

STUDIUL FIABILITATII ECHIPAMENTELOR DE SUDARE PRIN PRESIUNE IN LINIE UTILIZÂND SISTEME FUZZY

Marius BABAN

Universitate din Oradea, e-mail: mbaban@uoradea.ro

Cuvinte cheie: fiabilitate, uzura, sisteme fuzzy, latimea rolei, forta,

Abstract. The fuzzy systems are very powerfull methods for reliability assurance of equipments for welding by pressure processes. The fuzzy systems used as input variables force and latimea rolei. The wear of rolei is used as output variables.

1. INTRODUCERE

Performantele unui echipament, din punct de vedere al fiabilitatii, folosind teoria probabilitatilor, considera ca echipamentul are doua stari: starea de buna functionare si starea de defectare.

În realitate, trecerea de la starea de functionare a unui echipament, la cea de defectare se realizeaza trecându-se prin mai multe stari intermediare, având anumite performante.

In cazul echipamentelor de sudare prin presiune în linie, principalul fenomen care sta la baza defectarii acestora este uzura rolelor. Uzura rolelor este un proces de desprindere de material din role aflate în contact si în miscare relativa, ceea ce conduce la modificarea starii initiale a rolelor. Modificarea starii initiale a rolelor poate fi sub forma reducerii dimensiunilor rolelor, deteriorarii suprafetelor, etc.

2. SISTEME FUZZY

Teoria multimilor fuzzy introdusa de Zadeh [6] studiaza echipamente cu mai multe stari, realizând un algoritm matematic mai flexibil, care permite luarea deciziilor pe baza calculului din modelele obtinute pe baza acestei teorii.

Sistemele fuzzy functioneaza dupa urmatorul principiu (Fig.1):

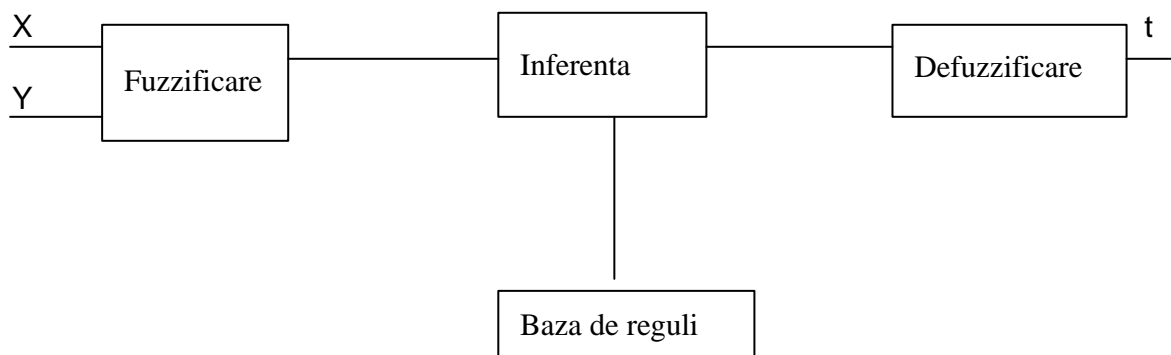


Figura 1 Schema unui sistem fuzzy

Considerând o multime X , se definește o multime fuzzy rezultatul unei aplicații [2,3]:

$$A: X \rightarrow [0, 1] \quad (1)$$

Multimea fuzzy A se caracterizează prin funcția de apartenență:

$$D_A: X \rightarrow [0, 1] \quad (2)$$

În multimea vagă sunt permise valori ale gradului de apartenență între 0 și 1, iar în cazul clasic funcția de apartenență poate lua doar două valori: 0 sau 1, prin care 1 specifică apartenența lui x la X , iar 0 nu specifică apartenența lui x la X .

Prin fuzzificare se stabilește apartenența unei valori ferme din multimea de bază, care este definită de variabila lingvistică, la unul sau mai mulți termeni lingvistici care caracterizează multimea fuzzy.

În logica fuzzy, o variabilă lingvistică poate avea diferite grade lingvistice. De exemplu, în cazul rolor de sudare, se definește variabila lingvistică "uzură", iar termeni lingvistici relativi la variabila lingvistică pot fi: "foarte mica", "mica", "normală", "mare" și "foarte mare".

Compunerea variabilelor fuzzy se referă la evaluarea gradelor lingvistice ale unei submultimi fuzzy A , care reprezintă o consecință logică a unei submultimi fuzzy B .

Considerând relațiile fuzzy:

A : uzura este mica

B : funcționarea stantei este bună

se definește o implicație fuzzy sub următoarea formă:

Dacă: *uzura este mica*, atunci *funcționarea rolei este bună*.

Considerând $a(x)$ și $b(x)$ funcțiile de apartenență ale multimilor fuzzy A și B , atunci rezultatul unei implicații fuzzy, caracterizată de funcția de apartenență $c(x,y)$ este [4,5]:

a) implicația Mamdani:

$$c(x,y) = \min[a(x), b(x)] \quad (3)$$

b) implicația Zadeh:

$$c(x,y) = \min[1, 1 - a(x) + b(x)] \quad (4)$$

c) implicația booleană:

$$c(x,y) = \max[1 - a(x), b(x)] \quad (5)$$

Un echipament este format din una sau mai multe intrări și una sau mai multe ieșiri, existând o funcție de forma:

$$\text{Ieșirea} = \text{funcție (intrare)} \quad (6)$$

Un echipament bazat pe reguli fuzzy aproximează orice funcție continuă cu variabile, cu o precizie bună. În baza de reguli fuzzy există o legătură logică a multimilor fuzzy asociate variabilelor de ieșire, cu multimile fuzzy ale variabilelor de intrare. Un echipament fuzzy se bazează pe următoarea regulă:

$$\text{DACA (premisă) } \underline{\text{inferența}} \text{ ATUNCI (concluzie)} \quad (7)$$

Inferența reprezintă algoritmul după care se evaluează implicațiile de forma (7) reunite într-o bază de reguli. Premisa conține proprietatea observată, iar concluzia va conține proprietatea afirmată.

În cadrul bazei de reguli fuzzy, numărul termenilor lingvistici trebuie să fie mai mare decât unu, iar numărul de reguli care formează baza de reguli fuzzy trebuie să fie de asemenea mai mare decât unu.

Pentru obtinerea bazei de reguli se utilizeaza descrierea echipamentului, iar apoi o regula se defineste atunci când exista o premisa referitoare la un eveniment, care are ca rezultat o concluzie logica.

În practica echipamentele tehnice pot fi descrise prin reguli cu ajutorul carora se stabilesc seturi de premise si se identifica multimii de relatii, astfel încât o regula se formeaza prin intermediul operatorilor logici obținându-se o concluzie.

Defuzzificarea reprezinta operatia de extragere a unei valori deterministe din informatia fuzzy corespunzatoare variabilei de iesire.

Pentru defuzzificare s-a utilizat metoda centrului de greutate [2,3]. Metoda determina valori ferme pentru marimea de iesire tinând seama de toate influentele rezultate din regulile active.

Pentru defuzzificare se considera, ca în urma activarii a doua reguli F_1 si F_2 s-au obtinut functiile de apartenenta corespunzatoare iesirii $f_1^0(x)$ si $f_2^0(x)$. Utilizând operatorul SAU se obtine iesirea vaga $f_{ies}^0(x)$, figura 2.

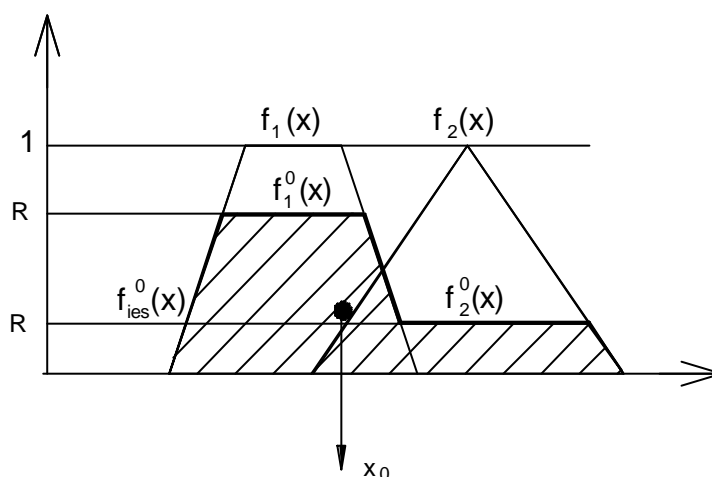


Figura 2 Defuzzificarea variabilei de iesire

Variabila de iesire x_0 se calculeaza ca fiind coordonata centrului de greutate al domeniului plan, adica [2,3]:

$$x_0 = \frac{\int x f_{ies}^0(x) dx}{\int f_{ies}^0(x) dx} \quad (8)$$

Pentru cazul discret, în care domeniul variabilei de iesire ia valorile x_1, x_2, \dots, x_n , variabila de iesire se calculeaza cu relatia [2,3]:

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_{ies}^0(x_i)}{\sum_{i=1}^n f_{ies}^0(x_i)} \quad (9)$$

3. STUDIU DE CAZ

Se considera sudarea prin presiune în linie a doua table. Se definesc doua variabile lingvistice de intrare: latimea rolei (domeniul valorilor reale) si forta de apasare a rolor (*forta*). Variabila de intrare *latimea rolei* are domeniul valorilor reale 6-10mm, iar variabila *forta* are domeniul valorilor reale 37.5-45.7 kN.

Variabila de iesire este uzura rolor (*uzura*), exprimata în unitati relative, având domeniul valorilor reale 0-1 [u.r].

Fuzzificarea se realizeaza prin calculul functiilor de apartenenta, iar defuzzificarea se realizeaza prin metoda centrului de greutate. Se utilizeaza implicatia de tip Mamdani, conectarea regulilor realizându-se prin operatorul MAX.

Valorile lingvistice ale variabilelor definite sunt prezentate în tabelul 1, iar regulile de inferenta sunt prezentate în tabelul 2

Tabelul 1 Valorile lingvistice ale variabilelor latimea rolei, forta si uzura

Variabila	Tip	Numele valorilor lingvistice
Latimea rolei	Intrare	LRfmica LRmica LRmedie LRmare LRfmare
Forta	Intrare	Ffmica Ffmica Fmedie Fmare Ffmare
Uzura	Iesire	Ufmica Umica Umedie Umare Ufmare

Tabelul 2 Regulile de inferenta

Uzura [u.r]		Forta [kN]				
		Ffmica	Fmica	Fmedie	Fmare	Ffmare
Latimea rolei [mm]	LRfmica	Ufmica	Ufmica	Umica	Umedie	Umedie
	LRmica	Ufmica	Umica	Umica	Umedie	Umedie
	LRmedie	Umica	Umica	Umedie	Umedie	Umare
	LRmare	Umedie	Umedie	Umare	Umare	Ufmare
	LRfmare	Umedie	Umedie	Umare	Ufmare	Ufmare

Cu ajutorul mediului software Matlab s-a obtinut sistemul fuzzy (figura 3), reprezentarea regulilor de inferenta (figura 4) si reprezentarea grafica a variabilei de iesire în functie de variabilele de intrare (figura 5).

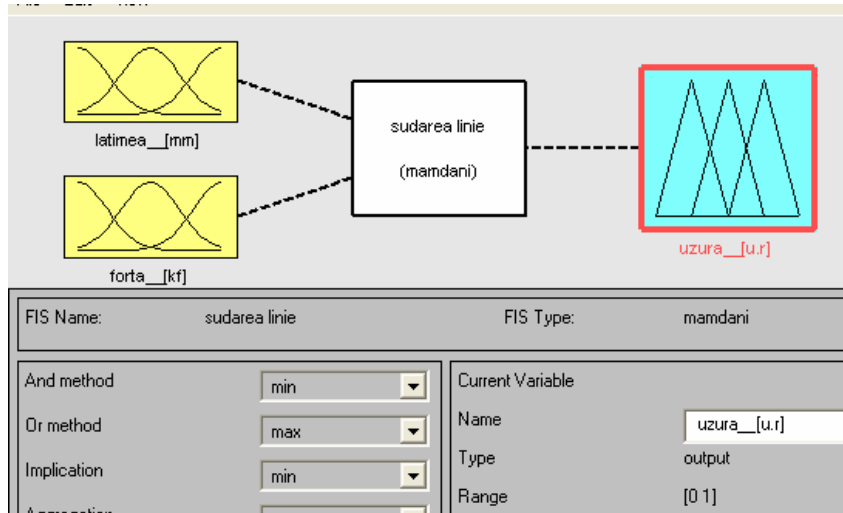


Figura 3 Sistemul fuzzy sudare linie: 2 intrari, 1 iesire si 25 reguli de inferenta

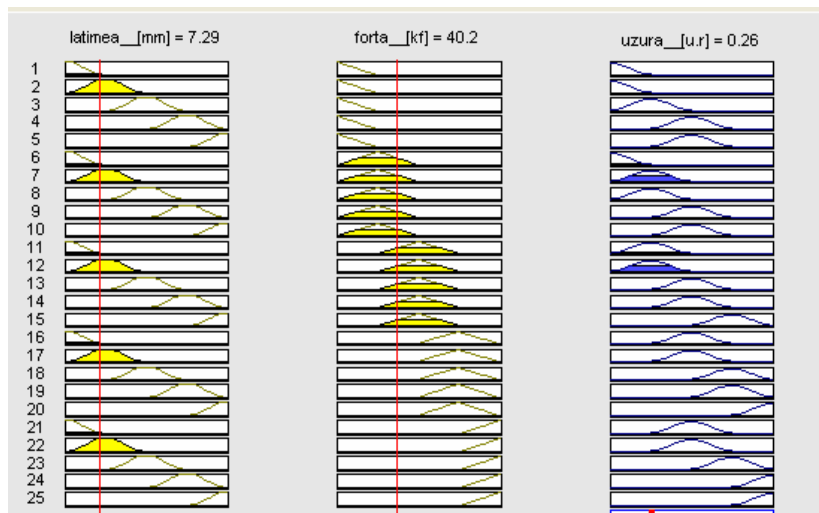


Figura 4 Reprezentarea regulilor de inferenta

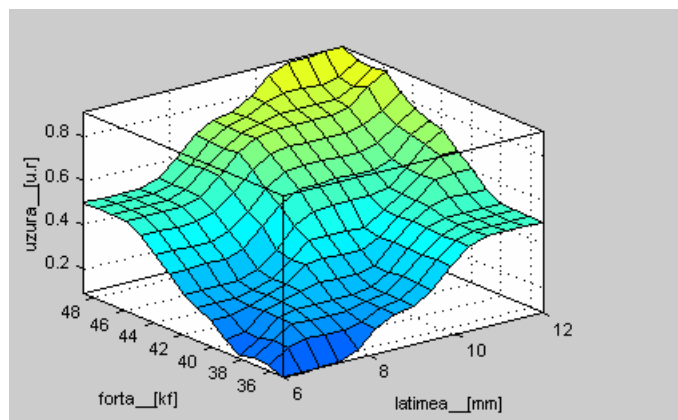


Figura 5 Reprezentarea grafica uzura= f(latimea rolei, forta)

Pentru a ilustra modul de rezolvare, în figura 4 s-au selectat variabilele de intrare la valorile $latimea\ rolei=7.29\text{ mm}$, $forta=40.2\text{ kN}$ obținându-se variabila de iesire $uzura=0.26\text{ [u.r]}$. Valoarea variabilei de iesire permite continuarea procesului de sudare fara reconditionarea rolor.

4. CONCLUZII

Studiul fiabilitatii echipamentelor de sudare prin presiune in linie se realizeaza prin introducerea notiunii de defectare, înțeleasa ca depasire a limitelor prescrise de catre cel puțin una din performantele echipamentelor de sudare. Sistemele fuzzy considera, ca trecerea unui echipament din starea de functionare în starea de defectare se realizeaza în mai multe etape, fiecare etapa fiind caracterizata de o anumita performanta.

5 BIBLIOGRAFIE

1. Catuneanu,V., Mihalache,A., -Reliability Fundamentals, Elsever Press,1989
2. Conner, D., - Fuzzy-Logic Control System, EDN. Nr.31,pp.77-83,1993
3. Kruse,R., - Foundations of Fuzzy System , John Wiley and Sons Ltd.,1999
4. Pedrycz,W., - Fuzzy Control and Fuzzy System, Research Studies Press Ltd., Taunton,1993
5. Terano,t., - Fuzzy Systems Theory and Applications, Academic Press, 1992
6. Zadeh, I.A., - Fuzzy Sets, Information and Control, no.8,pp.338-353