

Programarea experimentelor de debitare prin eroziune electrică complexă folosind calculatorul

Lect.drd.ing. Tiberiu Marius Karnyanszky
Universitatea „Tibiscus” Timișoara

ABSTRACT. To determine the mathematical pattern of a technological processing, a various number of experimental researches are necessary. The amount of determinations may be extended if the number of input parameters is increased. This paper presents a method do reduce the quantity of experimental situations.

1 Planificarea experimentelor

Datele de intrare pe care utilizatorul le folosește pentru stabilirea modelului matematic al unui proces tehnologic sunt obținute în urma unui număr mare de experimente, realizate pentru diferite valori ale parametrilor reglabili ai procesului (numiți **factori de intrare**) și care permit obținerea valorilor pentru caracteristicile tehnico-economice măsurate (numite **indicatori tehnologici**).

Experimentările se pot efectua fie aleator, alegând diferite regimuri de lucru, fie programat, când valorile factorilor de intrare sunt alese pentru a minimiza numărul de experiențe.

2 Experimentul activ

Această din ultimă situație poartă denumirea de **experiment activ**. Un astfel de experiment se poate aplica atunci când numărul factorilor de intrare este mare iar verificarea tuturor combinațiilor posibile este, prin urmare,

îndelungată. Formula de calcul a numărului combinațiilor experimentale este:

$$N = N_1 \cdot N_2 \cdot \dots \cdot N_m \quad (1)$$

unde prin N_k am notat numărul de valori stabilite pentru factorul de intrare numărul k , din totalul de m factori de intrare.

De exemplu, dacă se dorește urmărirea timpului de prelucrare (t_p) la o operație de debitare prin eroziune electrică complexă (EEC), prin reglarea tensiunii U (5 valori), rezistenței R (5 valori), inductanței L (5 valori) și capacității C (5 valori), conform (1) numărul total de experimente care trebuie efectuate este $N = 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 = 625$; la un timp mediu de 5 min/experiment, aceasta ar însemna 52 ore de muncă, fără a ține cont de timpii intermediari necesari curățirii mașinii, schimbării obiectului de transfer (OT) uzat, prelucrării lichidului de lucru (LL) ș.a.m.d.

Generarea matricei program a unui astfel de experiment revine la algoritmul de reprezentare a tuturor combinațiilor posibile ale celor m factori de intrare, adică:

```
program experiment;
uses crt;
var i,j,m:integer;
    n:array[1..10]of integer;
    x:array[1..10]of integer;
    y:array[1..10,1..10]of real;
begin
  clrscr;
  write('Introduceti numarul total de factori de intrare (m):');
  readln(m);
  for i:=1 to m do
  begin
    write('Introduceti numarul de valori ale factorului n',i,':');
    readln(n[i]);
    writeln('Introduceti valorile pentru cei ',n[i],' factori:');
    for j:=1 to n[i] do readln(y[i,j]);
  end;
  for i:=1 to m do x[i]:=1;
  write('Combinatie:');
  for i:=1 to m do write(y[i,x[i]]:3);
  writeln;
  repeat
    x[m]:=x[m]+1; j:=m;
    if x[m]>n[m] then
    begin
      repeat
        x[j]:=1;
        j:=j-1;
      until j=1;
    end;
  until j=1;
```

```
    if j>0 then x[j]:=x[j]+1;
until (j=0) or (x[j]<=n[j]);
if j>0 then
  begin
  write('Combinatie:');
  for i:=1 to m do write(y[i,x[i]]:3);
  writeln;
  end;
end
else
begin
write('Combinatie:');
for i:=1 to m do write(y[i,x[i]]:3);
writeln;
end;
until j=0;
readln;
end.
```

Cheltuielile de orice fel (timp, materiale, ore-muncă etc.) implicate de un astfel de experiment pot fi evitate aplicând teoria matematică a experimentului ([Tit04]). Prin aceasta, experimentul este programat folosind un plan stabilit anterior, optim din punct de vedere al algoritmului de modificare a factorilor de intrare.

3 Experimentul factorial

O variantă de experiment activ, citată de literatura de specialitate ([Cic99, Her95, Tit04]) este **experimentul factorial**, care pentru fiecare factor de intrare presupune alegerea doar a două valori posibile, codificate prin -1 (pentru nivelul inferior) și +1 (pentru nivelul superior). Deoarece implementarea algoritmului se face pe calculator, am utilizat în lucrare codificările 0 și respectiv 1. Experimentul factorial necesită efectuarea a:

$$N = 2^m \quad (2)$$

măsurări, unde m este numărul de factori de intrare.

Pentru exemplul prezentat anterior, numărul de experimente va fi în acest caz $N = 2^5 = 32$, adică un timp de nici 3 ore față de cele 52 ore determinate prin experiment aleator. Tabelul care conține valorile parametrilor de intrare și zona rezervată pentru valorile determinate experimental ale indicatorilor tehnologici are forma din tabelul 1.

Tabelul 1. Matricea program a experimentului factorial

Factori de intrare				Parametri tehnologici			
x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	y ₁	y ₂	...	y _n
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

Dacă încercările experimentale se efectuează pentru toate cele 2^m combinații posibile ale factorilor de intrare, experimentul factorial se numește **complet**, în caz contrar fiind numit **incomplet**.

La fiecare experiment se pot efectua mai multe replici, pentru a se elimina erorile întâmplătoare care ar putea afecta rezultatul.

Având în vedere că, din punct de vedere informatic, combinațiile de 0 și 1 din tabelul 1 reprezintă valorile lui 0, 1, 2, ..., 2^m-1 scrise în sistemul de numerație cu baza 2, generarea matricei program a experimentului factorial complet revine la algoritmul de reprezentare binară a unor numere zecimale, adică:

```
function trece10in2(n,lungime:integer):string;
var i,m:integer;
    s:string;
begin
    m:=n;
    s:='';
    repeat
        if m mod 2=0 then begin s:='0'+s; m:=m div 2 end
            else begin s:='1'+s; m:=m div 2 end;
    until {m=0;} length(s)=lungime;
    trece10in2:=s;
end;
```

4 Concluzii

Utilizarea în timpul desfășurării culegerii de date necesare stabilirii modelului matematic al operației de debitare prin EEC, a metodelor științifice de programare a experimentelor, duce la reducerea semnificativă a timpului necesar efectuării determinărilor și în același timp duce la executarea celor mai semnificative încercări experimentale, cu relevanță maximă pentru fenomenul studiat.

Bibliografie

- [Cic99] **Cicală, Eugen-Florin**, *Metode de prelucrare statistică a datelor experimentale*, Editura Politehnica, Timișoara, 1999
- [Her95] **Herman, Richard-Ioan-Emil**, *Contribuții la optimizarea realizării fantelor prin eroziune electrică complexă*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică din Timișoara, 1995
- [Tit04] **Țîțu, Mihail**, *The Factorial Experiment Strategy Applied for the Modelling and Optimisation of the Nonconventional Processing Procedures*, Revista de tehnologii neconvenționale nr. 1/2004, Editura Augusta, Timișoara, 2004