



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00433**

(22) Data de depozit: **09.06.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **28.03.2014** BOPI nr. 3/2014

(41) Data publicării cererii:
26.02.2010 BOPI nr. 2/2010

(73) Titular:
• **ICPE BISTRIȚA S.A., STR.PARCULUI
NR.7, BISTRIȚA, BN, RO**

(72) Inventatori:
• **VLAD GRIGORE, STR.GHINZII NR.40 A,
BISTRIȚA, BN, RO;**

• **NASCU IOAN, STR.PANAIT ISTRATI
NR.12, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;**
• **ROBESCU DIANA LĂCRĂMIOARA,
STR.RADNA NR.28, SC.1, AP.1, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;**
• **CATARIG LEONTIN, STR.RECELE
NR.116, COMUNA ILVA MARE, BN, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 7113834 B2; EP 0260187 B1

(54) **METODĂ DE PROGRAMARE A PARAMETRILOR DE
REGULATOARE PID**



RO 125220 B1

1 Invenția se referă la o metodă de control automat al treptei biologice a stațiilor de
2 epurare ape uzate. Treapta biologică a unei stații de tratare a apelor uzate reprezintă procesul
3 de tratare cu nămol activ. Este cel mai cunoscut proces de tratare a apei reziduale și constituie
4 o provocare pentru sistemele de conducere a proceselor deoarece este neliniar, are o dinamică
5 complicată, cu parametri variabili în timp și afectată de perturbații semnificative. Conducerea
6 unui astfel de proces este dificilă folosind metodele convenționale.

7 Deși procesul este în mod normal multvariabil, prezența unor constante de timp diferite
8 sensibil ca valoare (de la valori de ordinul zecilor de minute ce caracterizează dinamica oxige-
9 nului dizolvat, la valori de ordinul zilelor, specifice descompunerii biologice a materiei organice),
10 a făcut posibilă decuplarea mărimilor de control și utilizarea metodelor specifice sistemelor
11 monovariabile. În această abordare se cunosc mai multe metode de reglare automată, începând
12 cu structura convențională cu reglatoare PID ("feedback control"), care deși fiind o structură
13 simplă, cu performanțe modeste, are totuși avantajul că reglatoarele PID sunt cele mai cunos-
14 cute și ușor de utilizat.

15 Reglarea cu compensarea perturbațiilor ("feedforward control") permite, prin măsurarea
16 unor perturbații eliminarea efectelor acestora în condițiile în care este cunoscut modelul exact
17 al procesului. Dezavantajul acestei metode rezultă din necesitatea utilizării unor traductoare
18 suplimentare pentru măsurarea perturbațiilor, de obicei costisitoare, iar dacă parametri sau
19 structura modelului se modifică față de varianta luată în considerare la proiectarea regulatorului,
20 metoda devine ineficientă.

21 În ultimul timp sunt propuse tot mai multe tehnici avansate de control automat pentru
22 controlul acestui tip de procese: control optimal, control predictiv bazat pe modele liniare sau
23 neliniare, control adaptiv, control fuzzy sau neuronal. Pentru implementarea acestor tehnici este
24 însă nevoie de utilizarea unui suport hard cu flexibilitate în programare și putere de calcul
25 sporite.

26 În ciuda evoluției rapide a componentelor hardware din ultimii 50 de ani, reglatoarele
27 convenționale PID au rămas cele mai folosite echipamente de reglare în aplicațiile industriale.
28 Deși au o structură simplă aceste reglatoare sunt de departe cele mai larg utilizate în sistemele
29 de control automat. Ele se pot regăsi și în structura celor două categorii de sisteme rezultate
30 din dezvoltarea tehnologiilor și produselor de automatizare: DCS și PLC. Există numeroase
31 argumente pro și contra utilizării structurii PID, acum când echipamente și sisteme numerice
32 de reglare permit realizarea unor structuri mai complicate și mai eficiente. Structura PID este
33 bine cunoscută și există metode sistematice, relativ simple, de acordare a acestor reglatoare.
34 Această structură simplă limitează însă performanțele regulatorului. Reglarea proceselor cu o
35 dinamică complexă și care se mai și modifică în timp este greu de realizat eficient cu regula-
36 toare PID. Pentru aceste procese, în condițiile în care înlocuirea reglatoarelor clasice PID cu
37 reglatoare moderne bazate pe strategii avansate de control (reglatoare predictive, reglatoare
38 neurale sau neuro-fuzzy etc.) ar necesita costuri suplimentare, se încearcă dezvoltarea unor
39 tehnici de autoacordare și adaptare care să compenseze neajunsurile structurii PID.

40 Metoda conform invenției înlătură dezavantajele soluțiilor bazate pe tehnici de control
41 avansat, prin aceea că se bazează pe structura convențională de control, utilizând reglatoare
42 PID. Pentru aceasta, se are în vedere că majoritatea reglatoarelor PID actuale au posibilități
43 de conectare printr-o interfață serială cu un sistem supervizor, de regulă, un calculator de
44 proces sau pur și simplu un calculator PC. Astfel, la nivelul supervizorului, este posibilă accesa-
45 rea tuturor datelor și parametrilor reglatoarelor conectate, precum și modificarea valorilor unor
46 parametri, cum ar fi referința, parametrii de acord sau parametrii de configurare. Este posibilă
47 de asemenea configurarea regulatorului pentru funcționare ca regulator PID sau ca regulator
48 bipозиțional, de tip releu.

RO 125220 B1

Soluția pentru realizarea sistemului de control constă în implementarea la nivelul supervisorului a unei proceduri de acordare automată a parametrilor regulatorului cu structură PID. Această procedură se bazează pe măsurătorile rezultate în urma unui experiment de tip releu. În literatura de specialitate sunt cunoscute mai multe tehnici de acordare automată. Lansarea procedurii de acordare automată este gestionată tot la nivel de supervisor. Pentru aceasta se stabilesc perturbațiile principale din proces și se determină valorile lor minime și maxime. Se definesc subdomenii de variație de 20% din domeniul principal de variație al acestora. Se monitorizează permanent valorile acestor perturbații. De fiecare dată când valorile trec în alt subdomeniu, supervisorul lansează procedura de autoacordare: identifică parametrii modelului procesului corespunzători noului regim de funcționare și calculează apoi parametrii de acord ai regulatorului PID. Memorarea valorilor obținute permite implementarea unei tehnici de tip programarea parametrilor ("gain scheduling", sau mai exact "parameter scheduling"). În cazul în care pentru un anumit subdomeniu se cunosc parametrii de acord ai regulatorului, aceștia sunt preluați automat din memoria sistemului supervisor, procedura de autoacordare nu mai este lansată.

Metoda conform invenției înlătură dezavantajele soluției convenționale cu reglatoare PID, prin aceea că asigură performanțele de reglare chiar în prezența neliniarităților dinamicii procesului prin actualizarea continuă a parametrilor de acord a regulatorului în funcție de regimul de funcționare.

Metoda conform invenției prezintă următoarele avantaje:

- asigură menținerea performanțelor de reglare în prezența neliniarităților procesului;
- nu necesită cunoașterea a priori a unui model exact al procesului;
- oferă un mai mare grad de comoditate în exploatare, utilizând reglatoare cu structura simplă;
- permite obținerea unui cost redus.

În continuare, se dă un exemplu de realizare a invenției pentru controlul oxigenului dizolvat în bioreactoare aerobe, în legătură și cu fig. 1 și 2, care reprezintă:

- fig. 1, structura sistemului de control automat;
- fig. 2, organigrama de funcționare a metodei de programare a parametrilor, implementată la nivelul supervisorului.

Metoda conform invenției, pentru controlul treptei biologice din stațiile de epurare ape uzate, bazată pe programarea parametrilor reglatoarelor cu structură PID, este destinată aplicării în cadrul unui sistem de control automat a cărui structură este prezentată în fig. 1.

În funcționare normală, regulatorul este configurat pentru funcționare ca regulator PID, iar ieșirea sa este conectată pe intrarea u de control al procesului, reprezentând în cazul nostru debitul de aer introdus de suflante în proces. Regulatorul cu structură PID calculează comanda astfel încât oxigenul dizolvat y să urmărească valoarea prescrisă w în conformitate cu performanțele impuse. În momentul în care sistemul supervisor activează procedura de autoacordare, regulatorul este configurat pentru funcționare ca regulator bipozițional, intrarea u de control al procesului este conectată la ieșirea regulatorului de tip releu. În această conexiune, la ieșirea procesului se vor obține oscilații întreținute, a căror amplitudine și perioadă sunt măsurate și utilizate în calculul parametrilor de acord ai regulatorului PID. Supervisorul poate modifica limitele de variație ale ieșirii bipoziționale a regulatorului (amplitudinea releului) pentru a obține oscilații cu amplitudine de valori convenabile.

În fig. 2 este prezentată organigrama de funcționare a sistemului de supervizare în baza căreia este comandată comutarea structurii prezentate în fig. 1 în regim de funcționare normală ca sistem de reglare cu regulator PID sau în regim de autoacordare cu experiment de tip releu.

RO 125220 B1

1 Aceasta cuprinde în principal următoarele etape:

3 a) inițializarea sistemului de supervizare - definirea subdomeniilor pentru intrările pro-
cesului considerate ca perturbații și în funcție de aceasta stabilirea structurii și a dimensiunilor
5 tabelii de memorare a parametrilor de acord ai regulatorului PID denumită în continuare și
tabela de programare a parametrilor;

7 b) monitorizarea valorilor perturbațiilor. Acestea pot fi determinate fie prin măsurători
directe de către sistemul de control și apoi transmise supervisorului fie prin utilizarea unor esti-
matoare ce vor calcula aceste valori pe baza altor măsurători disponibile în cadrul sistemului;

9 c) verificarea încadrării valorilor curente ale perturbațiilor în subdomeniile definite ante-
rior și verificarea existenței parametrilor de acord ai regulatorului în tabela de programare a
11 parametrilor;

13 d) dacă acești parametri au fost calculați anterior, ei vor exista în tabela de programare
și se vor transmite valorile lor regulatorului PID, după care se revine la monitorizarea valorilor
perturbațiilor;

15 e) dacă acești parametri nu există în tabela de programare, este necesară activarea
procedurii de autoacordare;

17 f) sistemul de supervizare preia comanda asupra ieșirii regulatorului, calculează amplitu-
dinea ieșirii, valoarea minimă și maximă, controlează procesul cu o comandă de tip releu ceea
19 ce va determina apariția unor oscilații întreținute la ieșirea procesului;

g) sistemul de supervizare măsoară amplitudinea și perioada oscilațiilor;

21 h) la modificări mai mici de 5% a amplitudinii oscilațiilor, se presupune că s-a ajuns la
oscilații întreținute și se oprește experimentul;

23 i) pe baza acestor măsurători, sistemul de supervizare realizează estimarea parametrilor
modelului procesului și acordarea regulatorului;

25 j) noile valori vor fi memorate mai întâi în tabela de programare a parametrilor și apoi se
vor transmite regulatorului PID, după care se revine la monitorizarea valorilor perturbațiilor.

27 Avantajele care decurg din cadrul prezentei invenții sunt datorate faptului că parametrii
de acord ai regulatorului PID sunt actualizați continuu, în funcție de regimul de funcționare a
29 procesului.

31 Flexibilitatea sistemului conform invenției se datorează în principal posibilității redefinirii
regimurilor de funcționare în funcție de perturbațiile considerate și subdomeniile de variație ale
acestora precum și posibilității utilizării unor tehnici diferite de acordare automată.

RO 125220 B1

Revendicări

	1
1. Metodă conform invenției, pentru controlul treptei biologice din stațiile de epurare ape uzate, bazată pe programarea parametrilor reguletoarelor cu structură PID, caracterizată prin aceea că aceasta cuprinde etapele:	3
a) inițializarea sistemului de supervizare - definirea subdomeniilor pentru intrările procesului considerate ca perturbații și în funcție de aceasta stabilirea structurii și a dimensiunilor tabelii de memorare a parametrilor de acord ai regulatorului PID denumită în continuare și tabela de programare a parametrilor;	5
b) monitorizarea valorilor perturbațiilor. Acestea pot fi determinate fie prin măsurători directe de către sistemul de control și apoi transmise supervisorului, fie prin utilizarea unor estimatoare ce vor calcula aceste valori pe baza altor măsurători disponibile în cadrul sistemului;	7
c) verificarea încadrării valorilor curente ale perturbațiilor în subdomeniile definite anterior și verificarea existenței parametrilor de acord ai regulatorului în tabela de programare a parametrilor;	9
d) dacă acești parametri au fost calculați anterior, ei vor exista în tabela de programare și se vor transmite valorile lor regulatorului PID, după care se revine la monitorizarea valorilor perturbațiilor;	11
e) dacă acești parametri nu există în tabela de programare, este necesară activarea procedurii de autoacordare;	13
f) sistemul de supervizare preia comanda asupra ieșirii regulatorului, calculează amplitudinea ieșirii, valoarea minimă și maximă, controlează procesul cu o comandă de tip releu ceea ce va determina apariția unor oscilații întreținute la ieșirea procesului;	15
g) sistemul de supervizare măsoară amplitudinea și perioada oscilațiilor;	17
h) la modificări mai mici de 5% a amplitudinii oscilațiilor, se presupune că s-a ajuns la oscilații întreținute și se oprește experimentul;	19
i) pe baza acestor măsurători, sistemul de supervizare realizează estimarea parametrilor modelului procesului și acordarea regulatorului;	21
j) noile valori vor fi memorate mai întâi în tabela de programare a parametrilor și apoi se vor transmite regulatorului PID, după care se revine la monitorizarea valorilor perturbațiilor.	23
2. Metodă conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că se bazează pe structura sistemului de control prezentată în fig. 1.	25
	27
	29
	31

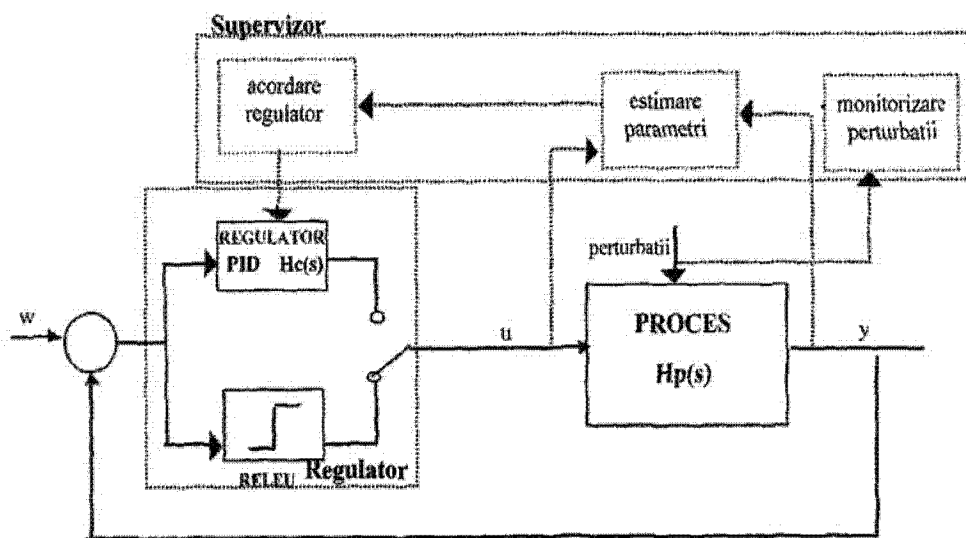


Fig. 1

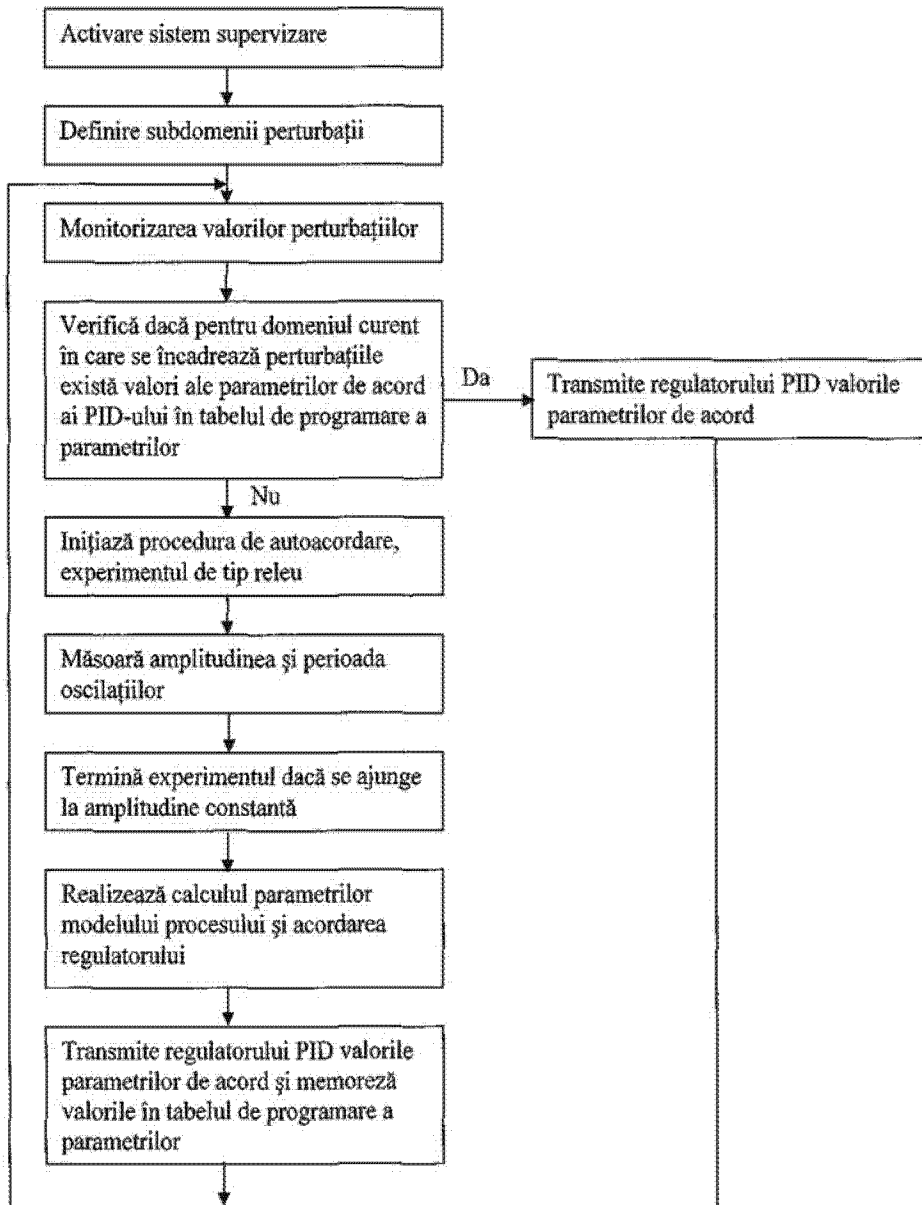


Fig. 2

