conectata si actionata de catre sistemul electronic de control (4). Volumul de apa tras de pompa ajunge printr-un furtun (10) la cuva. Dupa excitarea si masurarea raspunsului de fluorescenta al probei, apa este eliminata din cuva printr-un alt furtun (11), in corpul de apa. Atunci cand cuva este umpluta, se masoara emisia fluorescenta, semnalul ajungand printr-o fibra optica (13) (amplasata la 90° fata de fibra pentru excitare) la spectrometrul (15) care inregistreaza semnalul si il transmite mai departe spre a fi procesat cu ajutorul unui computer portabil (16).



Un astfel de montaj prezintă avantajul că poate avea autonomie de funcționare de câteva ore, fără să fie necesară supraveghere umană, putând fi lăsat să înregistreze continuu și verificat și curățat la finalul fiecărei zile. Montajul are nevoie de o sursă de curent pentru a putea fi alimentat și poate fi introdus într-o casută de protecție amenajată pe malul apei de investigat.

Figura 2 ilustrează conceptual metoda de utilizare a echipamentului, care implică programarea sistemului electronic de control, pentru a obține informații despre probele studiate. Etapele de operare ale metodei sunt: (1) actuatorul automat declanșează pompa, pentru umplerea cuvei cu apă, apoi (2) porneste primul LED (cu lungime de undă de 250 nm) și (3) înregistrează spectrul de fluorescență al probei, apoi (4) închide LED-ul și (5) se calculează aria dintr-un interval predefinit, în domeniul spectral caracteristic acidului humic (Arie1). La pasul următor (6) se declanșează LED-ul al doilea (lungime de undă de 280 nm), apoi (7) se înregistrează spectrul de fluorescență, (8) se închide LED-ul și (9) se calculează aria dintr-un interval predefinit, specific emisiei fluorescente a triptofanului (Arie2). (10) Se declanșează LED-ul al treilea (lungime de undă de 250 nm), (11) se înregistrează spectrul de fluorescență, apoi (12) se închide LED-ul și (13) se calculează aria dintr-un interval predefinit, specific emisiei de fluorescență a substanțelor humice de producție recentă (Arie3). Următorul pas este cel de (14) realizare a rapoartelor între Arie2 și Arie1 și raportul între Arie3 și Arie1. Raportul Arie2/Arie1 este util pentru identificarea rapidă a contaminărilor microbiene, iar raportul Arie3/Arie1 poate semnala creșterea materiei organice de tip humic, printr-un aport crescut de substanțe de tip humic produse recent. Dacă oricare dintre aceste valori este supraunitară, (15) se emite un semnal de alertă. Dacă amândouă rapoartele sunt subunitare, atunci se trece la pasul următor, (16) se golește cuva, apoi (17) se așteaptă un interval de timp predefinit (~ 1 min.), și (18) se reia întreg ciclul, pentru analiza unei noi probe.



Desene explicative

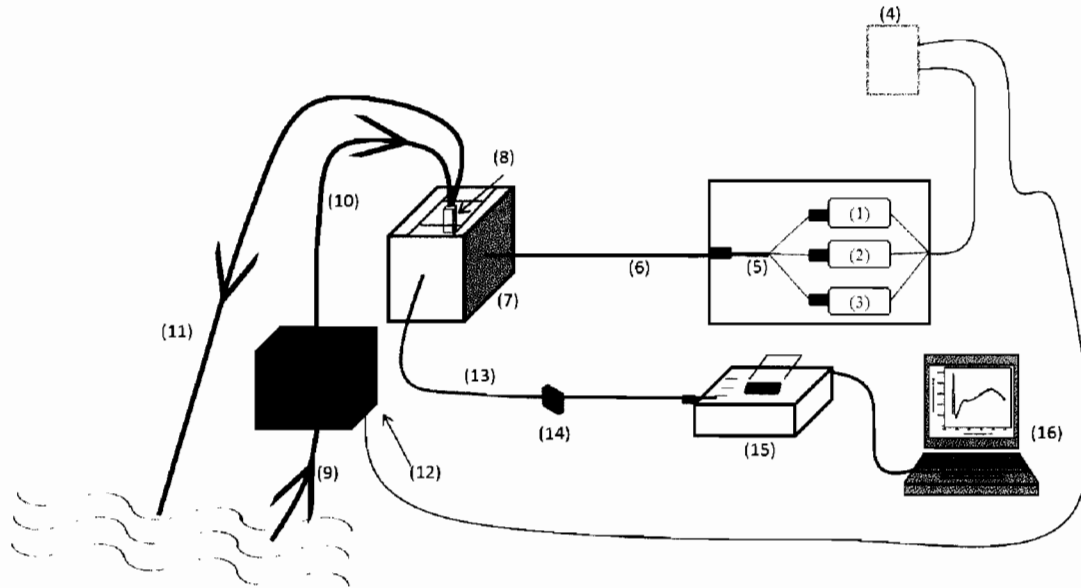


Figura 1. Schema montajului experimental al echipamentului pentru monitorizarea calității mediilor acvatice naturale



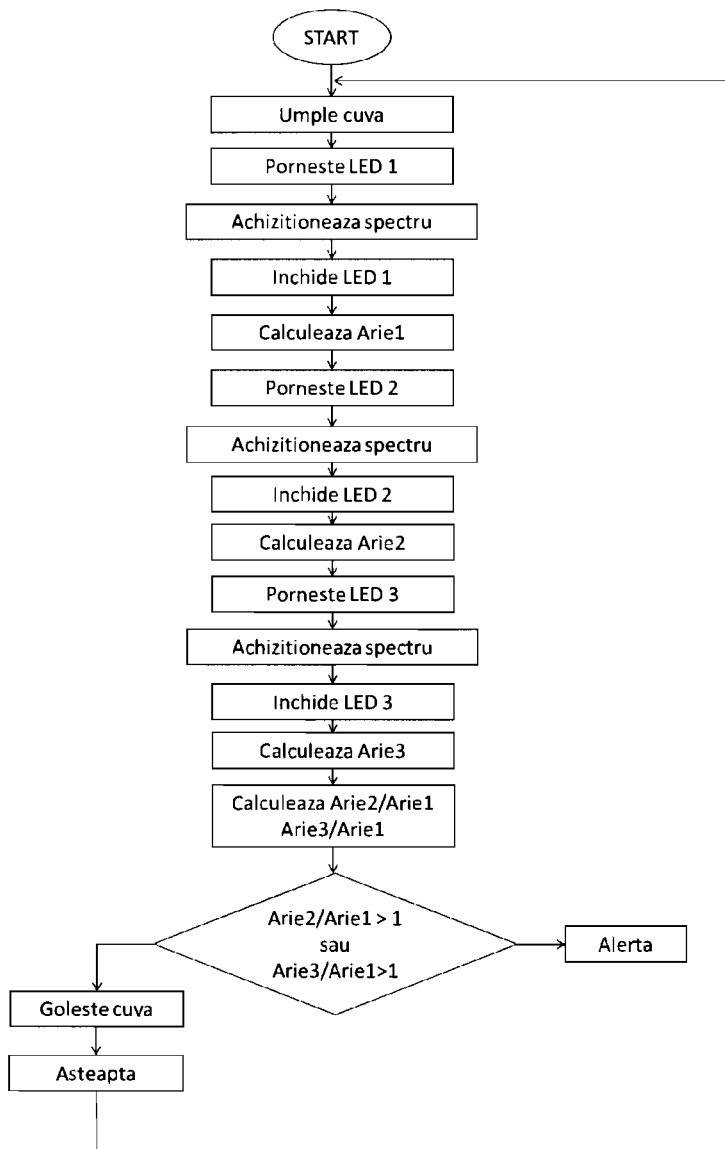


Figura 2. Diagrama a proceselor controlate prin sistemul electronic

