



(12)

BREVET DE INVENTIE

Hotărârea de acordare a brevetului de invenție poate fi revocată
în termen de 6 luni de la data publicării

(21) Nr. cerere: 95-01584

(22) Data de depozit: 11.09.95

(30) Prioritate:

(41) Data publicării cererii:
BOPI nr.

(42) Data publicării hotărârii de acordare a brevetului:
30.04.96 BOPI nr. 4/96

(45) Data eliberării și eliberării și publicării brevetului:
BOPI nr.

(61) Perfecționare la brevet:
Nr.

(62) Divizată din cererea:
Nr.

(86) Cerere internațională PCT:
Nr.

(87) Publicare internațională:
Nr.

(56) Documente din stadiul tehnicii:
EP 0519501

(71) Solicitant: (72)

(73) Titular: (72)

(72) Inventatori: Toculescu Răzvan, București, RO

(74) Mandatar:

(54) Dispozitiv electronic, de simulare a proceselor din centralele hidroelectrice

(57) **Rezumat:** Invenția se referă la un dispozitiv electronic, de simulare a proceselor dintr-o centrală hidroelectrică, destinat a fi utilizat în industria energetică, pentru simularea manevrelor. Invenția propune plasarea unui circuit integrat VLSI, care implementează o rețea de aproximare și învățare, tip rețea neurală, în paralel cu fiecare componentă din schema bloc a unei centrale hidroelectrice, prin intercalarea între componenta de centrală și circuitul integrat de aproximare și învățare, a traductoarelor și convertoarelor adecvate. În timpul funcționării centralei, o perioadă suficient de lungă pentru a se produce majoritatea evenimentelor posibile, fiecare dintre circuitele neurale "învăță" să se comporte ca fiecare echipament. După aceasta, circuitele integrate sunt interconectate într-un mod similar modului, în care sunt interconectate echipamentele corespondente, din schema bloc a centralei hidroelectrice, formând un simulator al acesteia, la mari oscilații.

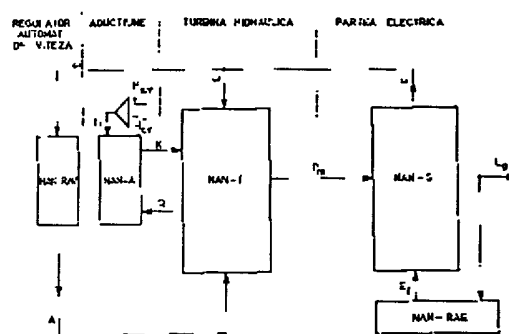


Fig. 2

Revendicări: 1
Figuri: 2

RO 110876 B1

Invenția se referă la un dispozitiv electronic, de simulare a proceselor din centrala hidroelectrică, destinat a fi utilizat în industria energetică, pentru simularea manevrelor.

În centralele electrice moderne, înainte de efectuarea unei manevre, se simulează pe un simulator de proces modul de desfășurare a manevrei, se urmărește variația parametrilor considerați importanți, după care, funcție de rezultatul simulării, se efectuează sau nu manevra.

Este cunoscută o soluție de simulare software bazată pe modelele matematice ale echipamentelor centralelor electrice; modulele software pot fi "interconectate" pentru a forma un model de simulare dinamică la mari oscilații ale centralelor electrice, pentru evaluarea interacției complexe dintre componentele sale.

Pentru oscilații de mare amplitudine, modelele constau din ecuații diferențiale cu coeficienți variabili, ecuații diferențiale cu derivate parțiale și integro-diferențiale.

Respectivele modele matematice sunt implementare pe un calculator pe care se desfășoară procesul de simulare al diverselor manevre din centralele electrice.

Soluțiile prezentate mai sus sunt costisitoare și necesită ca respectivul calculator pe care se desfășoară simularea proceselor să fie încorporat în camera de comandă a centralei electrice, iar modelele matematice sunt destul de complexe, reclamând calculatoare performante.

Se cunoaște, de asemenea, o metodă de conducere a unui sistem de alimentare utilizând rețele neurale și un controler neural tensiune/putere reactivă care se utilizează în sisteme electroenergetice - **EP 0519501**.

Metoda cuprinde o etapă de conectare a controlerului neural, în paralel cu o unitate de reglare (conducere) și conectarea unei rețele neurale de simulare a obiectului condus (sistemul electroenergetic), în paralel cu acesta, o etapă de pre-învățare în care se

realizează corelațiile intrări - ieșiri ale rețelelor neurale cu cele ale elementelor cu care sunt în paralel, o etapă de conectare a ieșirilor controlerului neural la intrările simulatorului, o etapă de "învățare" în care se realizează corelațiile între ieșirile simulatorului și intrările controlerului, și o etapă în care se permite controlerului neural să conducă sistemul electroenergetic (obiectul condus).

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a modela procesele ce au loc într-o centrală hidroelectrică, la mari oscilații, folosind circuite integrate care implementează rețelele de aproximare și învățare.

Dispozitivul electronic, de simulare a proceselor dintr-o centrală hidroelectrică, conform invenției, este alcătuit din: o rețea neurală de învățare, care modelează procesele din aducțiune și care primește la intrare semnale reprezentând căderea (diferența cotei apei amonte-aval), și debitul turbinat, și furnizarea la ieșire un semnal reprezentând presiunea din aducțiune; o rețea neurală de învățare care modelează procesele din turbină hidroelectrică care primește pe intrare semnale corespunzătoare turației hidroagregatului, deschiderii aparatului director și presiunii din conducta de aducțiune și furnizează la ieșire un semnal reprezentând puterea la axul hidrogenatorului; o rețea neurală care modelează procesele care au loc în generatorul electric, care primește la intrare semnale reprezentând puterea mecanică la axul turbină-generator, turația hidroagregatului și tensiunea de excitație la inelele rotorului furnizând la ieșire tensiunea statorică; o rețea neurală care modelează regulatorul de excitație care primește la intrare tensiunea la bornele generatorului și dă la ieșire un semnal corespunzător tensiunii de excitație; și o rețea neurală care modelează regulatorul de turație, care primește la intrare un semnal corespunzător turației hidroagregatului și furnizează la ieșire un semnal corespunzător deschiderii aparatului

director.

Prin aplicarea invenției se preconizează a se obține avantaje prin eliminarea erorilor umane și a creșterii duratei de funcționare a instalațiilor.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu fig.1 și 2, care reprezintă:

- fig.1, modelul sub formă de schemă bloc, al unei centrale hidroelectrice, valabil la mici oscilații;

- fig.2, schema bloc a dispozitivului electronic de simulare a proceselor dintr-o hidrocentrală, conform invenției.

Este cunoscut modelul, sub forma de schemă bloc, al unei centrale hidroelectrice, considerând că procesele se desfășoară într-un domeniu liniar, și ca urmare fiecare element component - aducțiune, turbină, generator, regulator de excitație, regulator de turație, - este reprezentat prin funcțiile de transfer corespunzătoare.

Punctat, în fig.1 sunt delimitate principalele elemente și procese: aducțiune, turbina, generator, regulator de tensiune, regulator de turație. Semnificațiile notațiilor din fig.1, sunt cunoscute în literatura de specialitate (a se vedea L. Borel: *Essai de systematisation de l'etude de reglage d'un groupe hydroelectrique*, 1958; 2.C. Concordia, F.P. de Mello, *Concepts of synchronous machine stability as affected by excitation control*, I.E.E.E. TRANS on PAS vol.88. nr.4 1969).

În anul 1989, la Carnegie Melon University, a fost realizat un circuit VLSI, care implementează o rețea de aproximare și de învățare de tip neurală.

Invenția presupune plasarea unui asemenea circuit analogic VLSI în paralel cu fiecare componentă din schema bloc a centralei hidroelectrice, prin intercalarea între componenta de centrală și circuitul integrat de aproximare și învățare, atât pe intrări cât și pe ieșire(i), a traductoarelor și convertoarelor adecvate. În timpul funcționării centralei, o perioadă suficient de lungă, pentru a se produce majoritatea evenimentelor posibile,

fiecare dintre circuitele neuronale "învăță" să se comporte ca fiecare echipament.

Schema de interconexiuni, indicată de schema bloc, valabilă la mici oscilații fig.1, are coeficienții proveniți prin linearizarea în jurul punctului static de funcționare, coeficienți care își pierd relevanța, devenind variabile continue, la mari oscilații.

Deci, în partea hidromecanică, parametrul de intrare este căderea H , iar în partea electrică, puterea mecanică P_m , la ax și turația ω , a axului turbină-generator, iar mărimea de ieșire este tensiunea la borne U_g .

După ce rețelele neurale au parcurs etapa de învățare, circuitele integrate sunt interconectate într-un mod similar modului în care sunt interconectate echipamentele corespondente, din centrala hidroelectrică.

Dispozitivul electronic astfel obținut se comportă într-un mod analog cu centrale electrică. O astfel de schemă este prezentată în fig.2.

Pentru modelarea proceselor din aducțiune se utilizează o rețea neurală de aproximare și învățare NAN-A, care primește printr-un, sumator algebric căderea H , provenită din diferența de nivel amonte-aval H amonte - H aval și debitul turbinat Q , și furnizează la ieșire un semnal asupra presiunii K din aducțiune; o rețea neurală de aproximare și învățare NAN-T, care modelează procesele din turbina hidraulică și care primește pe intrare semnale corespunzătoare turației hidroagregatului ω , deschiderii aparatului director A și presiunii K din conducta de aducțiune, și furnizează la ieșire un semnal reprezentând puterea mecanică P_m la axul hidrogeneratorului; o rețea neuronală NAN-G, care modelează procesele care au loc în generatorul electric, care primește la intrare semnale reprezentând puterea mecanică P_m la axul turbină-generator turația ω , a hidroagregatului și tensiunea de excitație E_f , furnizând la ieșire un semnal corespunzător tensiunii statorice U_g . Dispozitivul mai cuprinde o

rețea neurală NAN-RAE, care modelează regulatorul automat de excitație, care primește la intrare tensiunea U_g de la bornele generatorului și furnizează la ieșire un semnal corespunzător tensiunii de excitație E_f , și o rețea neurală NAN-RAV care modelează regulatorul automat de viteză, care primește la intrare un semnal corespunzător turației ω , a hidroagregatului și furnizează la ieșire un semnal corespunzător deschiderii aparatului director **A**.

Dispozitivul astfel obținut reprezintă un simulator pentru mari oscilații al unei centrale hidroelectrice, conform invenției.

Se utilizează osciloscoape pentru a vizualiza marile oscilații ale parametrilor considerați importanți, variații ce ar putea fi determinate de exemplu, de manevre din camera de comandă.

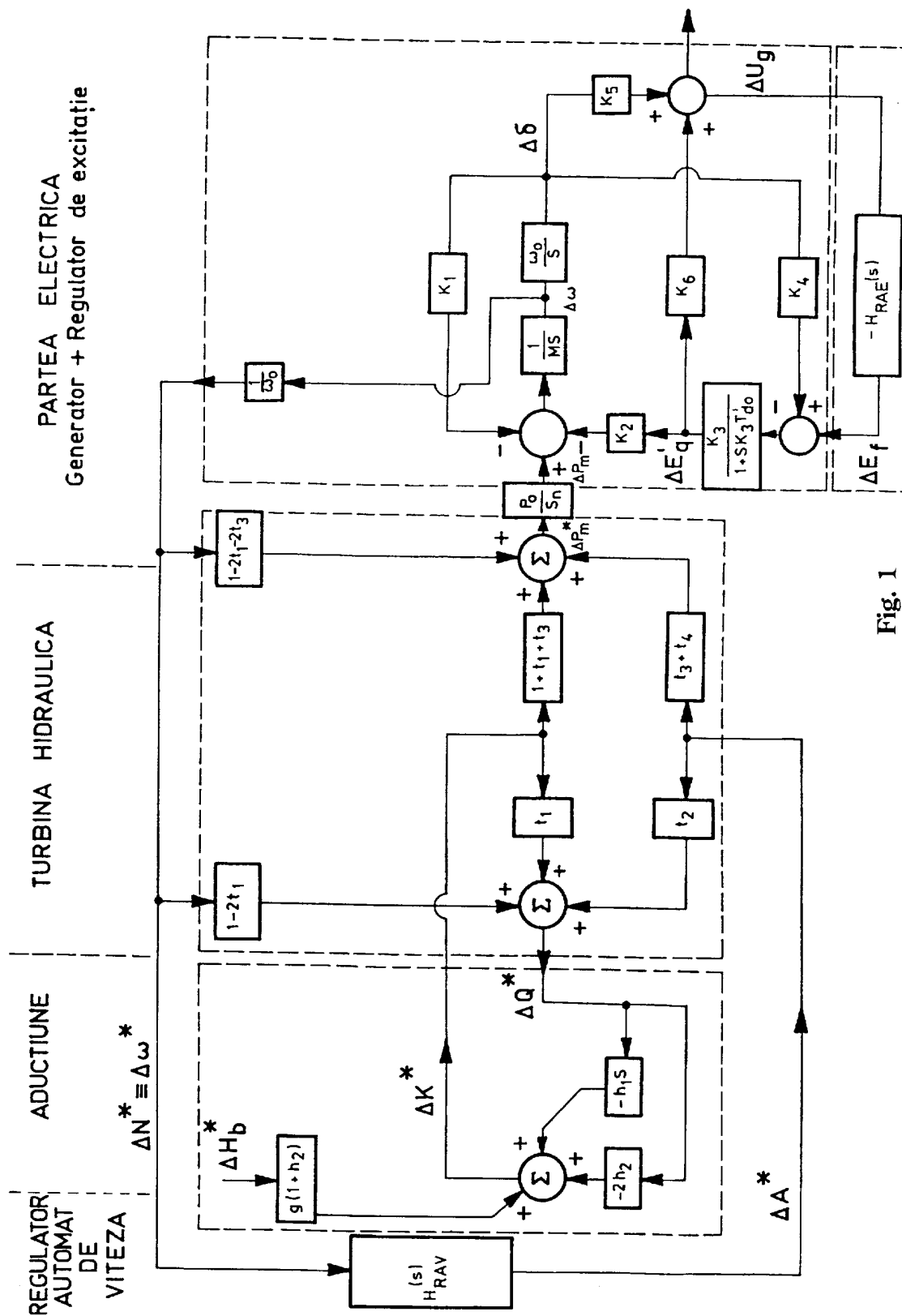
Pentru situațiile neîntâlnite în cursul procesului de învățare, dispozitivul electronic cu rețele de aproximare-învățare, va da răspunsuri ca și cum le-ar fi învățat, pentru că în fapt circuitele integrate interpolatează cu funcții spline între punctele (din spațiul stărilor) învățate, așa cum se arată în lucrarea T. Poggio, F. Girosi, *Networks for Approximation and Learning Proceeding of IEEE*, vol.78, nr.9, 1990.

Revendicare

Dispozitiv electronic, de simulare a proceselor dintr-o centrală hidroelectrică, **caracterizat prin aceea** că este alcătuit dintr-o rețea neurală de

aproximare (**NAN-A**), care modelează procesele de aducțiune, care primește printr-un sumator algebric căderea (**H**), provenită din diferența de nivel amonte-aval (**Hamonte - Haval**) și debitul turbinat (**Q**) și furnizează la ieșire un semnal asupra presiunii (**K**) din aducțiune; o rețea neurală de învățare (**NAN-T**), care modelează procesele din turbina hidrolică care primește pe intrare semnale corespunzătoare turației hidroagregatului (ω), deschiderii aparatului director (**A**) și presiunii (**K**) din conducta de aducțiune și furnizează la ieșire un semnal reprezentând puterea mecanică (**P_m**) la axul hidroagregatului; o rețea neurală (**NAN-G**), care modelează procesele care au loc în generatorul electric care primește la intrare semnale reprezentând puterea mecanică (**P_m**) la axul turbină-generator, turația hidroagregatului (ω) și tensiunea de excitație (**E_f**), furnizând la ieșire un semnal corespunzător tensiunii generatorului (**U_g**), o rețea neurală (**NAN-RAE**), care modelează regulatorul automat de excitație, care primește la intrare tensiunea de la bornele generatorului (**U_g**) și dă la ieșire un semnal corespunzător tensiunii de excitație (**E_f**), și o rețea neurală (**NAN-RAV**) care modelează regulatorul automat de viteză, care primește la intrare un semnal corespunzător turației hidroagregatului (ω) și furnizează la ieșire un semnal corespunzător deschiderii aparatului director (**A**).

Președintele comisiei de examinare: **ing. Erhan Valeriu**
 Examinator: **ing. Ohan Petre**



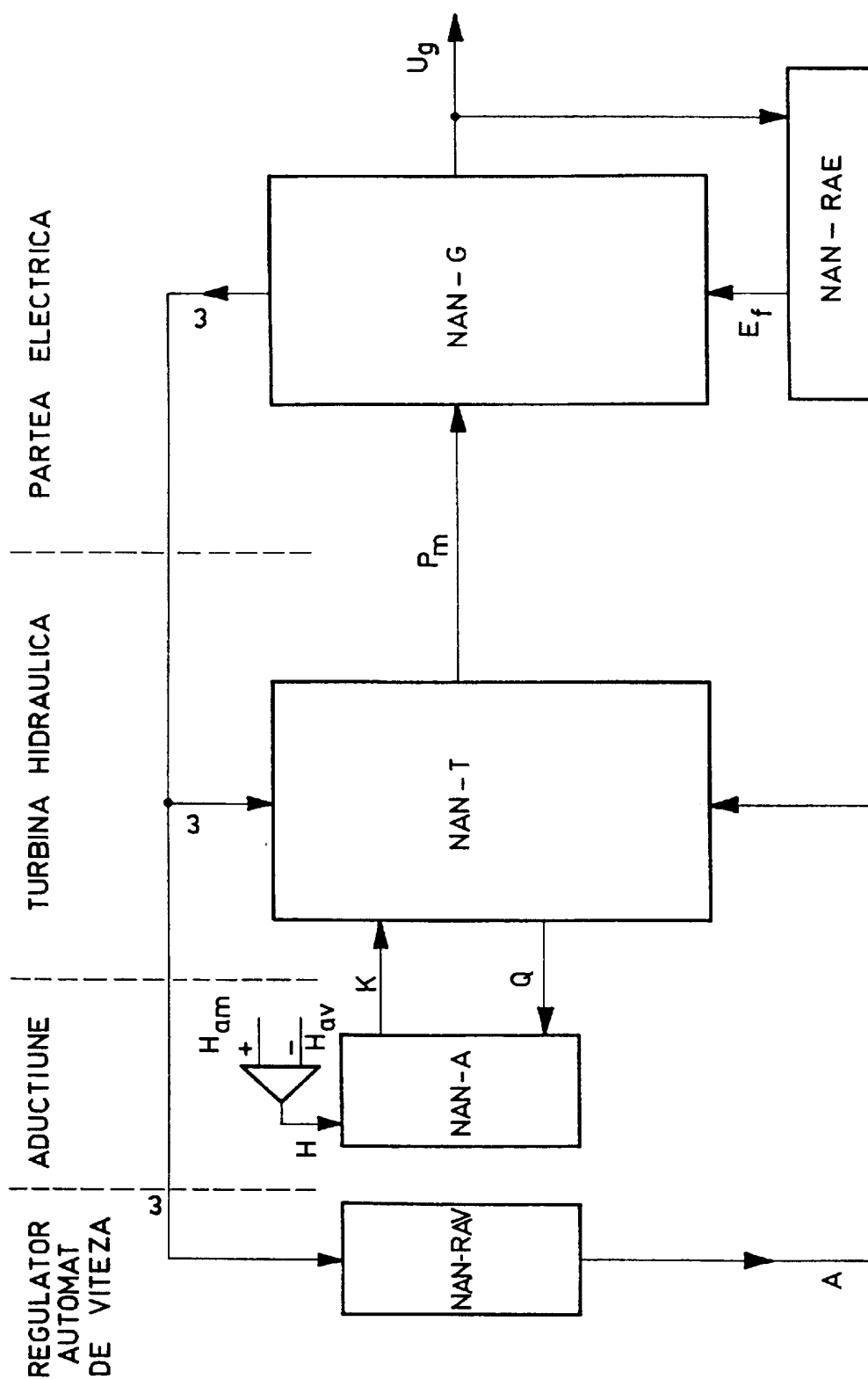


Fig. 2