



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2011 01023

(22) Data de depozit: 14.10.2011

(41) Data publicării cererii:
30.05.2013 BOPI nr. 5/2013

(71) Solicitant:
• VOLOȘENCU CONSTANTIN,
STR. RANETTI NR. 52, AP. 7, TIMIȘOARA,
TM, RO

(72) Inventatori:
• VOLOȘENCU CONSTANTIN,
STR. RANETTI NR. 52, AP. 7, TIMIȘOARA,
TM, RO

(54) METODĂ DE CORECȚIE A REGULATOARELOR FUZZY

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă destinată corecției unor regulatoare bazate pe logica fuzzy, pentru asigurarea stabilității sistemelor de reglare. Metoda conform invenției se bazează pe eliminarea unei zone de neintervenție a blocului fuzzy, poziționarea caracteristicii de transfer al blocului fuzzy în cadranele I și III, conform metodei cercului de analiză a stabilității; astfel se asigură stabilitatea sistemelor de reglare, bazate pe regulatoarea fuzzy PI, pe baza corecției mărimii de la ieșirea defuzificată a blocului fuzzy, cu o mărime de corecție obținută prin diferența dintre suma intrărilor limitate ale blocului fuzzy și suma intrărilor nelimitate.

Revendicări: 1
Figuri: 4

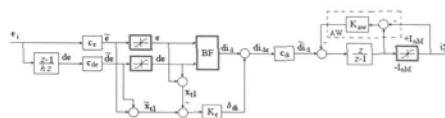


Fig. 1



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI
Cerere de brevet de invenție
Nr. a 2011 01023
Data depozit 14-10-2011

Metodă de corecție a reglatoarelor fuzzy

Invenția se referă la o metodă destinată corecției unor reglatoare bazate pe logica fuzzy, pentru asigurarea stabilității sistemelor de reglare.

Logica fuzzy și-a demonstrat avantajele în probleme de reglare, asigurând valori bune ale indicatorilor de calitate. Aplicarea logicii fuzzy continuă în diverse sisteme de reglare automată. Reglatoarele utilizate în practică trebuie să asigure stabilitatea sistemului de reglare în care sunt încorporate. Diverse metode de reglare bazate pe logică fuzzy sunt utilizate în practică.

Sunt cunoscute mai multe metode de reglare, bazate pe logică fuzzy, după cum urmează.

În brevetele americane US patent 5663626, US patent 5400436, US patent 4864490 și altele, se utilizează un bloc fuzzy bazat pe fuzificare, inferență, baze de reguli și defuzificare, care are două intrări, la care se aplică de obicei eroarea și derivata ei. Metodele cunoscute au dezavantajul că nu asigură posibilitatea demonstrării stabilității sistemelor de reglare în care sunt utilizate. Reglatoarele rezultate au o zonă de neintervenție, care nu asigură stabilitatea asimptotică globală a sistemului de reglare în cazul în care sunt utilizate într-un element de transfer cu caracter integral.

Această invenție se referă la o metodă de corecție a reglatoarelor fuzzy, cu aplicație în stabilizarea sistemelor de reglare în care blocul fuzzy se încorporează într-un așa numit regulator PI fuzzy. Metoda se bazează pe corecția caracteristicii de transfer intrare-ieșire a blocului fuzzy printr-o corecție neliniară, element neliniar zăreglare a frecvenței tensiunii de alimentare a transductoarelor piezoelectrice de putere. Un amplificator de putere funcționând în comutație generează tensiunea de alimentare. Sistemul de reglare se bazează pe un regulator PI, care menține la zero derivata curentului de mișcare. Curentul de mișcare este determinat cu ajutorul unui estimator. Acest sistem de reglare asigură furnizarea puterii mecanice maxime generate de transductor.

Scopul acestei invenții este modificarea caracteristicii de transfer intrare-ieșire a blocului fuzzy, pentru eliminarea zonei de neintervenție a regulatorului, ceea ce duce la asigurarea stabilității interne asimptotice globale a sistemului de reglare.

Problema pe care o rezolvă invenția este crearea unei metode pentru corecția blocurilor fuzzy în cadrul reglatoarelor fuzzy PI.

Astfel că, se poate dezvolta un regulator fuzzy PI, care să funcționeze după eroarea și derivata erorii, care să aibă un caracter neliniar bazat pe utilizarea inferenței fuzzy cu defuzificare, cu un caracter dinamic de tip PI, și care să asigure stabilitatea sistemului de reglare și o eroare zero în regim permanent.

Metoda, conform invenției, elimină dezavantajele metodelor cunoscute prin aceea că se realizează culegerea mărimilor erorii și derivatei ei de la ieșirile elementelor de limitare și efectuarea unei însumări a lor, deasemenea se culeg eroarea și derivata erorii de la intrările elementelor de limitare și se efectuează însumarea lor. Cele două sume se scad, rezultatul scăderii se amplifică cu un coeficient de corecție și se însumează cu ieșirea defuzificată a blocului fuzzy, furnizând mărimea de comandă a regulatorului PI fuzzy de la intrarea elementului de integrare.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, cu referire la fig. 1, 2, 3 și 4, care reprezintă:

- fig. 1, schema bloc a regulatorului fuzzy corectat;
- fig. 2, caracteristica de transfer a blocului fuzzy necorectată;
- fig. 3, funcțiile de apartenență;
- fig. 3, caracteristica de transfer a blocului fuzzy corectat.

Se culege valoarea erorii și a valorii derivatei erorii și se adună, se culege valoarea erorii limitate și a derivatei erorii limitate și se adună, iar din suma valorilor saturate se scade suma valorilor nesaturate, diferența obținută se amplifică cu un coeficient de corecție, rezultatul se adună la ieșirea defuzificată a blocului fuzzy, apoi se amplifică, se aplică unui element integrator prevăzut cu un circuit împotriva agățării.

Un regulator fuzzy are structura din Fig. 1.

Eroarea de intrare a regulatorului fuzzy e_i , după care funcționează regulatorul, este derivată numeric, obținându-se derivata erorii de și este amplificată cu un coeficient de scalare c_e . Derivata de este amplificată cu

un coeficient de scalare c_{de} . Mărimile scalate \tilde{e} și \tilde{de} sunt limitate, obținându-se mărimile de la intrarea unui bloc fuzzy BF e și de . Blocul fuzzy poate fi realizat în diverse soluții constructive, cum ar fi modelul Mamdani, bazat pe fuzificare la intrare, inferență bazată pe reguli urmată la ieșire de defuzificare. Pentru fuzificare se pot utiliza diverse funcții de apartenență. Pentru inferență se pot utiliza diverse metode, cum ar fi: max-min, sum-prod sau combinații ale acestora. Pentru defuzificare se poate utiliza metoda centrului de greutate sau altele. Blocul fuzzy de tip Sugeno, larg utilizat în practică, este un caz particular al blocului de tip Mamdani. Blocul fuzzy oferă la ieșire mărimea defuzificată di_d . Mărimea furnizată de blocul fuzzy se amplifică cu coeficient de scalare de ieșire c_{di} . Mărimea amplificată \tilde{di}_c se integrează numeric, se limitează și se utilizează într-o reacție împotriva agățării.

Caracteristica blocului fuzzy necorectat se prezintă în Fig. 2. Caracteristica trasată în Fig. 2 este obținută pentru un bloc fuzzy cu 3 funcții de apartenență ca în Fig. 3, cu inferență maxim-minim și defuzificare cu metoda centrului de greutate. Funcțiile de apartenență sunt ZE – triunghi, NB – trapez și PB – trapez. Se observă că această caracteristică este de forma:

$$di_d = f(\tilde{x}_{\tau 1}), \quad (1)$$

unde

$$\tilde{x}_{\tau 1} = \tilde{e} + \tilde{de}, \quad (2)$$

este o variabilă de calcul compusă.

Această caracteristică are o zonă amplasată pe axa absciselor, o zonă de neintervenție, care nu asigură condiția de regim permanent $e=de=di_d=0$ și, în cazul unui regulator PI, duce la instabilitate.

Pentru corecția acestei caracteristici se aplica metoda din invenție, prin care eroarea scalată \tilde{e} și derivata erorii scalată \tilde{de} sunt adunate, obținându-se mărimea $\tilde{x}_{\tau 1}$. Eroarea e și derivata erorii limitate de sunt adunate, obținându-se mărimea $x_{\tau 1}$. Mărimea $\tilde{x}_{\tau 1}$ se scade din mărimea $x_{\tau 1}$. Mărimea rezultată se amplifică cu un coeficient de corecție K_c , rezultând o abatere δ_{di} , care se adună la ieșirea defuzificată a blocului fuzzy di_d , pentru corecția ei, obținându-se mărimea de comandă defuzificată corectată di_{dc} . Ecuația corecției aplicată blocului fuzzy este:

$$di_{dc} = di_d + K_c [(\tilde{e} + \tilde{de}) - (e + de)] \quad (3)$$

Ca urmare a corecției, caracteristica de transfer a blocului fuzzy se modifică. Se păstrează însă caracterul neliniar al acestuia. Un exemplu de caracteristică corectată, pentru $K_c=0,1$, se prezintă în Fig. 4.

Cu ajutorul acestei metode caracteristica de transfer a blocului fuzzy a fost corectată, eliminându-se zona de neintervenție de pe axa absciselor, păstrându-se caracterul neliniar al regulatorului, asigurând condiția de stabilitate, astfel încât caracteristica regulatorului neliniar să fie în cadranul I și III, conform criteriului cercului de analiză a stabilității.

Metoda, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- Permite realizarea unui reglaj în regim uzinal;
- Are o soluție simplă și robustă;
- Face posibilă reglarea utilizând regulatoare fuzzy PI având blocuri fuzzy cu soluții constructive diverse, pentru o gamă largă de valori fuzzy ale mărimilor de intrare și ieșire, o gamă largă de metode de fuzificare, o gamă largă de metode de inferență, o gamă largă de metode de defuzificare;
- Poate fi utilizată pentru blocuri fuzzy într-o gamă largă de soluții constructive, având structura generală în sensul lui Mamdani, blocurile de tip Sugeno fiind cazuri particulare ale acestora;
- Asigură stabilitatea sistemelor de reglare bazate pe regulatoare fuzzy cu componentă integroare;
- Poate fi adaptată la regulatoare fuzzy cunoscute;
- Asigură valori bune ale indicatorilor de calitate ai reglării.

Bibliografie

1. US patent 5663626, Applied-voltage fuzzy control process for induction motors and device for performing it.
2. US patent 5400436. High speed fuzzy controller.
3. US patent 4864490 Auto-tuning controller using fuzzy reasoning to obtain optimum control parameters.

Revendicări

Metodă de corecție a reguletoarelor fuzzy, caracterizată prin aceea că pentru asigurarea stabilității sistemelor de reglare bazate pe reguletoare fuzzy PI, realizate cu un bloc fuzzy, de tip Mamdani, care are la intrare eroarea și derivata erorii, limitate, și care prin poziționarea caracteristicii părții neliniare a reguletoarelor în cadranele I și III, prin eliminarea zonei de neintervenție a blocului fuzzy necorectat, se acună la ieșirea defuzificată a blocului fuzzy o corecție obținută prin amplificarea diferenței dintre suma mărimilor erorii și derivatei erorii, de la cele două intrări, limitate, ale blocului fuzzy și suma dintre eroare și derivata erorii nelimitate. Mărimea rezultată de la ieșirea blocului fuzzy se aplică unui element integrator și unui circuit împotriva agățării.

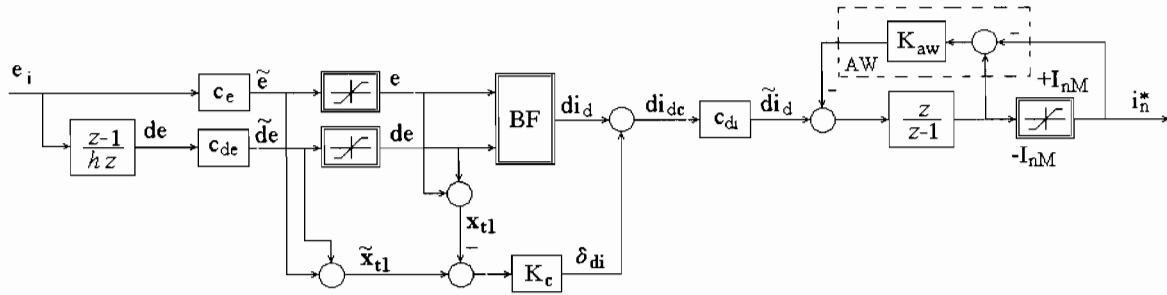


Fig. 1

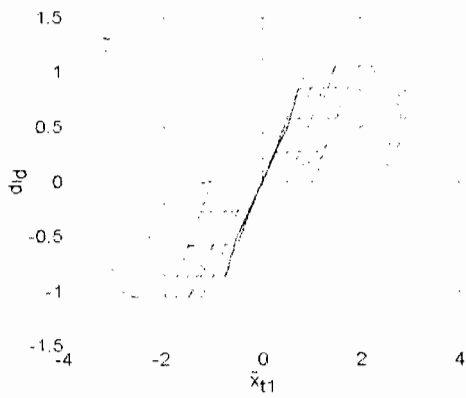


Fig. 2

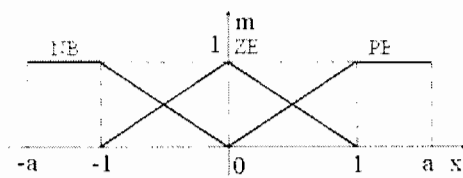


Fig. 3

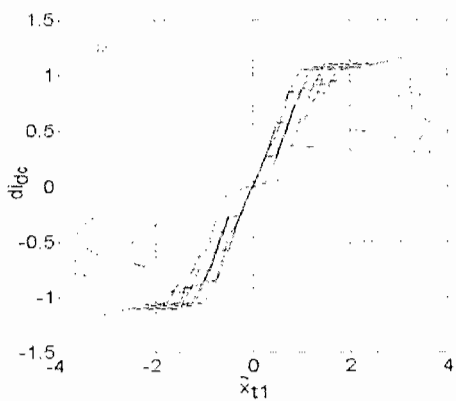


Fig. 4