



Facultatea de Electronică,  
Telecomunicații și  
Tehnologia Informației

[www.etti.utcluj.ro](http://www.etti.utcluj.ro)

# Tehnici de inteligență computațională în analiza și proiectarea circuitelor și sistemelor electronice

## TEZĂ DE ABILITARE

Prof.dr.ing. Gabriel OLTEAN



UNIVERSITATEA  
TEHNICĂ  
DIN CLUJ-NAPOCA

Cluj-Napoca, 20.06.2016

## Teză de abilitare

Activitatea  
științifică

Activitatea  
academică și  
profesională

Dezvoltarea  
carierii

2002

Doctor

Inginerie electronică și  
telecomunicații

Universitatea Tehnică din  
Cluj-Napoca

- Matematică nuanțată în analiza și proiectarea unor circuite electronice
- Magna Cum Laudae

# Cuprins

---



**Cerințe temă**

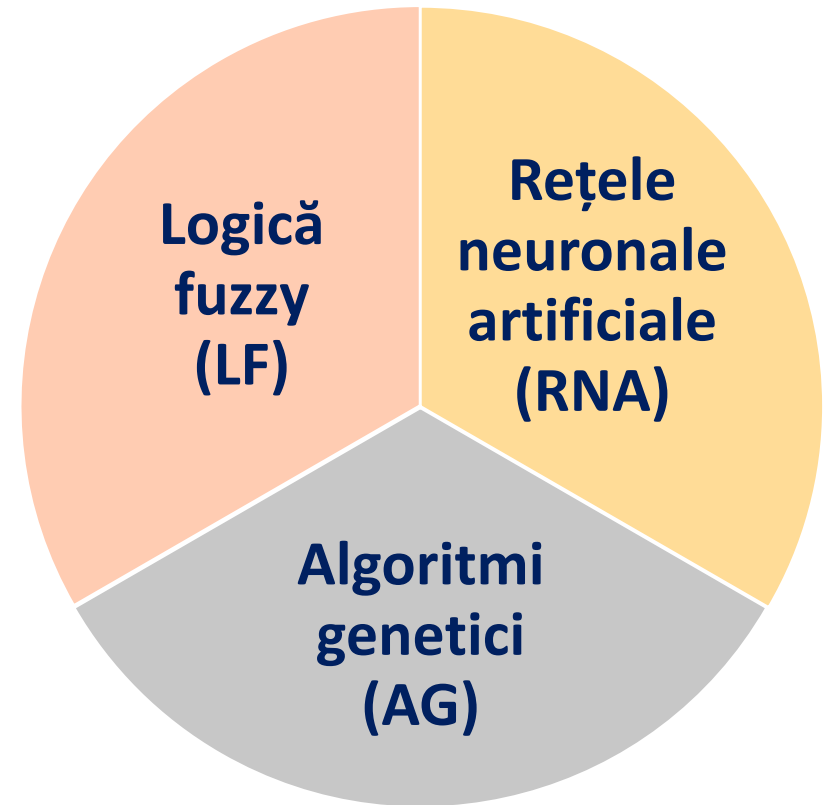
Stadiul actual

Implementare

Rezultate experimentale

Concluzii

- ❖ Investigarea și exploatarea posibilităților oferite de tehnicile de inteligență computațională (LF, AG, RNA) pentru a rezolva diferite probleme/aspecte din domeniul electronicii
- ❖ Tehnicile de IC – utilizate atât individual, cât și combinate (sisteme hibride )



## Domenii de cercetare

**DC1** Optimizarea proiectării automate a circuitelor electronice utilizând tehnici de IC

**DC2** Modelarea funcțională a modulelor analogice utilizând sisteme fuzzy

**DC3** Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC

**DC4** Alte aplicații ale tehnicilor de IC

DC1

## Optimizarea proiectării automate a circuitelor electronice utilizând tehnici de IC

# DC1 Optimizarea proiectării automate a circuitelor electronice utilizând tehnici de IC

---

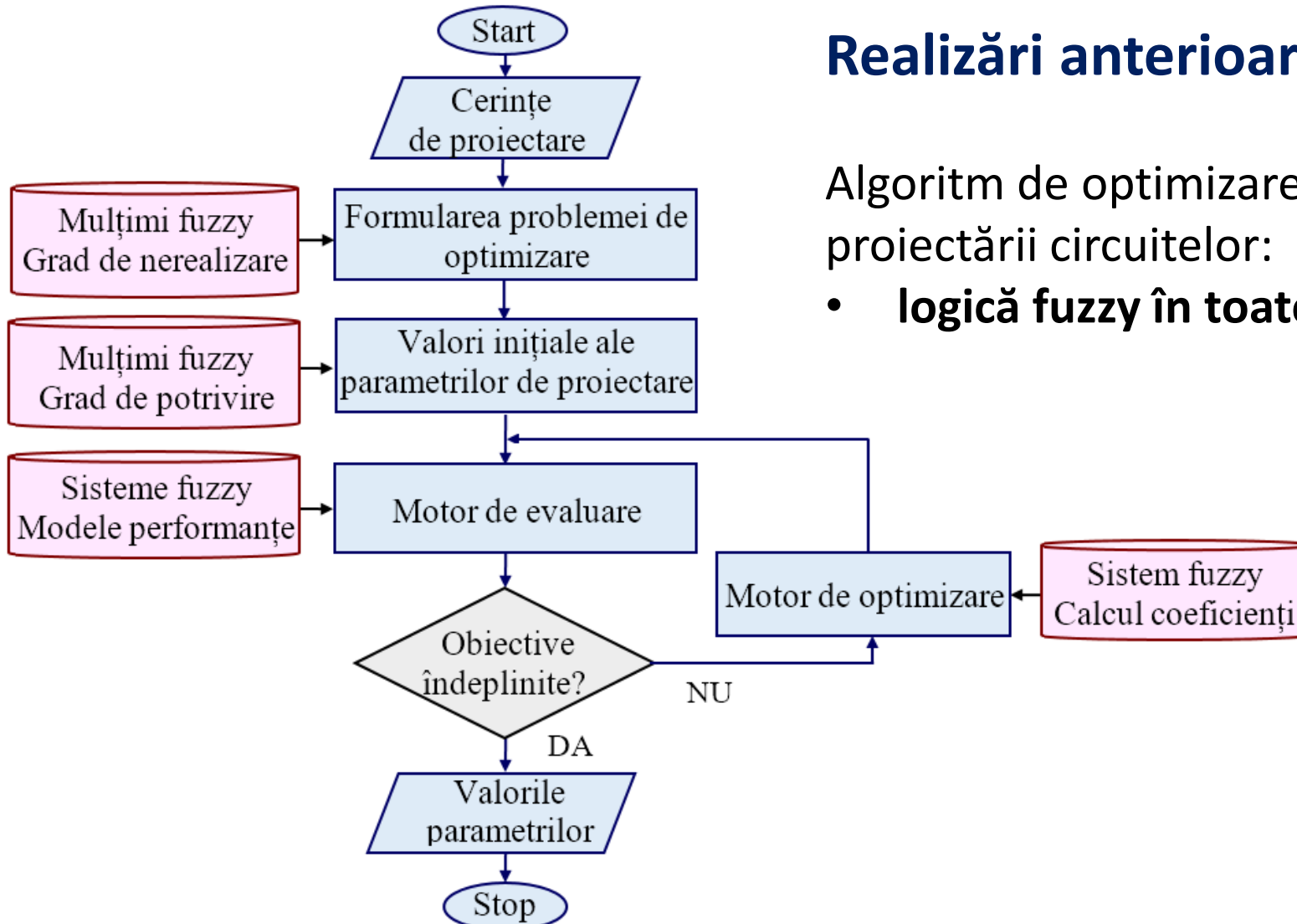
## ❖ Corelat cu cercetarea doctorală

- algoritmi de optimizare a proiectării circuitelor utilizând logică fuzzy

## ❖ Dezvoltarea unor metode inteligente hibride pentru optimizarea proiectării modulelor analogice combinând avantajele LF și AG

- flexibilitate în formularea funcțiilor obiectiv; cunoașterea domeniului de valori (mulțimi fuzzy); definirea problemei de optimizare
- complexitate redusă / precizie ridicată în determinarea performanțelor circuitului (sisteme cu logică fuzzy);
- explorarea eficientă a întreg spațiului soluțiilor, fără blocare în minime locale (algoritmi genetici).

## ❖ Principalele rezultate au fost publicate în 4 articole (2 ISI)



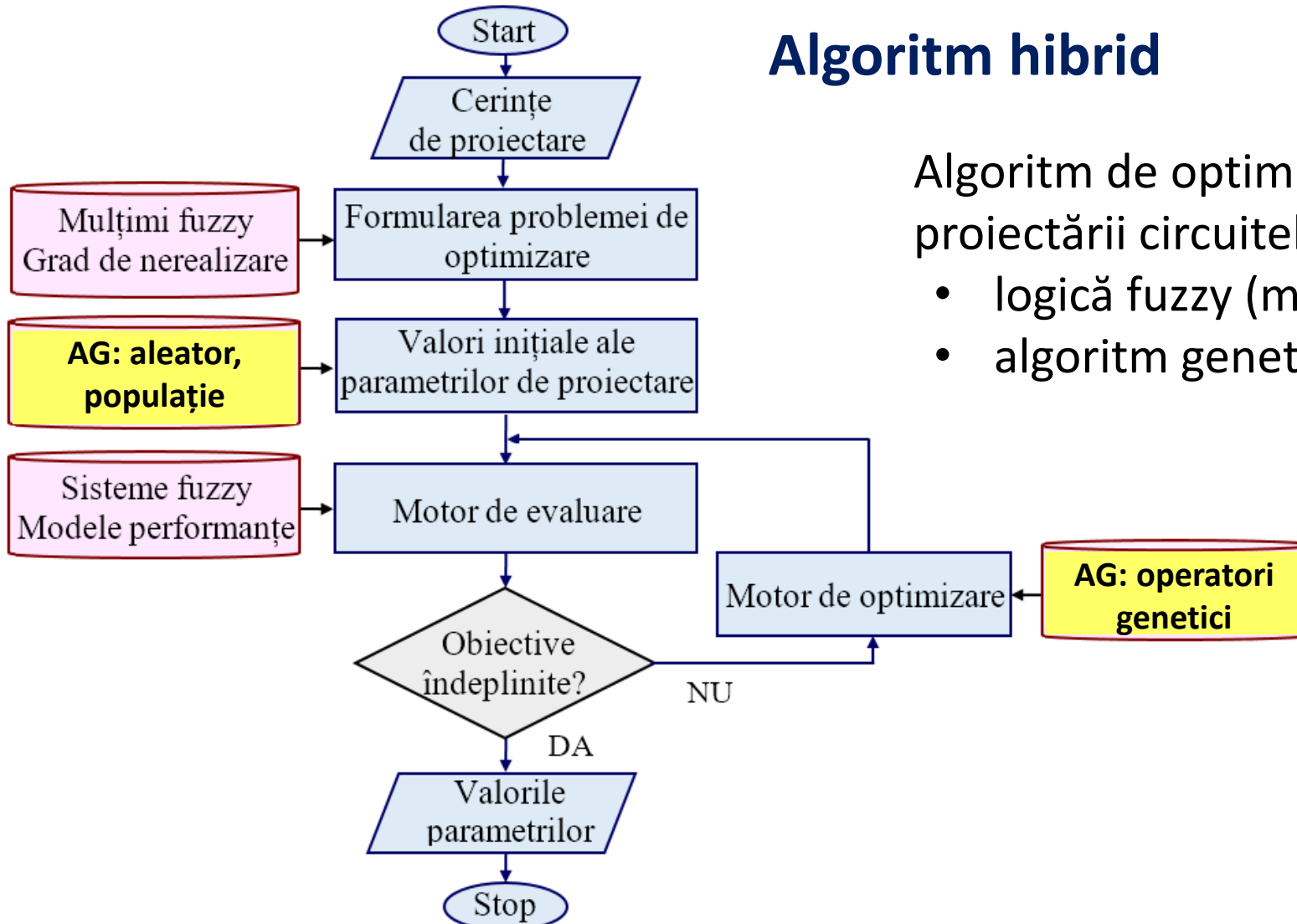
## Realizări anterioare

Algoritm de optimizare a proiectării circuitelor:

- **logică fuzzy în toate etapele**



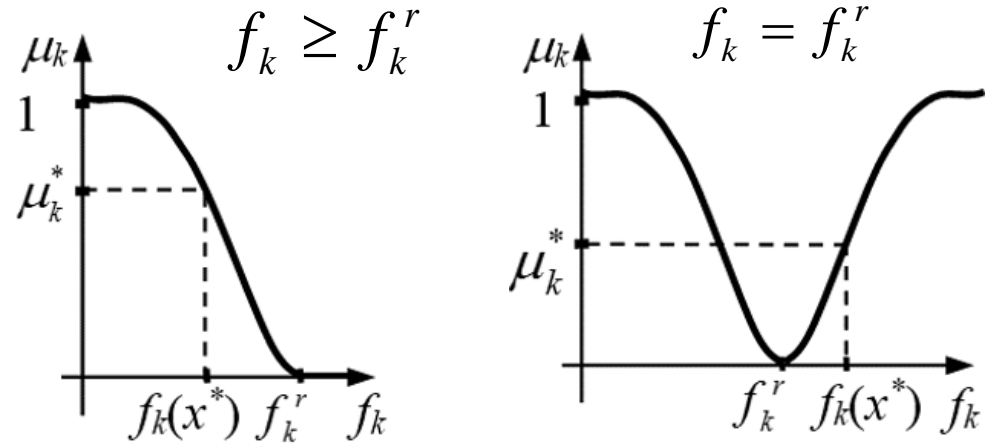
# DC1 Optimizarea proiectării automate a circuitelor electronice utilizând tehnici de IC



# DC1 - Formularea problemei de optimizare

- Vectorul parametrilor de proiectare  $x = [x_1, x_2, \dots, x_m]$
- Valori funcții de performanță  $f_k(x^*)$  - **sisteme cu logica fuzzy**

- **Multimi fuzzy** pentru definirea funcțiilor obiectiv  $\mu_k(f_k(x))$



- Formularea generală a problemei de **optimizare multiobiectiv**

Găsește vectorul parametrilor  $x$  care

**minimizează**  $\{\mu_1(f_1(x)), \mu_2(f_2(x)), \dots, \mu_n(f_n(x))\}$

supuse la

constrângeri de inegalitate :  $g_i(x) \leq 0, \quad i = 1, \dots, m$

constrângeri de egalitate :  $h_j(x) = 0, \quad j = 1, \dots, p$

constrângeri de mărginire:  $lb_l \leq x_l \leq ub_l, \quad l = 1, \dots, q$

## Optimizare multiobiectiv

minimizează  $\{\mu_1(f_1(x)), \mu_2(f_2(x)), \dots, \mu_n(f_n(x))\}$

### ❖ Formularea ca problemă de optimizare cu un **singur obiectiv**

- nu permite considerarea explicită a fiecărui obiectiv
- nu oferă libertatea alegerii între mai multe posibile soluții fezabile

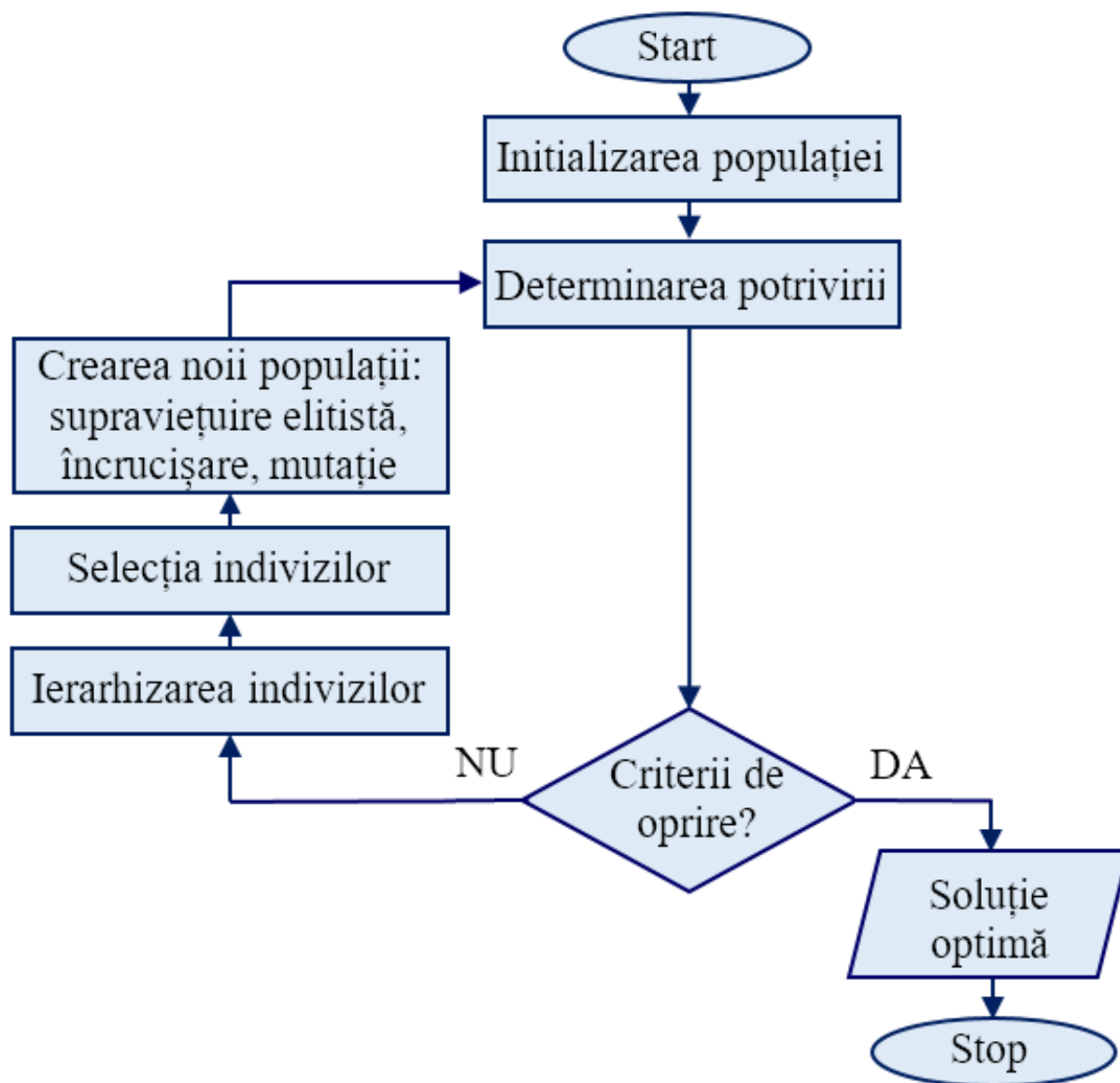
$$\text{minimizează } F(x) = \sum_{k=1}^n w_k \mu_k(f_k(x))$$

### ❖ Formularea ca problemă de optimizarea **multiobiectiv reală**

- permite tratarea separată, dar simultană a mai multor obiective
- furnizează soluții fezabile, nedominate – soluții optimale **Pareto**

$$\text{minimizează } F(x) = \{\mu_1(f_1(x)), \mu_2(f_2(x)), \dots, \mu_n(f_n(x))\}$$

# DC1 - Diagrama AG utilizat in optimizarea proiectării

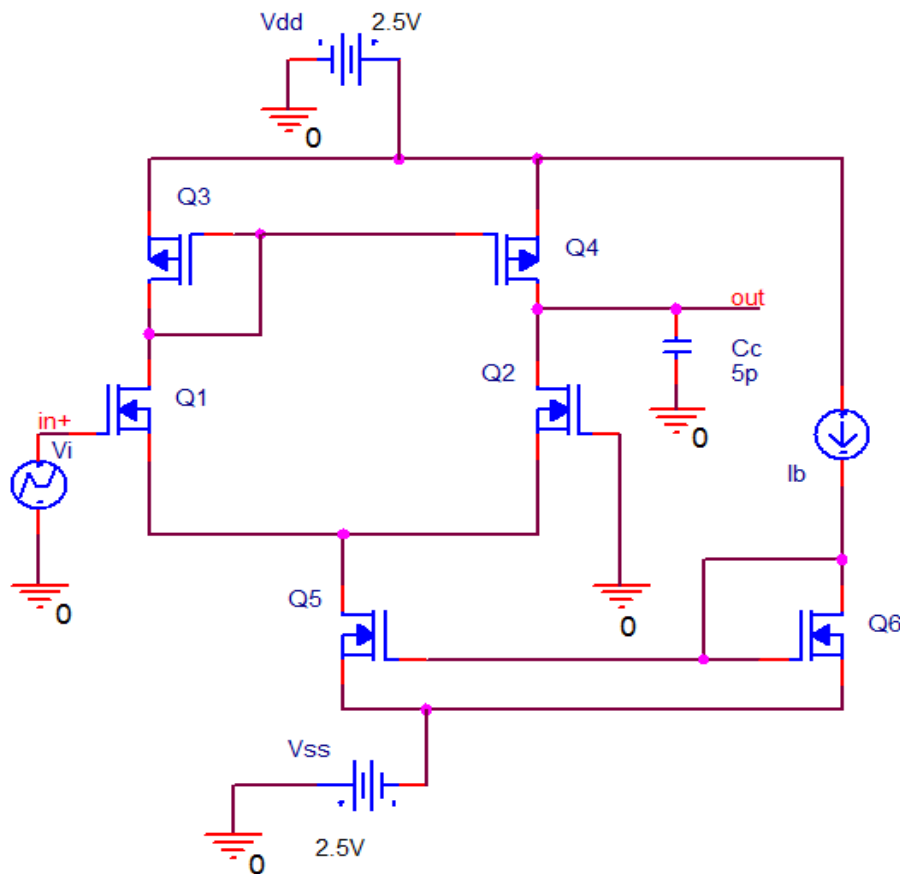


Utilizarea  
algoritmilor  
genetici (AG)  
pentru rezolvarea  
problemei de  
optimizare

Sistem hibrid  
LF + AG

# DC1 - Optimizare SOTA – cu un singur obiectiv

Amplificator operational  
transconductanță simplu,  
CMOS 0.25μm (SOTA)



- Vectorul parametrilor de proiectare – cromozom în AG

$$x = [W_{12}; W_{34}; W_{56}; I_b]$$

- Funcțiile de performanță
  - $A_{v0}$
  - $GBW$
  - $CMRR$
- Problema de optimizare cu un singur obiectiv

Găsește  $x$  care minimizează

$$F(x) = \sum_{k=1}^3 w_k \mu_k (f_k(x))$$

supusă la:  $lb_l \leq x_l \leq ub_l, l=1, \dots, 4$

# DC1 - Optimizare SOTA – cu un singur obiectiv

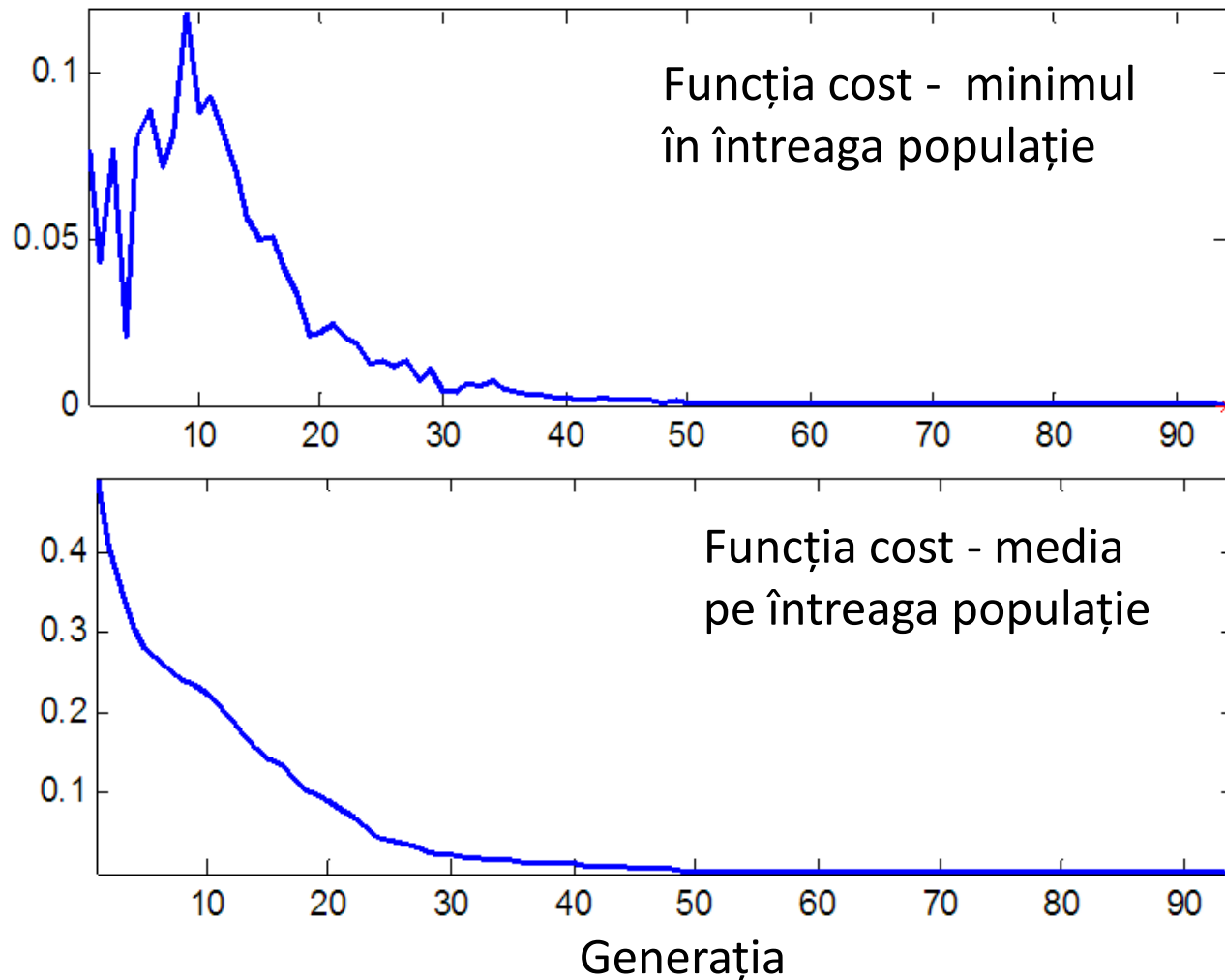
## Rezultate experimentale

Funcții de circuit	Cerințe de proiectare	Performanțe			
		<i>run1</i>	<i>run2</i>	<i>run3</i>	<i>run4</i>
$A_{v0}$	$\geq 50$	52.17	52.01	51.83	51.97
$GBW$ [kHz]	$\geq 4\ 600$	4 601	4 620	4612	4608
$CMRR$	$\geq 1\ 000\ 000$	1 011 413	1 008 935	1 004 844	1 003 761
Număr de generații		94	90	87	63

Parametrii de proiectare	<i>run1</i>	<i>run2</i>	<i>run3</i>	<i>run4</i>
$W_{12}$	39.28	39.73	39.33	39.07
$W_{34}$	4.00	3.99	3.98	3.99
$W_{56}$	6.90	6.86	7.21	7.23
$I_b$ [ $\mu A$ ]	96.33	97.22	94.74	94.00

# DC1 - Optimizare SOTA – cu un singur obiectiv

## Rezultate experimentale – *run1*



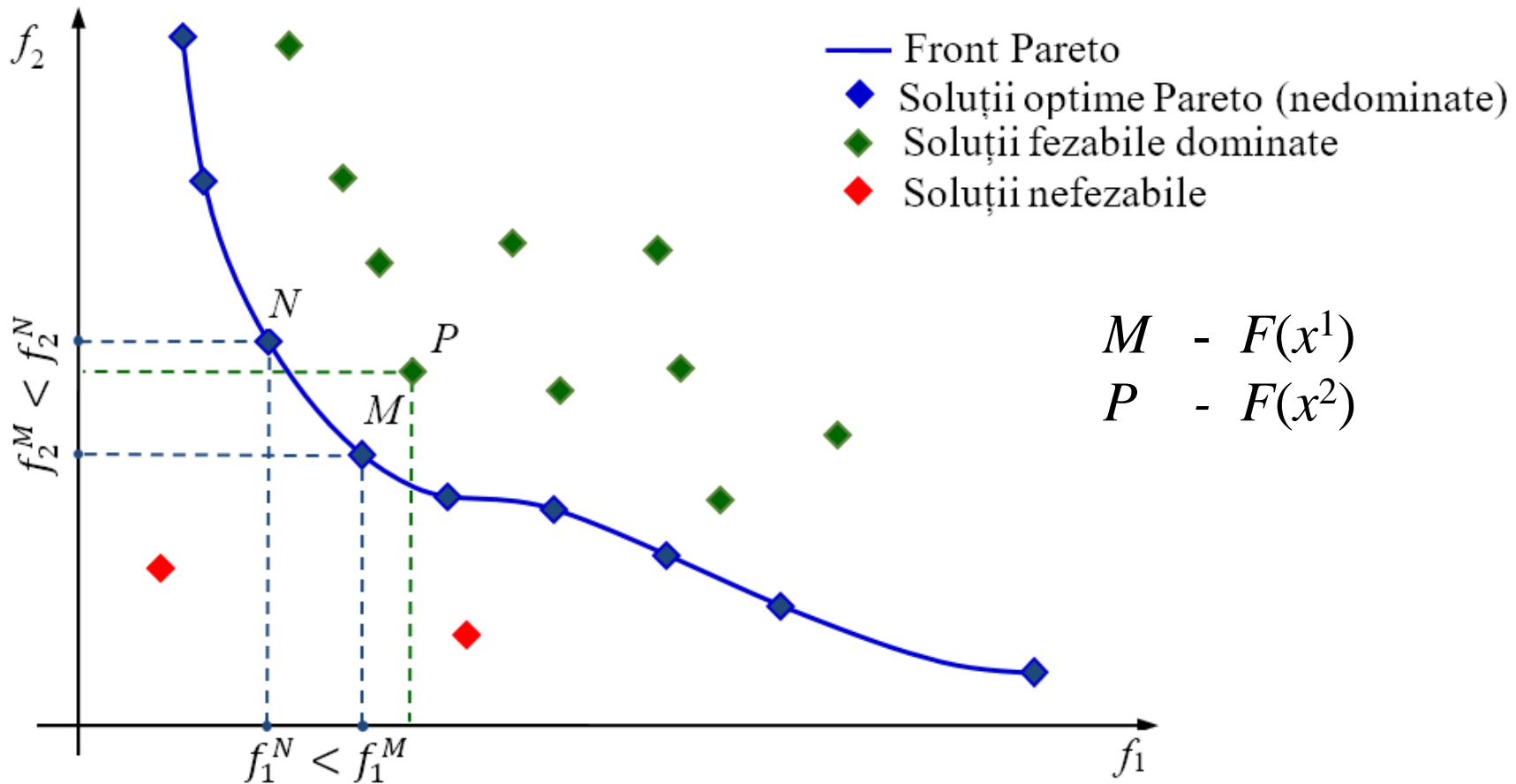
Dinamica AG  
pe durata  
optimizării

Nu conține  
supraviețuire  
elitistă

# DC1 - Optimizare multiobiectiv reală

## Dominare Pareto

- Vectorul obiectivelor  $F(x^1)$  domină vectorul  $F(x^2)$ , dacă nicio componentă a lui  $F(x^1)$  nu este mai mare decât componenta corespondentă a lui  $F(x^2)$ , și cel puțin o componentă este mai mică.
- Soluția  $x^1$  este mai bună decât  $x^2$ , adică  $x^1$  domină  $x^2$  dacă  $F(x^1)$  domină  $F(x^2)$





## Realizarea selecției

❖ Fiecare individ din populația curentă primește un rang, în concordanță cu calitatea sa:

- Indivizii nedominați (frontul Pareto) primesc cel mai mare rang

$$Rank_{max} = N_{Ind} - 1$$

- Ceilalți indivizi au rangul:

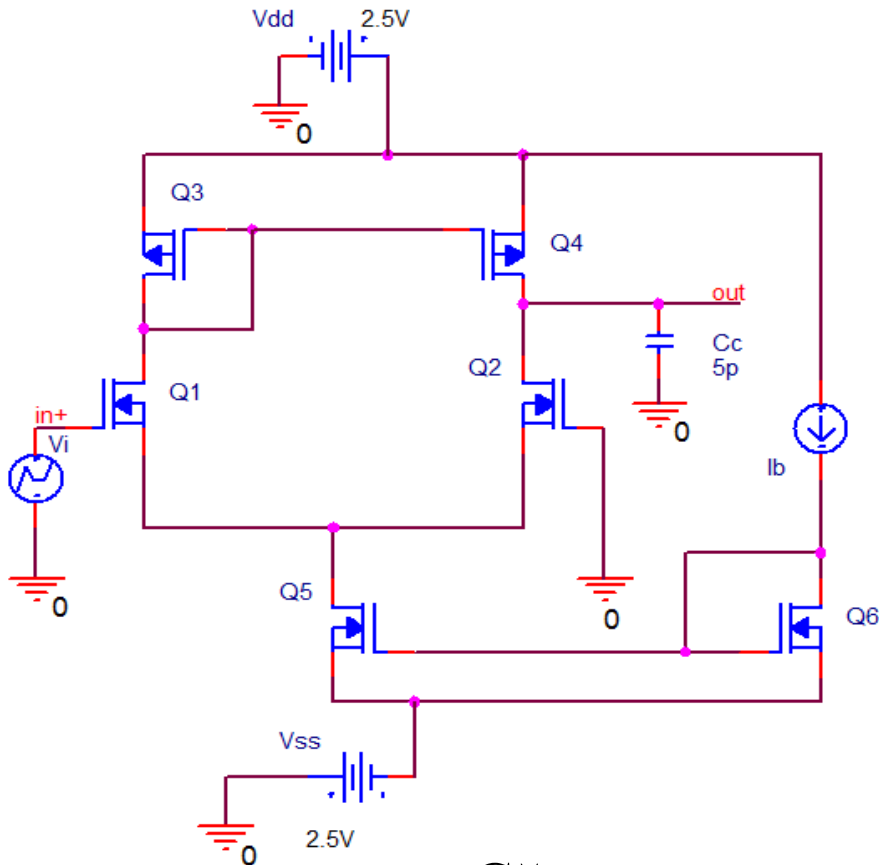
$$Rank = Rank_{max} - N_{Dominated}$$

❖ Probabilitatea de selecție:  $Selection\_probability_j = \frac{Rank_j}{\sum_{i=1}^N Rank(i)}$

➤ Soluțiile nedominate - cea mai mare probabilitate de selecție

➤ Celelalte soluții: probabilitate descrescătoare cu scăderea rangului

# DC1 - Optimizare SOTA – multiobiectiv



Găsește  $x$

care minimizează  $\{\mu_1(A_{v0}(x)), \mu_2(GBW(x)), \mu_3(CMRR(x))\}$

supusă la  $lb_l \leq x_l \leq ub_l, l=1, \dots, 4$

➤ Vectorul parametrilor de proiectare – cromozom în AG

$$x = [W_{12}; W_{34}; W_{56}; I_b]$$

➤ Funcțiile de performanță

○  $A_{v0}$       ○  $GBW$       ○  $CMRR$

➤ Problema de optimizare multiobiectiv

# DC1 - Optimizare SOTA – multiobiectiv

## Rezultate experimentale – set1 (“mai mare”)

$A_{vo} > 50$	$GBW > 3\ 000$ [kHz]	$CMRR > 1\ 200\ 000$
---------------	----------------------	----------------------

❖ 100 indivizi, 50 generații, 97 soluții optime Pareto

Soluții	Performanțe		
	$A_{vo}$	$GBW$	$CMRR$
<i>Sol1</i>	59.83	3 369	1 252 522
<i>Sol2</i>	59.68	3 389	1 234 074
<i>Sol3</i>	60.90	3 468	1 242 884
<i>Sol4</i>	59.84	3 369	1 220 738

❖ toate cerințele de proiectare sunt pe deplin îndeplinite

# DC1 - Optimizare SOTA – multiobiectiv

## Rezultate experimentale – set2 (cerințe “egal”)

❖ 400 indivizi, 1000 generații, 34 soluții optime Pareto

Soluții		Cerințe		
		$A_{vo} = 40$	$GBW = 5\ 000$ [kHz]	$CMRR = 500\ 000$
<i>Sol1</i>	Performanțe	40.46	4 891	487 418
	<i>UD</i>	0.0008	0.0012	0.0013
<i>Sol2</i>	Performanțe	<b>40.04</b>	4 613	472 018
	<i>UD</i>	7.39e-6	0.0156	0.0063
<i>Sol3</i>	Performanțe	40.81	<b>4 980</b>	466 923
	<i>UD</i>	0.0025	4.095e-5	0.0088
<i>Sol4</i>	Performanțe	41.37	4 716	<b>500 158</b>
	<i>UD</i>	0.0071	0.0084	2.96e-5

## Discuție

- ❖ Utilizarea modelelor fuzzy pentru evaluarea circuitului:
  - 😊 Timp (foarte) redus de evaluare a performanțelor
    - ✓ Timp de optimizare redus
  - 😞 Pot exista aproximari a valorilor performanțelor
  
- ❖ Utilizarea unui simulator pentru evaluarea circuitului:
  - 😊 Valori precise a performanțelor
  - 😞 Timp crescut de evaluare / optimizare

# DC1 - Optimizare multiobiectiv utilizând un simulator

MATLAB

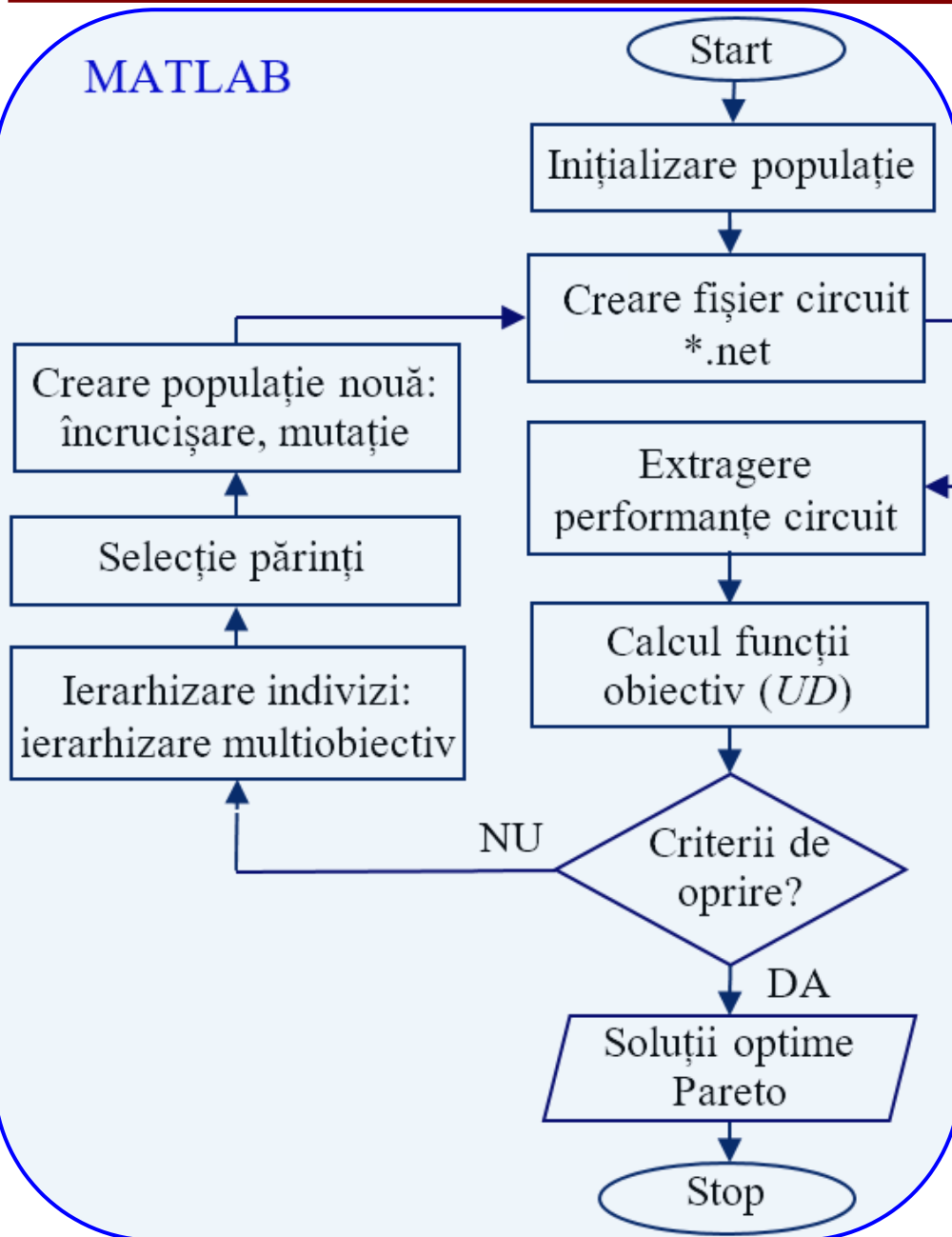
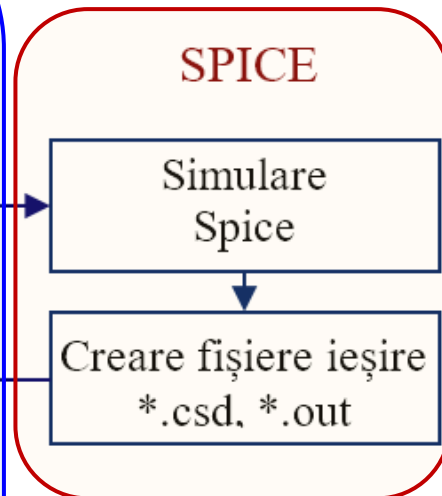


Diagrama algoritmului

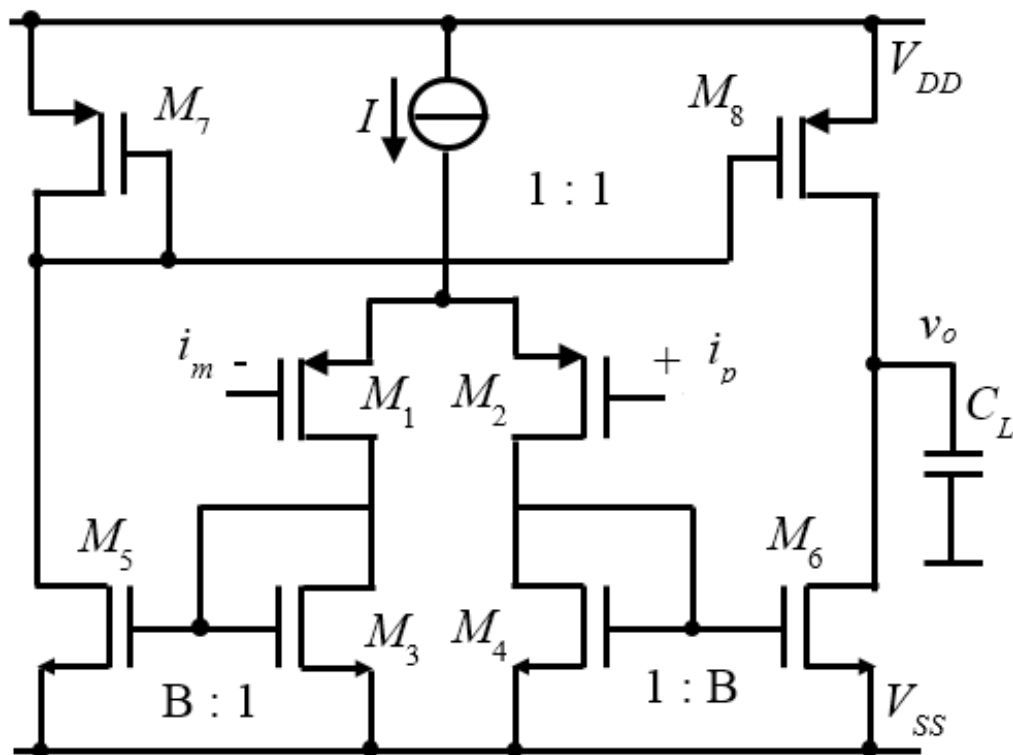
SPICE



- ❖ Intregul proces este controlat de Matlab
  - lansare/oprire simulator
  - transfer date
  - optimizare multiobiectiv cu AG

# DC1 - Optimizare multiobiectiv utilizând un simulator

## Amplificator operational transconductanta simetric, CMOS, 180nm



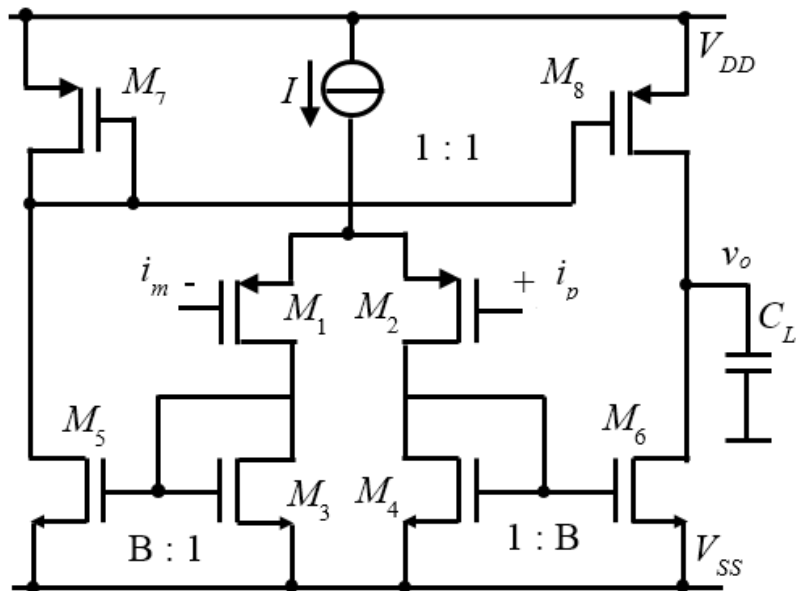
- Vectorul parametrilor de proiectare  
- cromozom în AG

$$x = [W_{12}; W_{34}; W_{78}; I]$$

- Constrângere liniară de inegalitate

$$\left(\frac{W}{L}\right)_{12} > 0.036I$$

# DC1 - Optimizare multiobiectiv utilizând un simulator



**Amplificator operational  
transconductanta simetric,  
CMOS, 180nm**

Nr.	Cerințe de proiectare	
1	Amplificare, $A_{V0}$	> 200
2	Produs amplificare bandă ( $GBW$ )	> 150 kHz
3	Arie ocupată	minim
4	Consum de putere	minim



# DC1 - Optimizare multiobiectiv utilizând un simulator

## Rezultate experimentale

❖ 60 indivizi, 100 generații, 21 soluții optime Pareto

Sol.	W12 [μm]	W34 [μm]	W78 [μm]	I [μA]	$A_{Vo}$ (>200)	GBW [kHz] (> 150)	Arie [μm <sup>2</sup> ] <i>min</i>	Putere [μW] <i>min</i>
1	3.24	601.17	13.38	56.39	23	105	36104	517
2	45.57	154.93	7.23	151.51	90	123	<b>9402</b>	1380
3	37.39	618.22	26.24	97.9	72	96	37221	897
4	44.36	27.41	1.01	37.05	<b>204</b>	18	<b>1736</b>	<b>335</b>
5	49.69	96.80	9.82	171.71	84	<b>159</b>	<b>5928</b>	1560
6	43.53	360.82	12.20	140.47	79	123	21761	1280
7	27.32	128.28	1.46	50.15	141	29	<b>7755</b>	<b>455</b>
8	46.14	282.22	22.88	124.93	75	<b>138</b>	17072	1140
9	43.32	856.66	1.18	31.22	<b>191</b>	11	51489	<b>284</b>
10	44.37	254.57	99.99	108.51	64	<b>159</b>	15563	994

## Discuție

- ❖ Sunt considerate împreună tipuri diferite de obiective:
  - “mai mare” – cu limită impusă
  - “minimizează” – fără limită impusă
    - tratate similar fără efort special pentru “mai mare”
  
- ❖ Alte abordări posibile:
  1. Prioritizare pentru “mai mare”
  2. “mai mare” – constrangeri neliniare  
“minimizează” – functii obiectiv
    - rezultă o problemă de optimizare multiobiectiv cu constrângeri liniare și neliniare

## Discuție – cont.

- ❖ Metoda este consumatoare de timp: ~ ore
  - număr mare de apelări a simulatorului extern
  - număr mare de scrieri / citiri ( acces hard disk)
  - precizie ridicată în evaluarea performanțelor
  
- ❖ Abordări posibile
  1. Separarea optimizării în două etape:
    - a. prima etapă – modele fuzzy ale performanțelor (*rapid*)
    - b. a doua etapă – simulator extern (*precis*)
  2. Utilizarea unui hard disk cu acces rapid (SSD)

# DC1 Optimizarea proiectării automate a circuitelor electronice utilizând tehnici de IC

## Diseminare rezultate

1. **Oltean, G.**, Hintea, S., Sipos, E., Computational Intelligence in Analog Circuits Design, Knowledge-Based Intelligent Information and Engineering Systems, KES2008, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer-Verlag Berlin, Vol. 5179, Pp. 384-391, 3-5 Sept. 2008, Zagreb, Croatia, DOI: 10.1007/978-3-540-85567-5; ISSN: 0302-9743, ISBN: 978-3-540-85566-8
2. **Oltean, G.**, Hintea, S., Sipos, E., Analog Circuit Design based on Computational Intelligence Techniques, Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, ISSN 1897-8649, Vol. 3, No. 2, 2009, pp. 63-69;
3. **Oltean, G.**, Hintea, S., Sipos, E., A Genetic Algorithm-based Multiobjective Optimization for Analog Circuit Design, 13rd International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems, KES2009, 28-30 Sept. 2009, Santiago, Chile, Pp. 507-514; Springer-Verlag Berlin, LNAI 5712, ISBN 978-3-642-04591-2;
4. Ivanciu, L., **Oltean, G.**, Hintea, S., Design Illustration of a Symmetric OTA Using Multiobjective Genetic Algorithms, Knowledge-Based and Intelligent Information and Engineering Systems; Lecture Notes in Computer Science, 2011, Volume 6883, pp. 443-452, ISBN 978-3-642-23853-6, Publisher Springer, DOI: 10.1007/978-3-642-23854-3\_47;

DC2

## Modelarea funcțională a modulelor analogice utilizând sisteme fuzzy

# DC2 Modelarea funcțională a modulelor analogice utilizând sisteme fuzzy

---

- ❖ **Dezvoltarea procedurii de modelare**
- ❖ **Dezvoltarea unor modele funcționale pentru module analogice**
  - ✓ Sisteme cu logică fuzzy construite automat prin instruire supervizată utilizând seturi de date numerice
- ❖ **Modelele descriu relația intrare - ieșire**
  - ✓ amplitudine, defazaj
  - ✓ frecvență, temperatură

# DC2 Modelarea funcțională a modulelor analogice utilizând sisteme fuzzy

## ❖ Modelele furnizează $v_o(t)$ pentru $v_i(t)$ (sinusoidală)

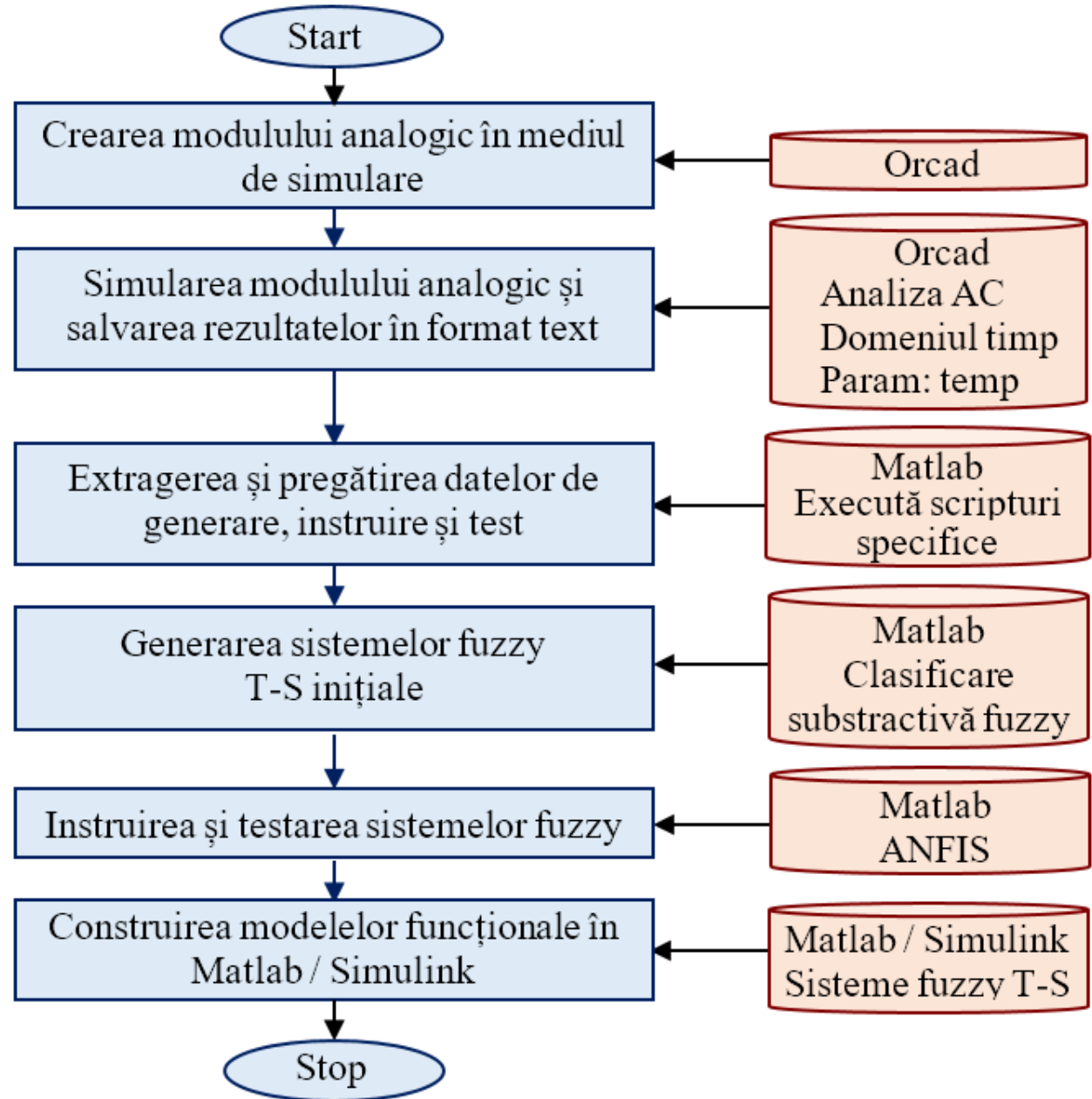
- ✓ Pe întreg domeniul de frecvență, în regiunea liniară
- ✓ Pentru frecvențe joase (în banda de trecere) și în afara regiunii liniare

## ❖ Utile în proiectarea/verificarea sistemelor complexe la nivel de sistem unde simularea este realizată la nivel comportamental și sunt utilizate adeseori instrumente precum Matlab/Simulink

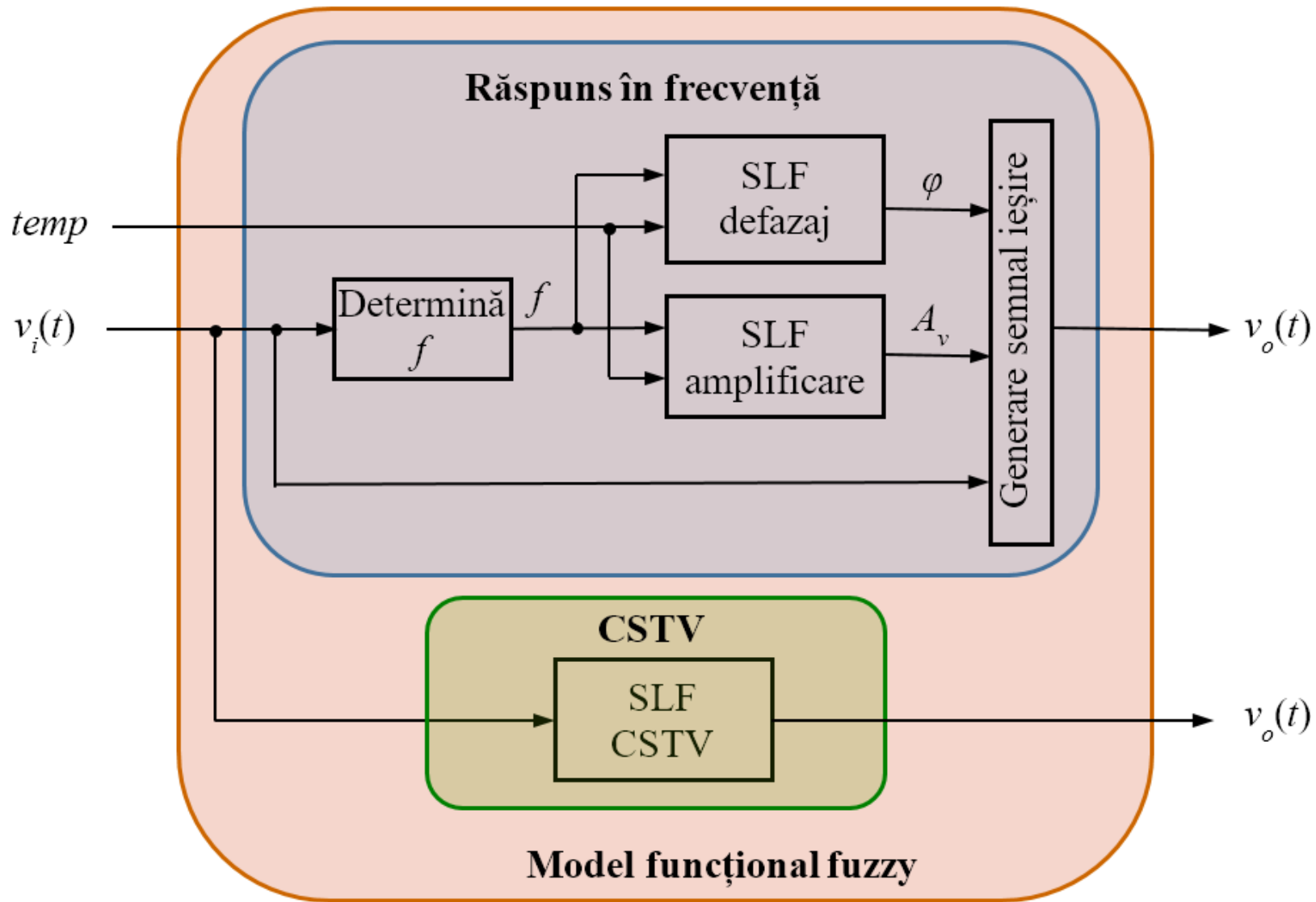
## ❖ Principalele rezultate

- ✓ 4 articole (2 ISI)
- ✓ o carte cu caracter științific
- ✓ un proiect de diplomă
- ✓ un contract de cercetare național, 2 ani, director de contract

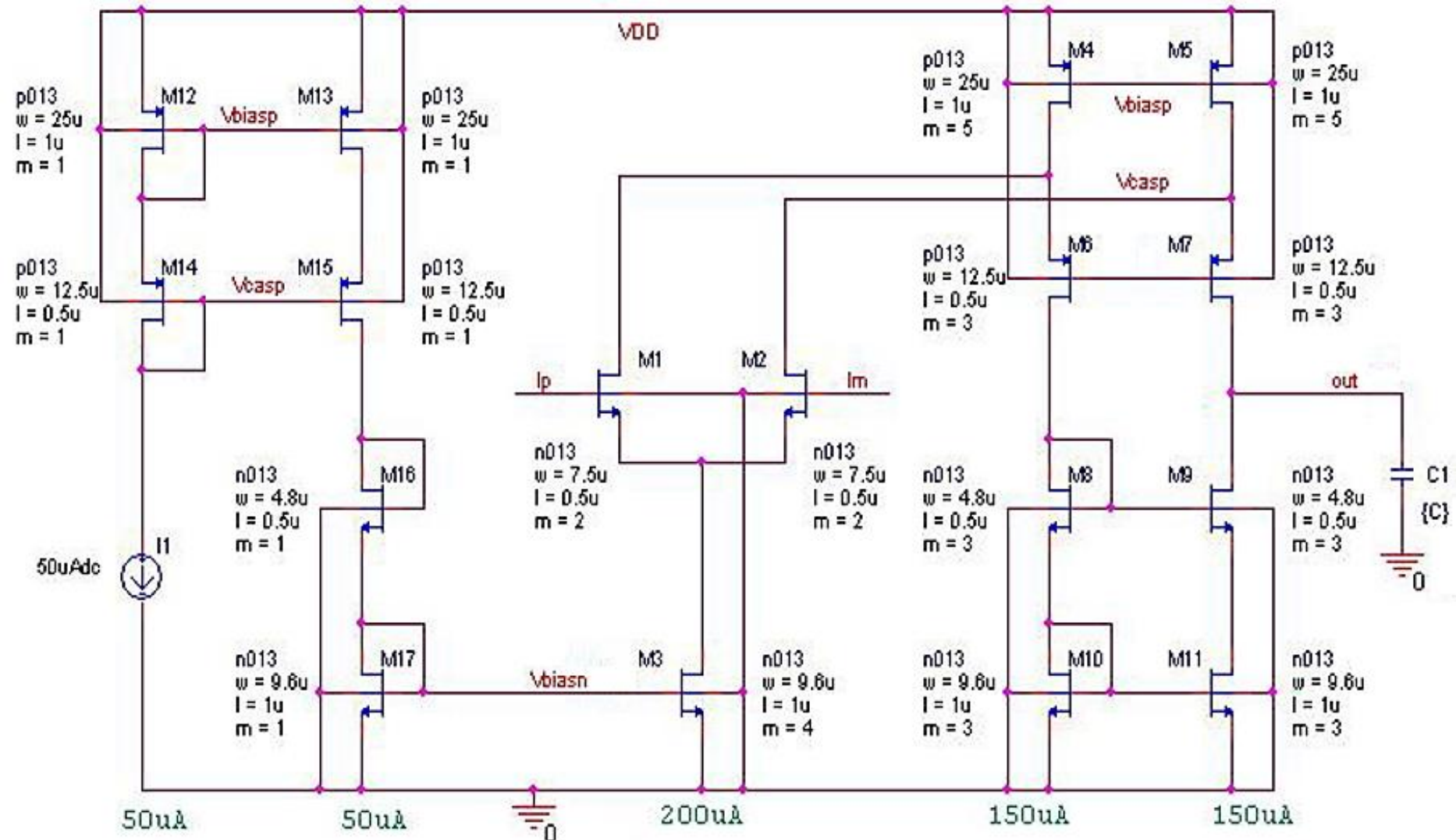
## Diagrama procedurii de modelare pentru modele funcționale

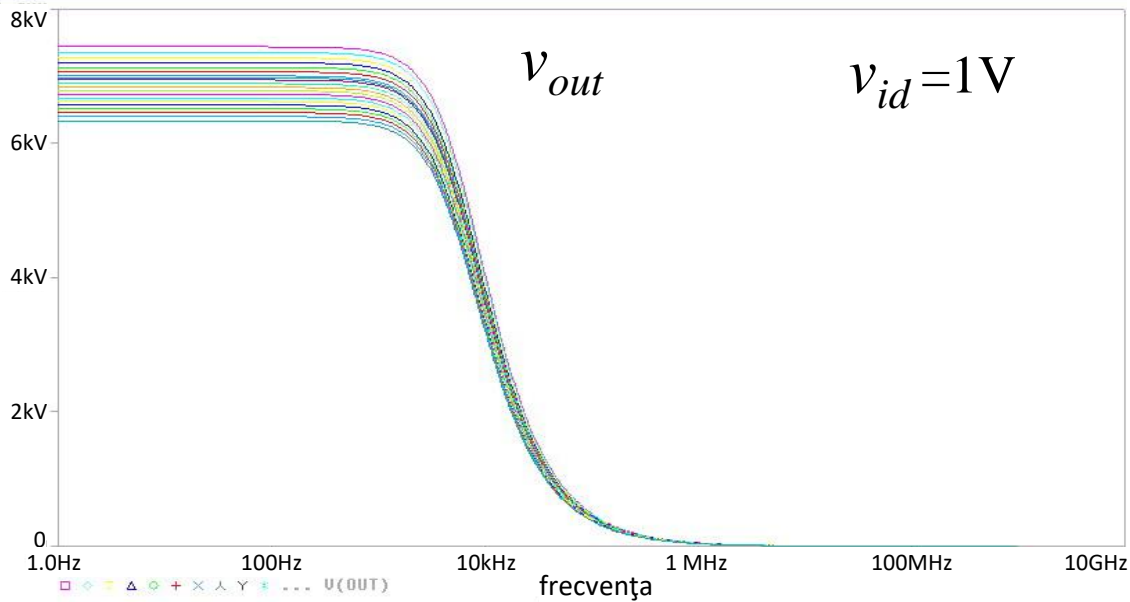






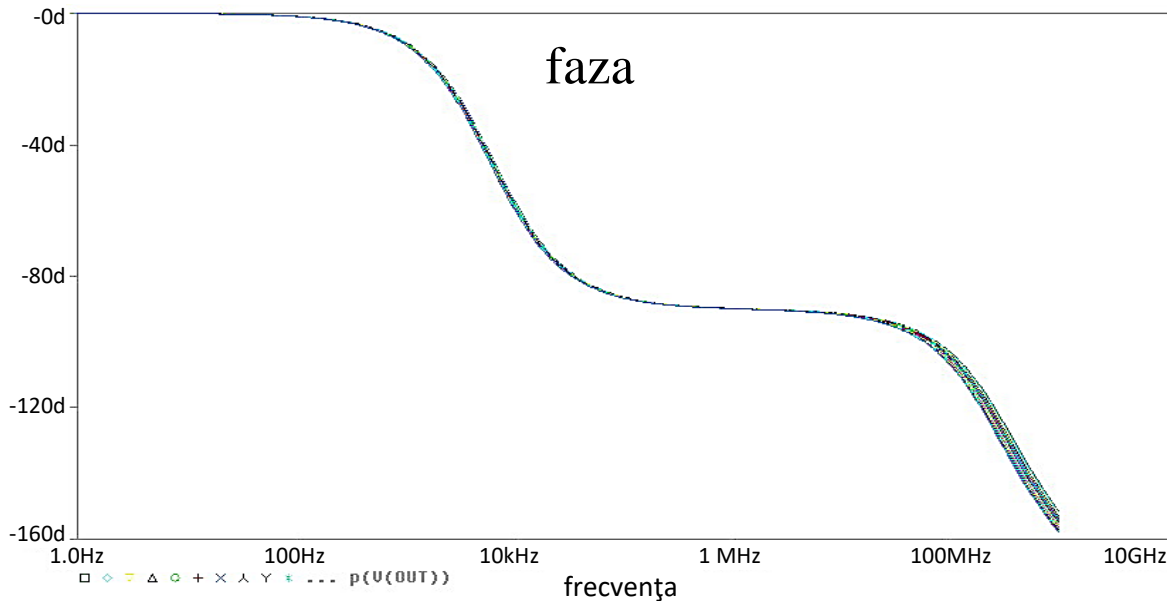
## Amplificator operațional transconductanță cascodă pliată, CMOS, 130nm





## Obținerea datelor numerice prin simulare

- frecvența  
[1 Hz; 1 GHz]
- temperatura  
[-55°C; +125°C]

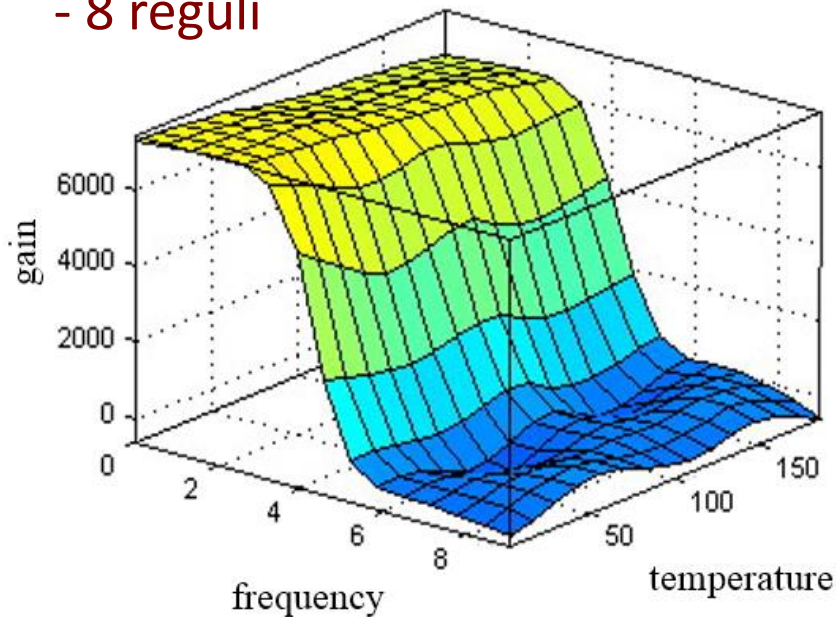


- Set de instruire
  - 42 769 date
- Set de verificare
  - 9 010 date

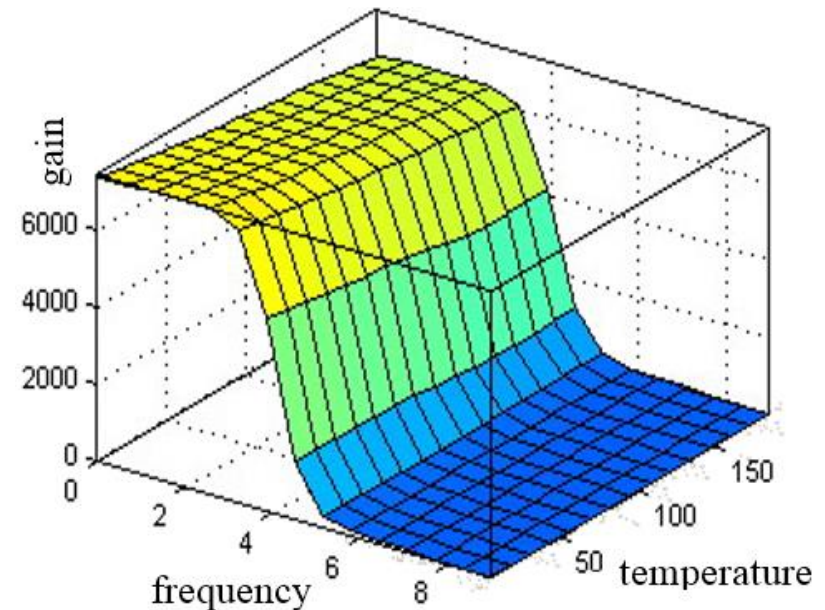
## Rezultate experimentale: SLF amplificare (frecvență, fază)

frecvența - scară logaritmică  
temperatura – translatată cu 60°C

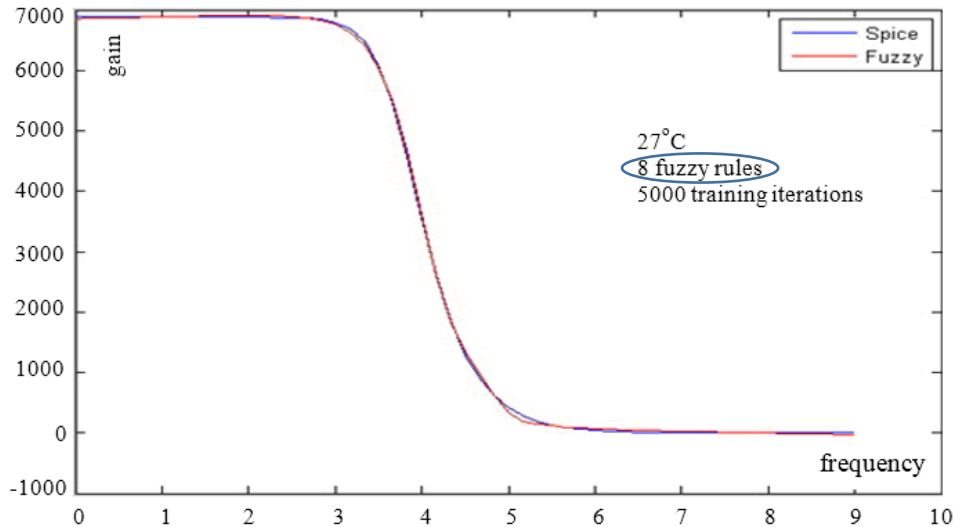
### SLF inițial - 8 reguli



### SLF final - 8 reguli - instruit 500 de iterații)



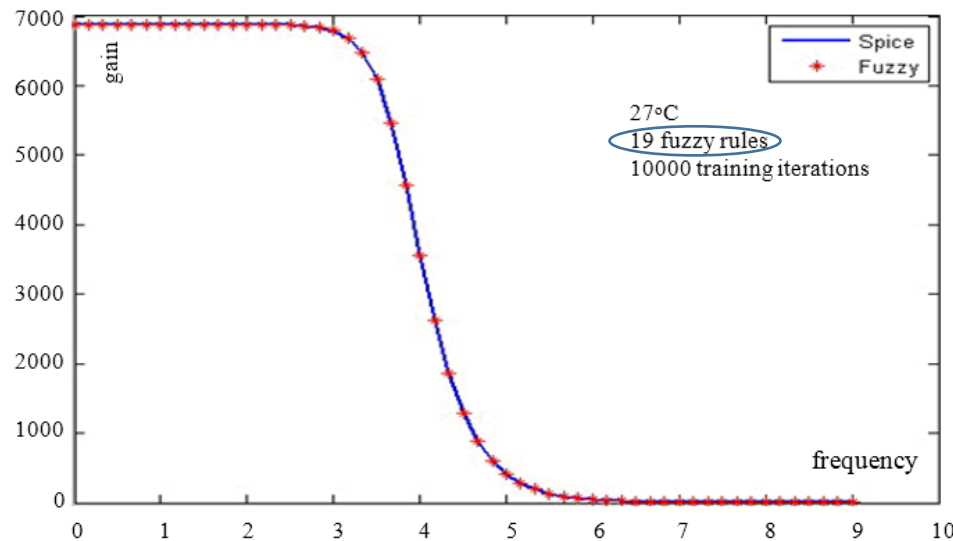
## amplificare



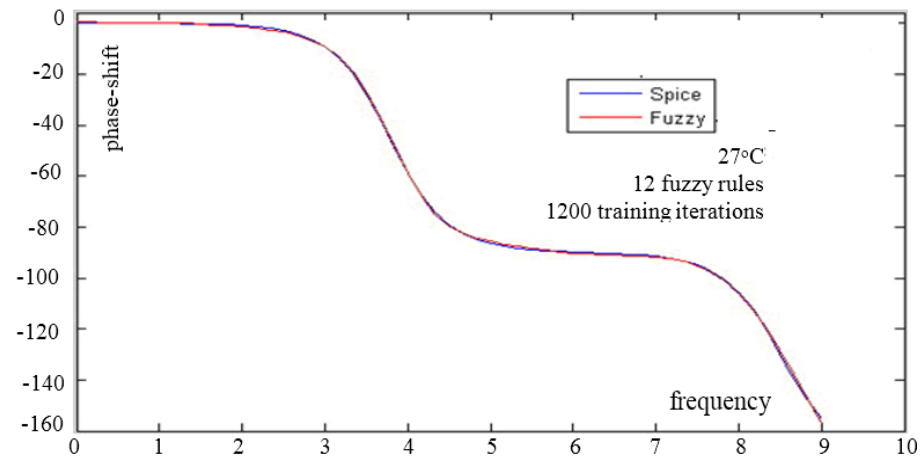
## Rezultate experimentale

### Comparație

### modele SLF – referință (Spice)



## fază



# DC2 Model funcțional fuzzy pentru FCOTA

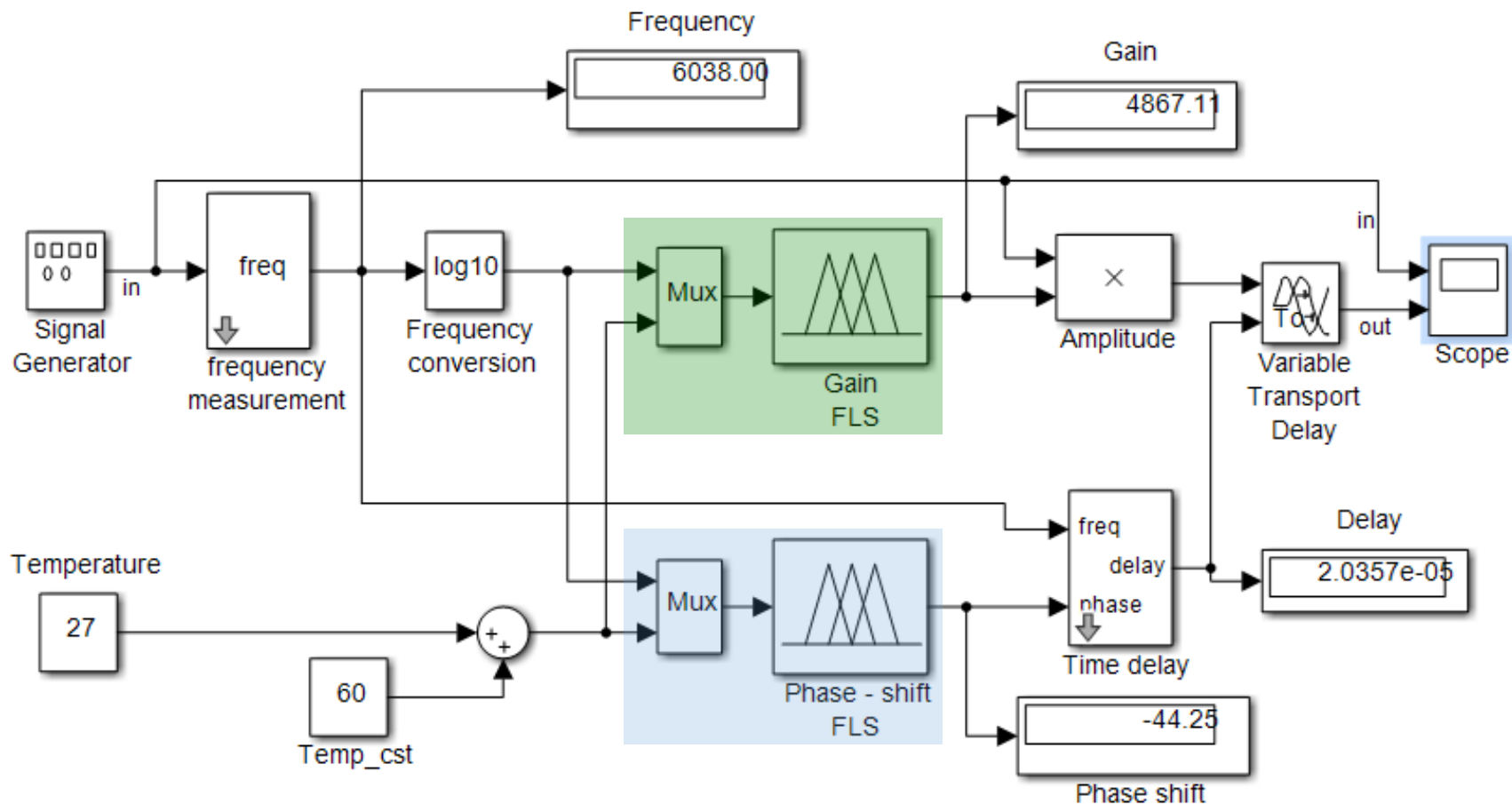
## Comparație valori numerice modele SLF – referință (Spice)

➤ Precizie foarte bună de modelare cu SLF

Frecvență	Temp.	Amplificare					Fază[°]		
		Spice	8 reguli 500 iterații		19 reguli 10000 iterații		12 reguli 1200 iterații		
			SLF1	Eroare relativă [%]	SLF2	Eroare relativă [%]	Spice	FLS	Eroare absolută
10Hz	-40°C	7316.4	7323.8	0.10	7317.9	0.02	-0.09	-0.73	-0.64
	27°C	<b>6881.6</b>	<b>6887.2</b>	<b>0.08</b>	<b>6880.2</b>	<b>-0.02</b>	<b>-0.10</b>	<b>0.15</b>	<b>0.25</b>
	100°C	6489.7	6495.7	0.09	6489.4	0.00	-0.10	-0.43	-0.33
200Hz	-40°C	7312.8	7353.7	0.56	7314.3	0.02	-1.79	-1.84	-0.05
	27°C	<b>6877.8</b>	6909.8	0.47	<b>6880.4</b>	<b>0.04</b>	-1.89	-2.49	-0.60
	100°C	6485.9	6508.5	0.35	6485.6	0.00	-1.94	-2.21	-0.27
6.038kHz	-40°C	5319.4	5369.4	0.94	5314.1	-0.10	-43.36	-43.53	-0.17
	27°C	4871.7	4975.7	2.14	4867.1	-0.09	<b>-44.93</b>	<b>-44.25</b>	<b>0.68</b>
	100°C	4535.7	4513.2	-0.50	4536.7	0.02	-45.66	-46.05	-0.39
75KHz	-40°C	<b>621.7</b>	583.4	-6.16	<b>612.2</b>	<b>-1.52</b>	<b>-85.14</b>	<b>-86.17</b>	<b>-1.03</b>
	27°C	553.6	532.3	-3.84	552.6	-0.18	-85.39	-84.68	0.71
	100°C	509.0	509.0	0.00	512.6	0.70	-85.52	-86.59	-1.07

# DC2 Model funcțional fuzzy pentru FCOTA

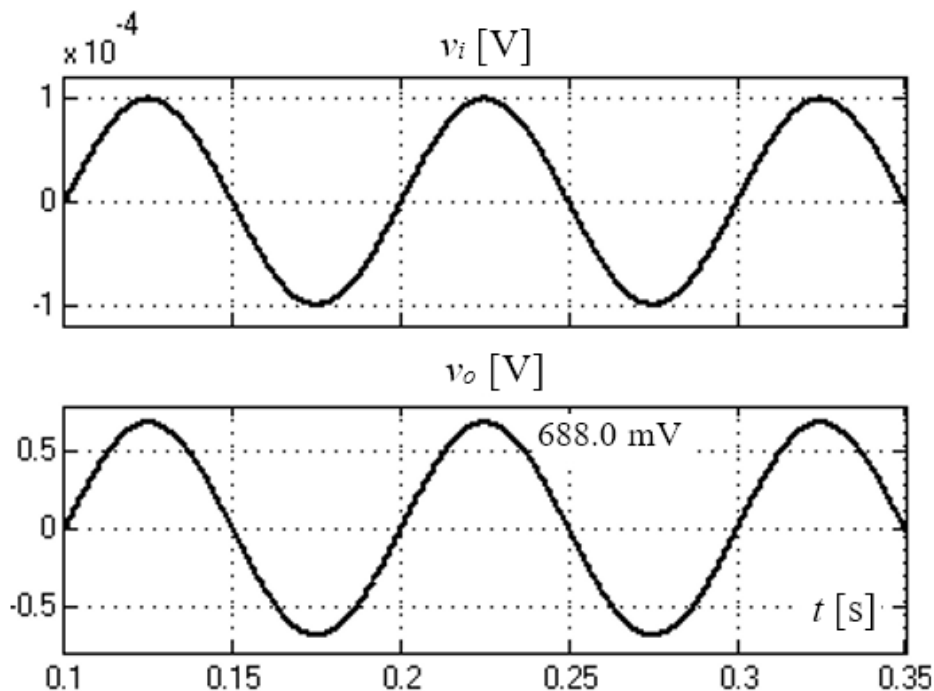
## Implementarea Simulink a modelului funcțional



# DC2 Model funcțional fuzzy pentru FCOTA

## Rezultate experimentale – forme de undă

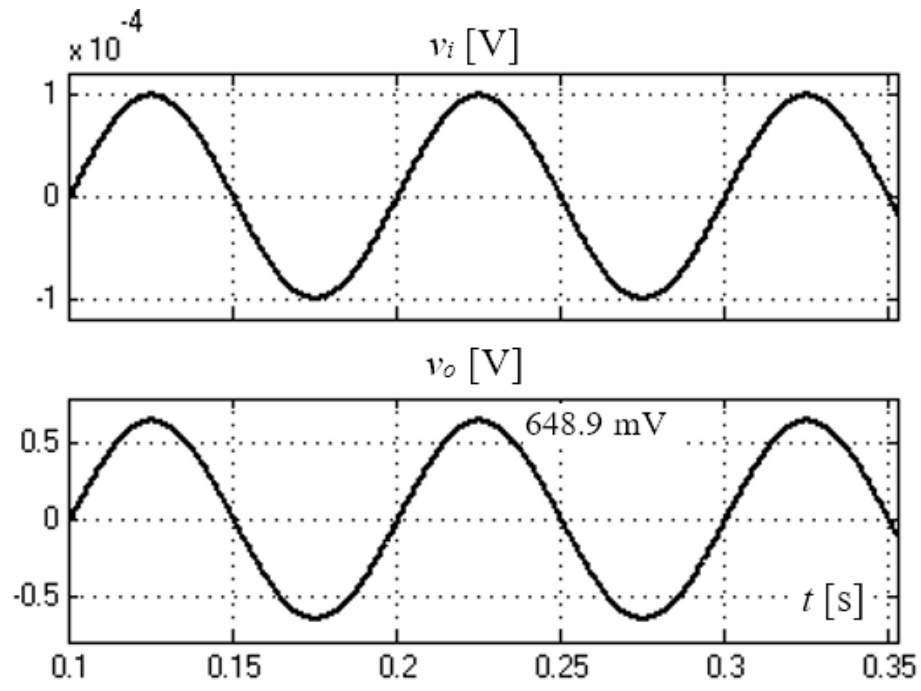
**În banda de trecere:**  $f = 10 \text{ Hz}$   $\hat{V}_i = 100 \mu\text{V}$



***temp = 27°C***

$\hat{V}_o = 688.0 \text{ mV}$  - model fuzzy

$\hat{V}_o = 688.2 \text{ mV}$  - referinta (Spice)



***temp = 100°C***

$\hat{V}_o = 648.9 \text{ mV}$  - model fuzzy

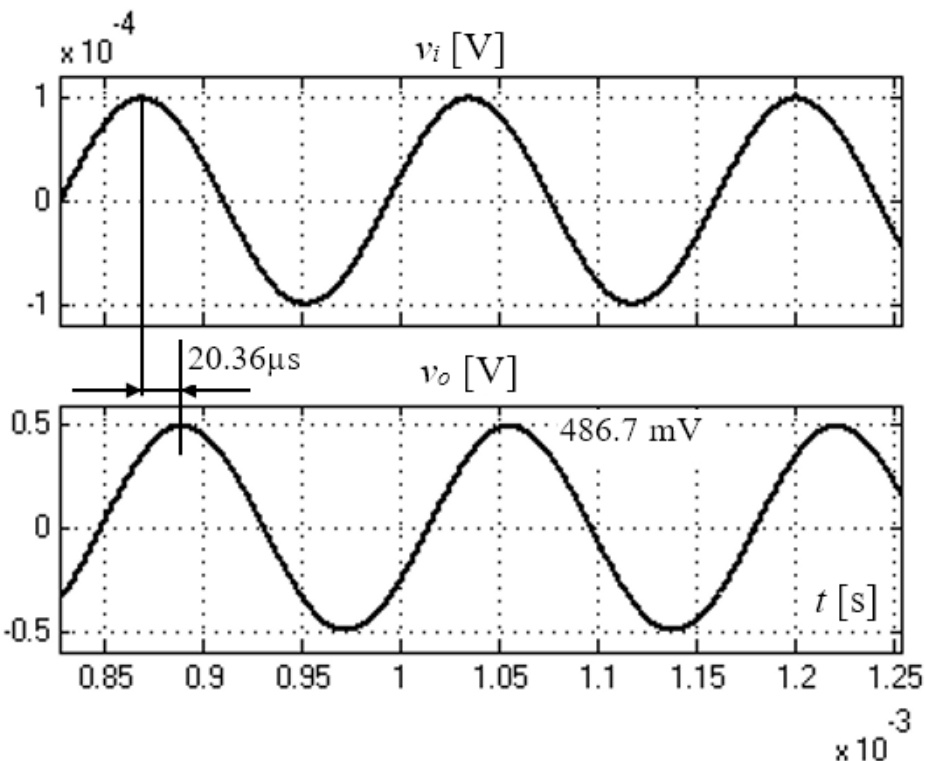
$\hat{V}_o = 649.0 \text{ mV}$  - referinta (Spice)



# DC2 Model funcțional fuzzy pentru FCOTA

## Rezultate experimentale – forme de undă

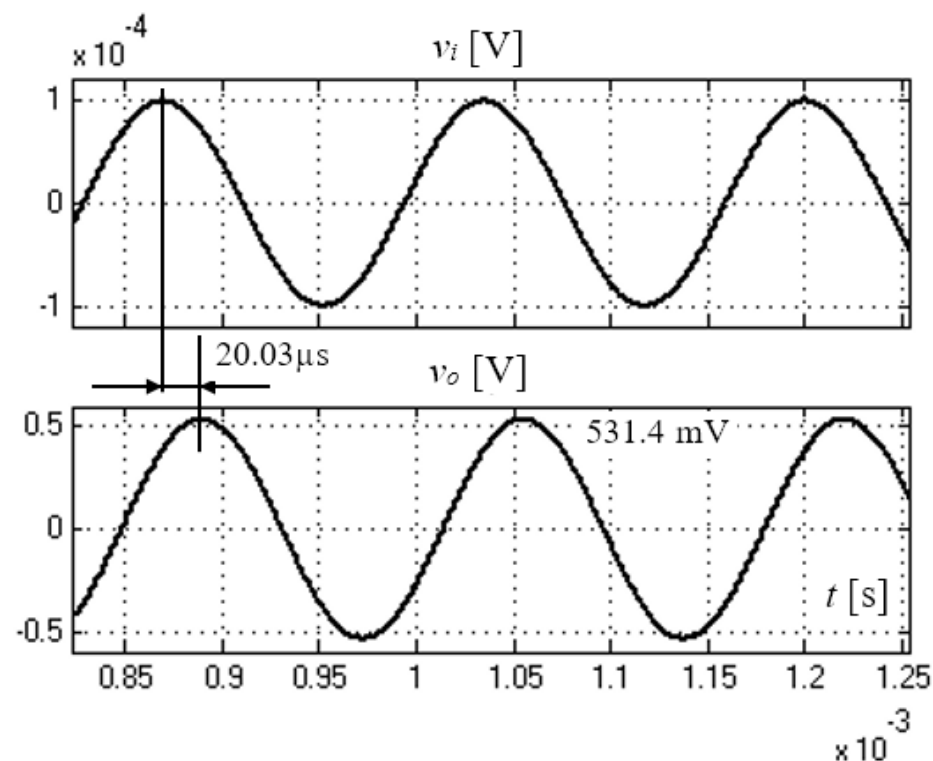
La frecvența de tăiere (@ 27°C):  $f = 6.038 \text{ KHz}$       $\hat{V}_i = 100 \mu\text{V}$



***temp = 27°C***

$$\hat{V}_o = 486.7 \text{ mV} / 687.2 \text{ mV}$$

$$\varphi = -44.25^\circ / -44.93^\circ$$



***temp = -40°C***

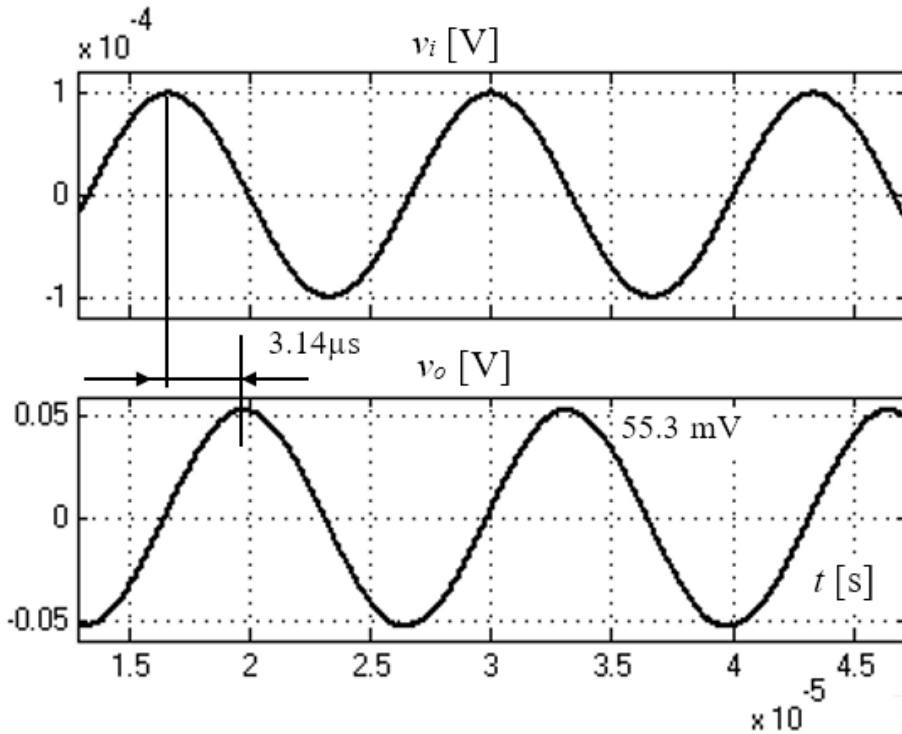
$$\hat{V}_o = 531.4 \text{ mV} / 531.9 \text{ mV}$$

$$\varphi = -43.53^\circ / -43.36^\circ$$

# DC2 Model funcțional fuzzy pentru FCOTA

## Rezultate experimentale – forme de undă

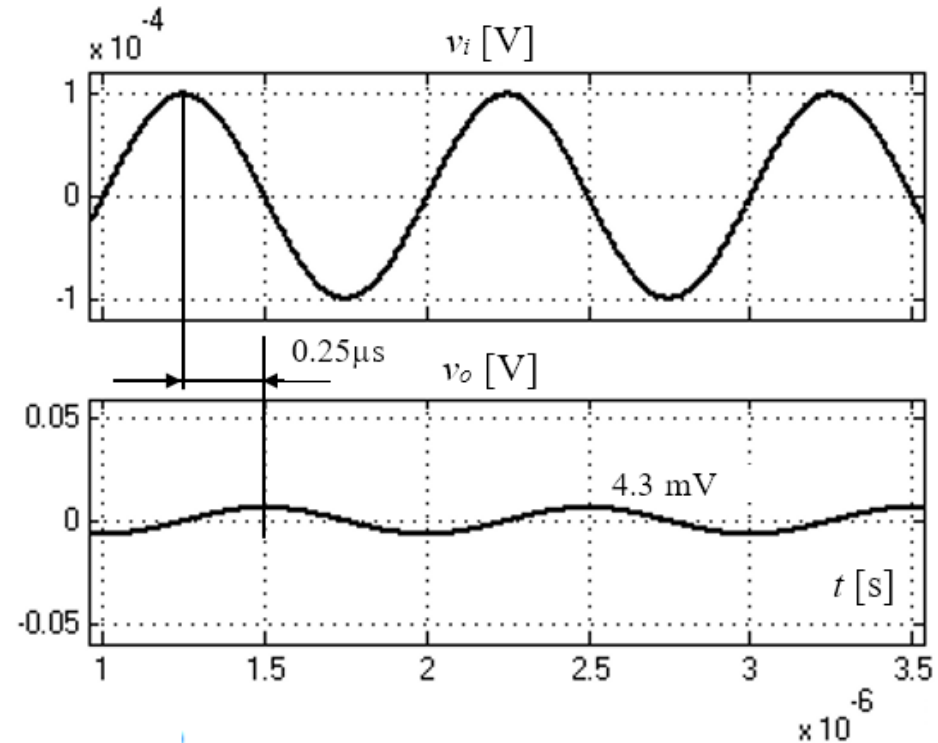
**În afara benzii de trecere**  $temp = 27^{\circ}\text{C}$   $\hat{V}_i = 100\ \mu\text{V}$



**$f = 75\ \text{kHz}$**

$$\hat{V}_o = 55.3\ \text{mV} / 55.4\ \text{mV}$$

$$\varphi = -84.68^{\circ} / -85.39^{\circ}$$

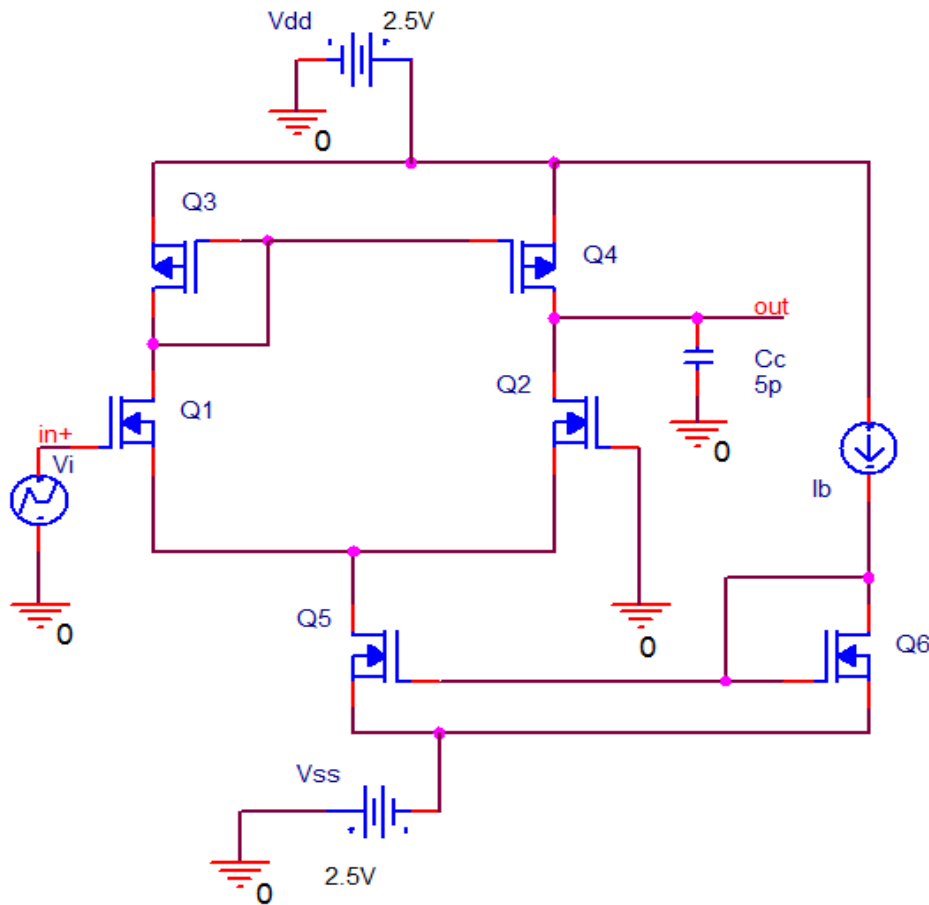


**$f = 1\ \text{MHz}$**

$$\hat{V}_o = 4.3\ \text{mV} / 4.6\ \text{mV}$$

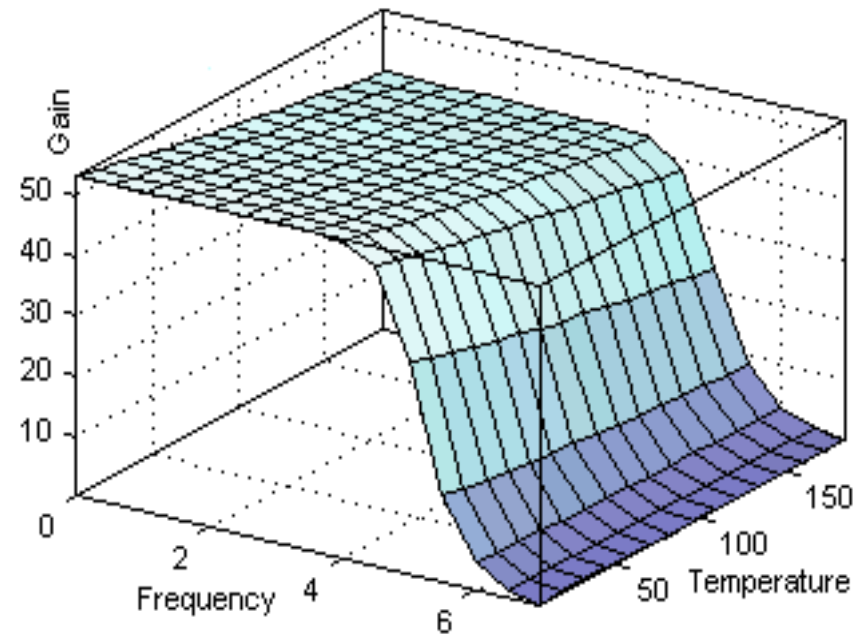
$$\varphi = -90.24^{\circ} / -89.78^{\circ}$$

## Amplificator operațional transconductanță simplu, CMOS 0.25μm



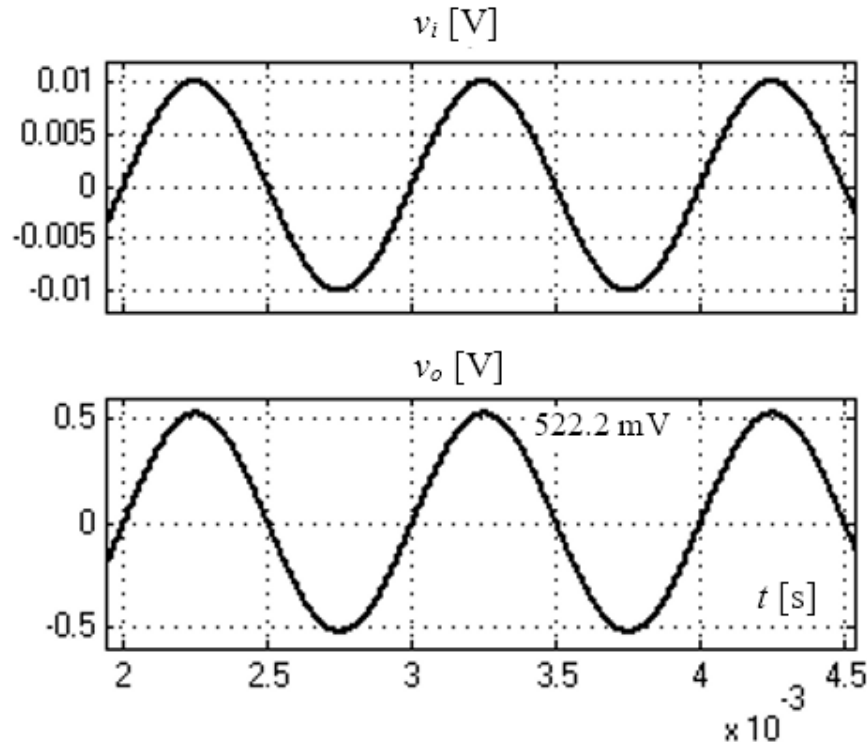
SLF amplificare (frecvență, temp)

- 17 reguli
- 1000 epoci de instruire



## Rezultate experimentale – forme de undă

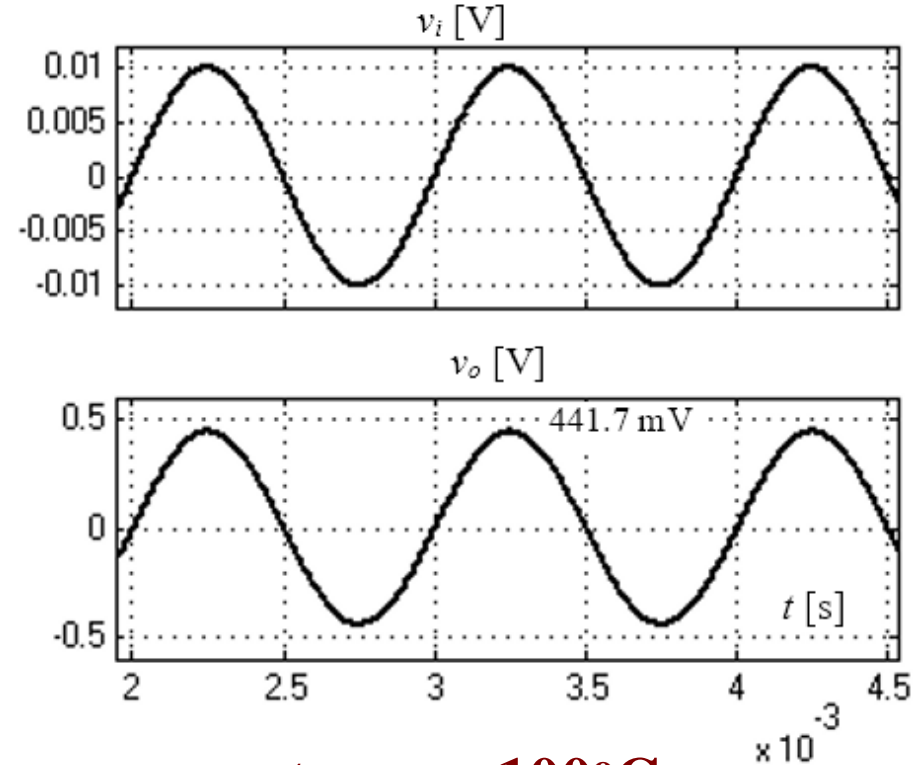
**În banda de trecere:**  $f = 1 \text{ kHz}$   $\hat{V}_i = 10 \text{ mV}$



***temp = -40°C***

$\hat{V}_o = 522.2 \text{ mV}$  - model fuzzy

$\hat{V}_o = 522.4 \text{ mV}$  - referinta (Spice)



***temp = 100°C***

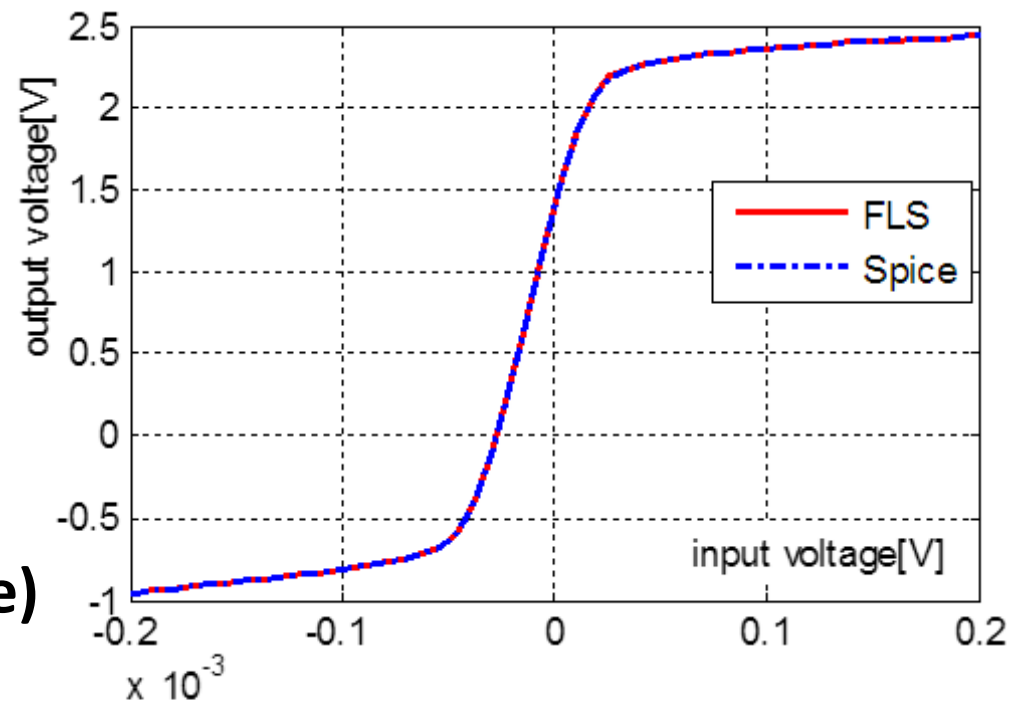
$\hat{V}_o = 441.7 \text{ mV}$  - model fuzzy

$\hat{V}_o = 441.5 \text{ mV}$  - referinta (Spice)

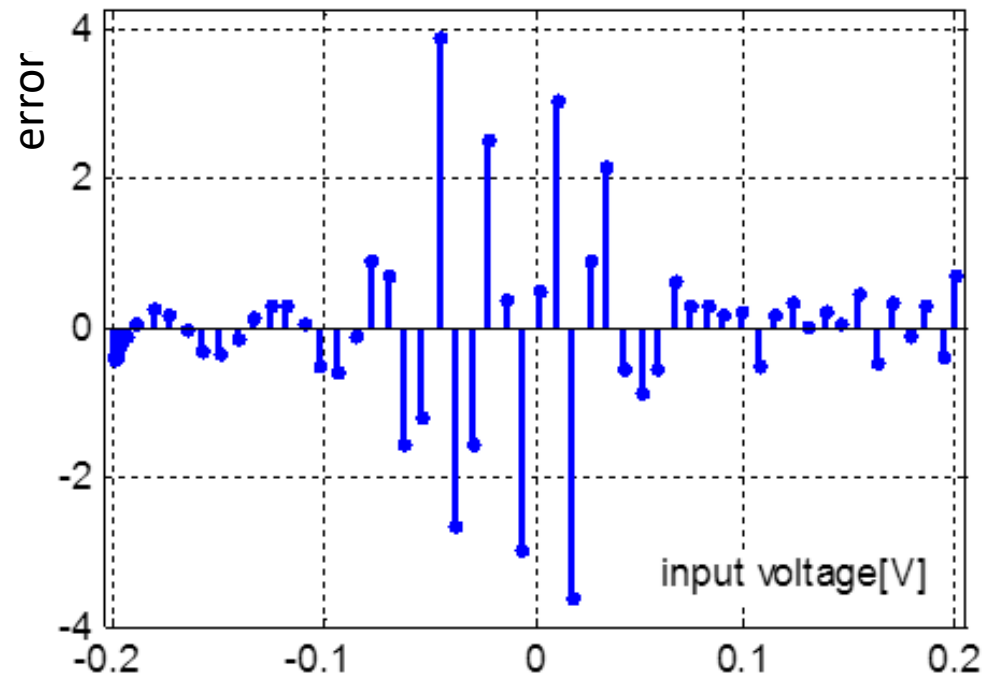
# DC2 Model funcțional fuzzy pentru SOTA

## Caracteristica de transfer în tensiune

### Comparație model fuzzy – referință (Spice)



- ❖ Suprapunere (aproape) perfectă
- ❖ SLF  $v_o(v_i)$  cu 7 reguli

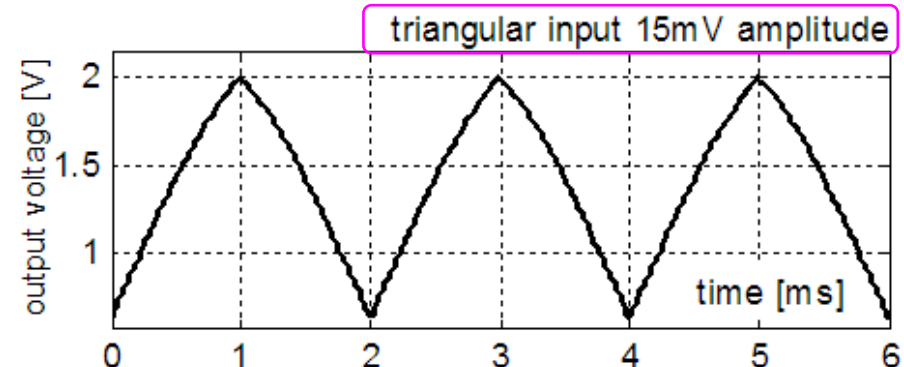
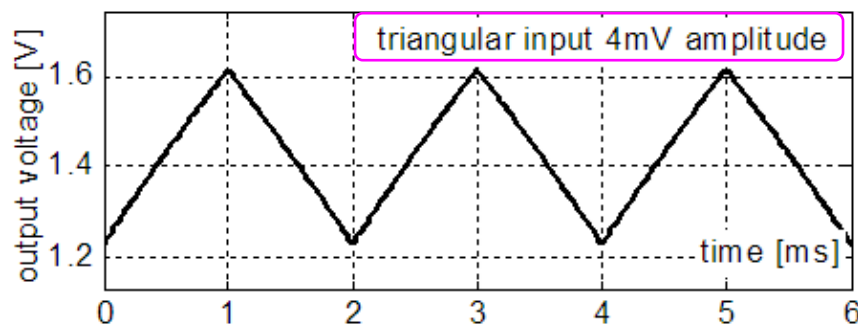
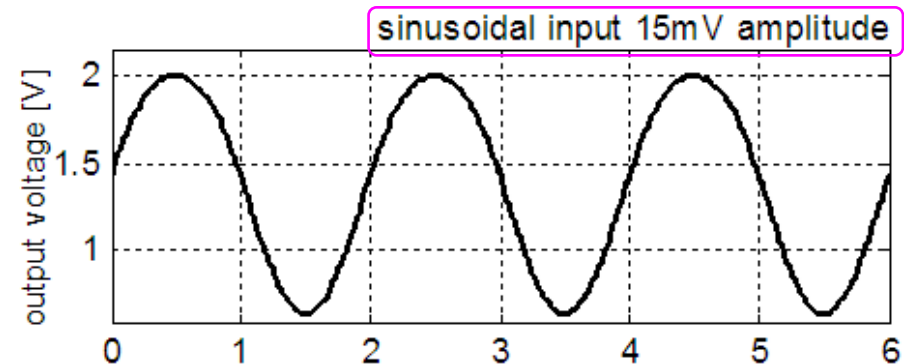
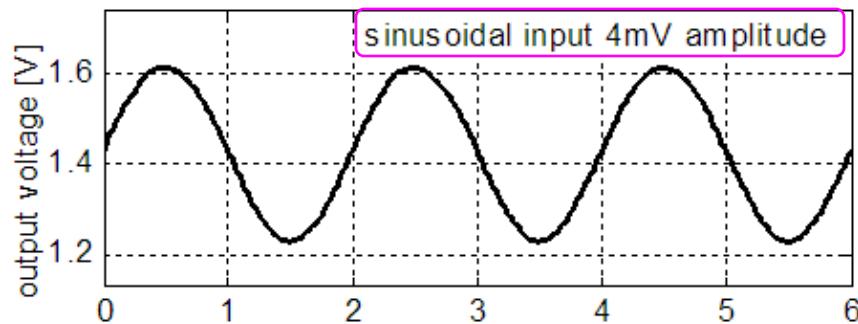


# DC2 Model funcțional fuzzy pentru SOTA

## Rezultate experimentale – caracteristica de transfer în tensiune

$f = 500 \text{ Hz}$

amplificarea = 48.1



### Regiunea liniară

$$v_{o,\max} = 1.616 \text{ V} / 1.614 \text{ V}$$

$$v_{o,\min} = 1.228 \text{ V} / 1.231 \text{ V}$$

### Regiunea neliniară

$$v_{o,\max} = 2.004 \text{ V} / 2.005 \text{ V}$$

$$v_{o,\min} = 0.635 \text{ V} / 0.634 \text{ V}$$

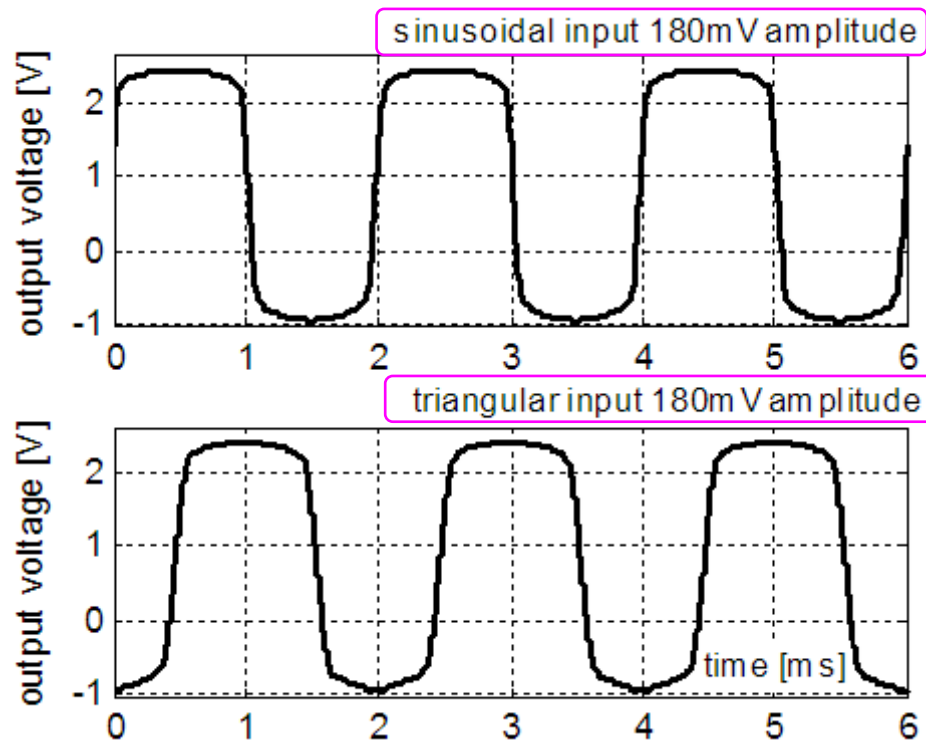
# DC2 Model funcțional fuzzy pentru SOTA

## Rezultate experimentale – caracteristica de transfer în tensiune

$$f = 500 \text{ kHz}$$

$$\text{amplificarea} = 48.1$$

Regiunea puternic  
neliniară (de saturație)



$$V_{o,\max} = 2.423 \text{ V} / 2.423 \text{ V}$$

$$V_{o,\min} = -0.929 \text{ V} / -0.929 \text{ V}$$

# DC2 Modelarea funcțională a modulelor analogice utilizând sisteme fuzzy

## Diseminare rezultate

1. **Oltean, G.**, High Level Model for a Simple Transconductance Operational Amplifier, Proc. of the International Conference on "Computer as a Tool" EUROCON2005, Belgrade, ISBN 1-4244-0050-3, IEEE catalog number: 05EX1255C, Serbia and Montenegro, 21-24 Nov., 2005, pp. 1243-1246.
2. **Oltean, G.**, Sipos, E., Csipkes, D., A Procedure to Model the Input-Output Behavior of Analog Modules, Procc. of the International Conference Interdisciplinarity in Engineering, Inter-Ing 2005, Tg. Mures, ISBN 973-7794-41-9, Romania, 10-11 Nov., 2005, pp. 703-708.
3. **Oltean, G.**, Sipos, E., Simulink Implementation of Fuzzy Functional Models for Analog Modules, IEEE-TTTC International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics, AQTR 2006 (THETA 15), May 25 - 28, Cluj-Napoca, Romania, Tome I, ISBN 1-4244-0360-X, IEEE Catalog Number: 06EX1370, pp.90-95; DOI: 10.1109/AQTR.2006.254504
4. **Oltean, G.**, Sipos, E., Simulink Models for Operational Transconductance Amplifiers Using Fuzzy Systems, Control Engineering and Applied Informatics Journal, Vol 8, No 4, 2006, ISSN 1454-8658, pp. 44-51;

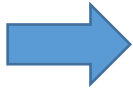


## Diseminare rezultate – cont.

5. **Oltean, G.**, Șipoș, E., Tehnici fuzzy in proiectarea si modelarea circuitelor analogice, Editura U.T. Pres, Cluj-Napoca, ISBN 978-973-662-302-8, 129 pag., 2007;
6. Lupșa, F., Modelarea functionala a unui amplificator cascoda cu tranzistoare MOS, in tehnologie nanometrica utilizand tehnici fuzzy, Proiect de diploma, Conducator științific: Conf.dr.ing. **Oltean, G.**, Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației UTCN, 2006;
7. Module analogice in tehnologie nanometrica - dezvoltarea unor modele functionale utilizand tehnici fuzzy. CNCSIS 2005-2006, Director proiect Conf.dr.ing. **Gabriel Oltean**; 2005: Tema nr. 20, Cod CNCSIS: 937, Contract nr. 27702 / 14.03.2005; 2006: Tema nr. A38, Cod CNCSIS: 937, Contract nr. 2930 / 7.06.2006.

DC3

**Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC**

- ❖ **Timpul necesar simulării** circuitelor complexe pentru generarea răspunsului (forme de undă):
    - foarte lung
    - nefezabil pentru optimizarea / analiza exhaustivă a sistemului
  
  - ❖ **Cerințe** pentru soluții de generare a formelor de unda
    - precizie suficientă
    - resurse consumate acceptabile (timp, resurse de calcul)
    - ușor de utilizat
  
  - **Soluție:**
    - ✓ Nivel înalt de abstractizare
    - ✓ Nu simulează efectiv circuitul
    - ✓ Produce forme de undă în puncte de interes
- 
- Metamodel**
- modelul unui model (cutie neagră)

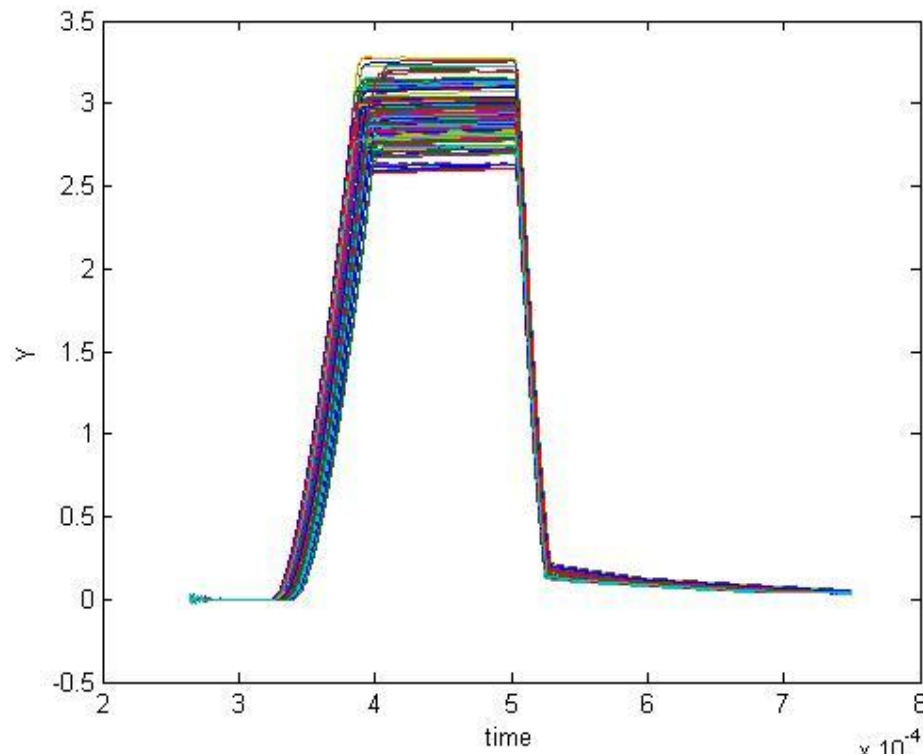
# DC3 Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC

- ❖ Am dezvoltat două metode pentru construirea de **metamodele capabile să genereze forme de undă**, funcție de diferite valori a parametrilor sistemului
  - ✓ rapide și simplu de utilizat
  - ✓ precise
- ❖ **Prima abordare sistematică** de generare a semnalelor într-un sistem complex utilizând un substitut ieftin și rapid (metamodel) în locul unei simulări extensive
  - ✓ caracterizarea formelor de undă printr-un set redus de trăsături (coeficienții relevanți ai transformatei Fourier/wavelet)
  - ✓ instruirea unei RNA pentru a genera setul de trăsăturii
  - ✓ generarea formei de undă pe baza transformatei inverse

# DC3 Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC

- ❖ Cercetarea inițiată în colaborare cu **Infineon Technologies**
  - date industriale - simulare sistem electronic (automotive)
    - familii de 200 forme de undă
    - formă de undă nominală
    - 10 parametri ai sistemului electronic

Exemplificare:  
prima familie de  
forme de undă



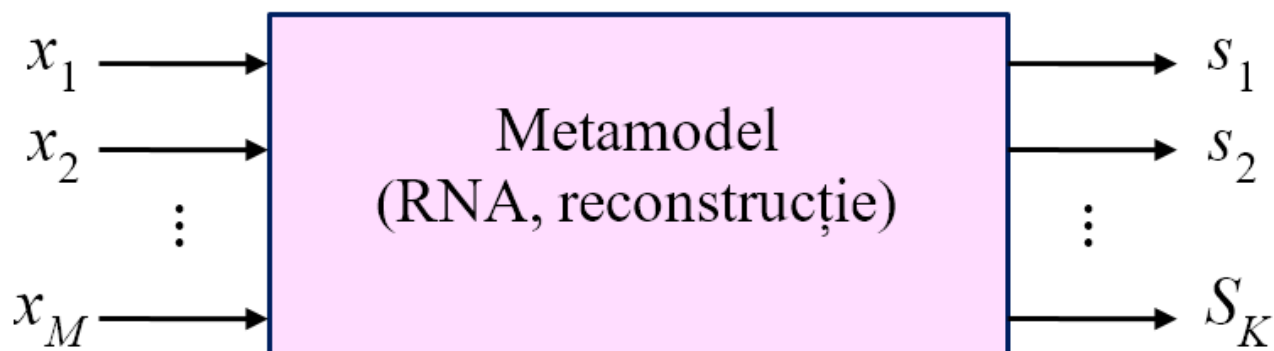
## ➤ Două tipuri de metamodele

- ❑ **SFTM** – Simple selection Fourier Transform based Metamodel
  - ✓ transformată Fourier discretă, selecție simplă a coeficienților în funcție de un prag
- ❑ **OWTM** – Optimal Wavelet Transform based Metamodel
  - ✓ transformată wavelet discretă, optimizare cu AG pentru determinarea transformatei wavelet optime și selectarea coeficienților

## ➤ Principalele rezultate

- ✓ 4 articole (2 ISI)
- ✓ 1 teză de disertație
- ✓ 1 lucrare la SSET, master/doctor, premiul 3

## Schema bloc a (utilizării) metamodelului



$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_M\}$$

Parametrii sistemului  
(considerați intrări)

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_K\}$$

Eșantioanele formei  
de undă de ieșire

# DC3 Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC

## Procedura de metamodelare

❖ **Generarea directă** a tuturor eşantioanelor formei de undă de către o maşină instruibilă (RNA) - *nefezabil*:

- multe ieşiri
- mulţi parametri de instruit
- set mare de date de instruire
- resurse mari pentru instruire
- metamodel complex

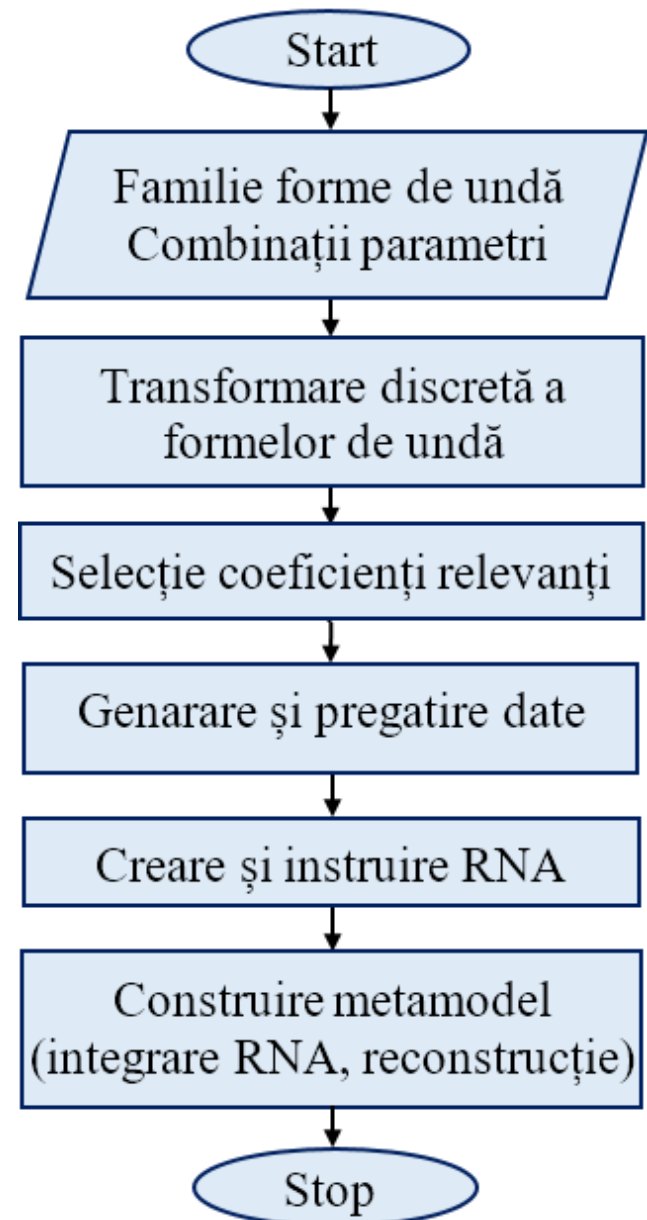
## Soluție

➤ **Selectare coeficienți relevanți**

- Reducerea dimensiuni datelor

➤ **RNA**

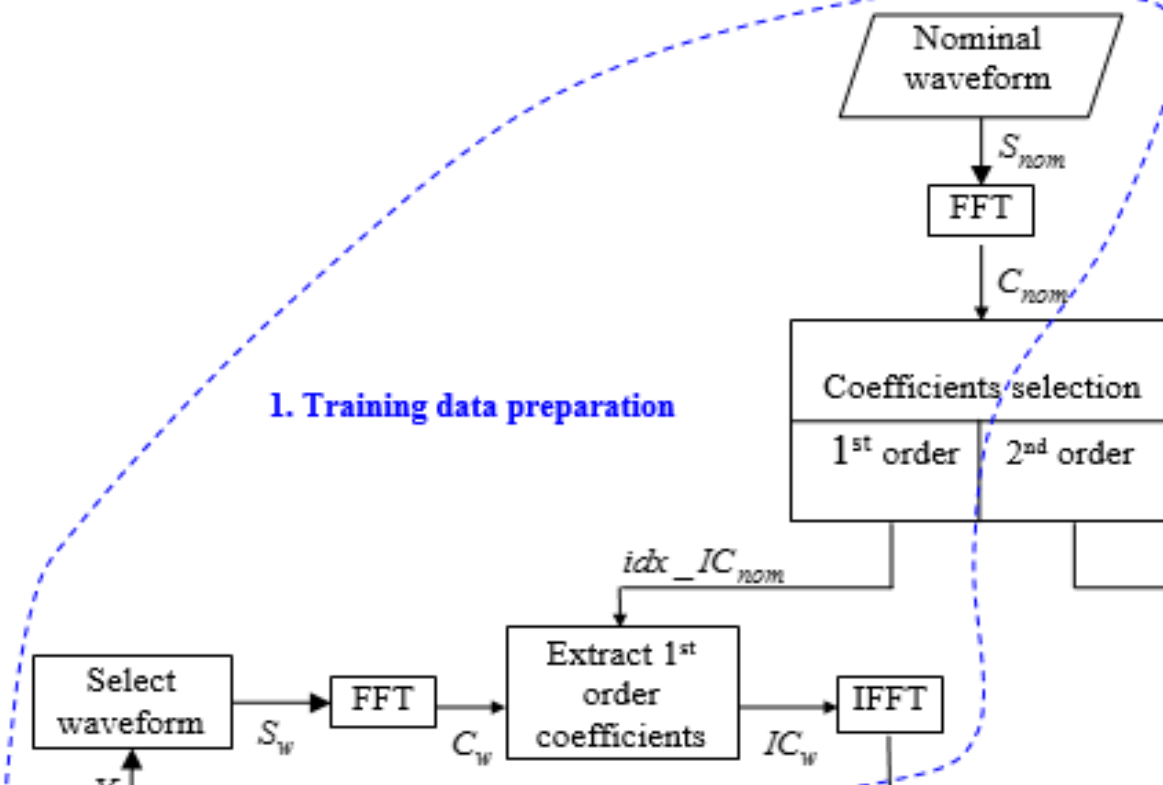
- Instruire supervizată
- Generarea coeficienților relevanți



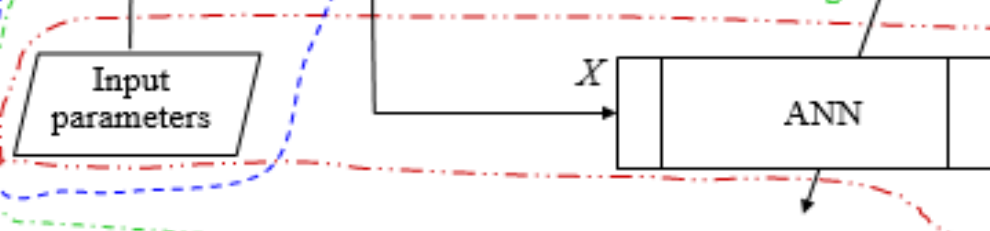


# DC3 SFTM – Transformata Fourier, selecție simplă

## 1. Training data preparation



## 2. Neural network training



## 3. Output waveform reconstruction

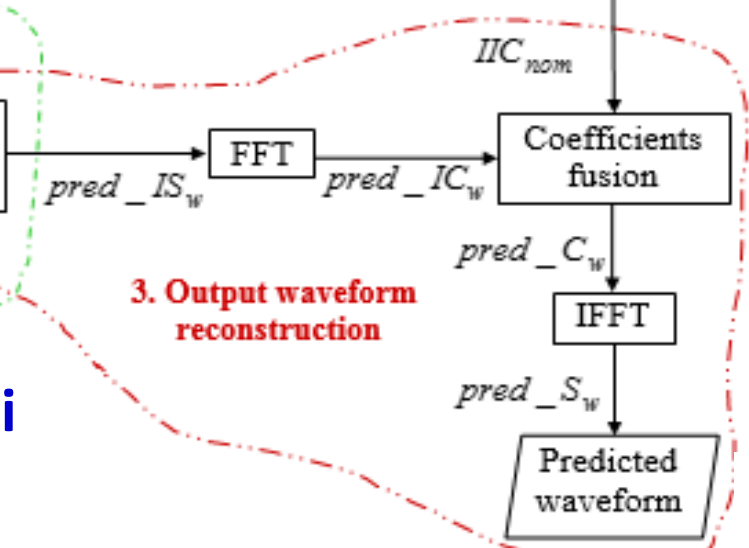


Diagrama procesului de dezvoltare și  
utilizare a metamodelului SFTM

# DC3 SFTM – Transformata Fourier, selecție simplă

## Pregătirea datelor

- Reducerea dimensiunii datelor:
  - ✓ de la 13 600 eșantioane la 105 eșantioane selectate (relevante)
  - ✓ reducere de 130 de ori

Matricea parametrilor (intrări)

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ p_{M1} & p_{M2} & \cdots & p_{MN} \end{bmatrix}$$

$$M = 10$$

numărul  
parametrilor  
sistemului

$$N = 200$$

numărul combinațiilor  
parametrilor  
(dimensiunea familiei)

Matricea eșantioanelor (ieșiri)

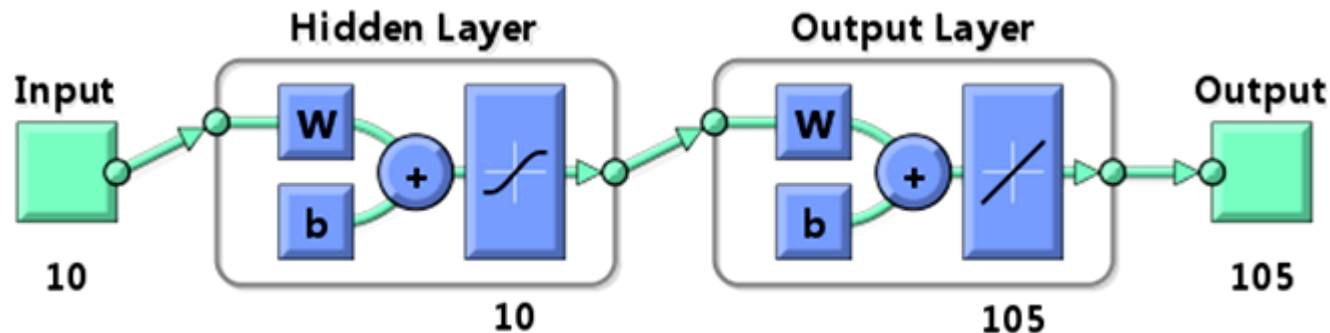
$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1N} \\ t_{21} & t_{22} & \cdots & t_{2N} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ t_{Q1} & t_{Q2} & \cdots & t_{QN} \end{bmatrix}$$

$$Q = 105$$

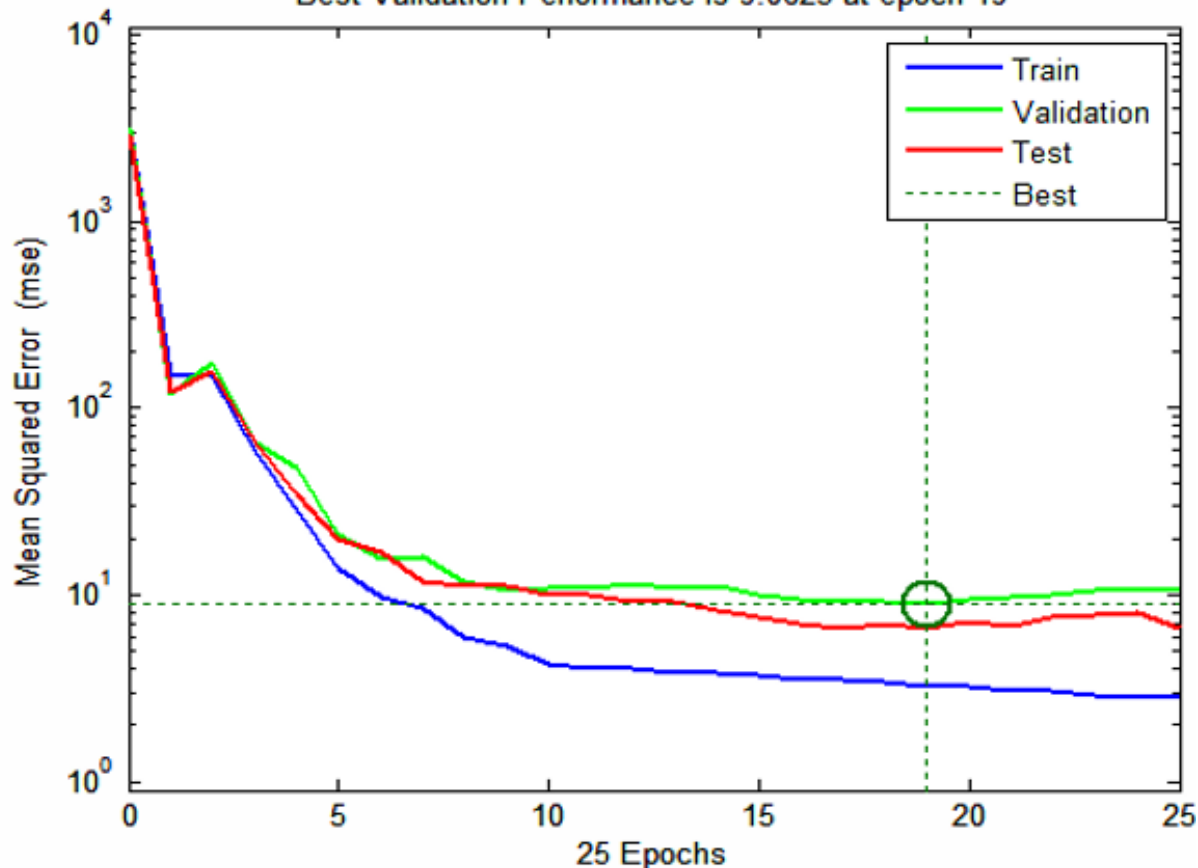
numărul  
eșantioanelor  
relevante

# DC3 SFTM – Transformata Fourier, selecție simplă

Rezultate  
experimentale:  
RNA



Best Validation Performance is 9.0623 at epoch 19



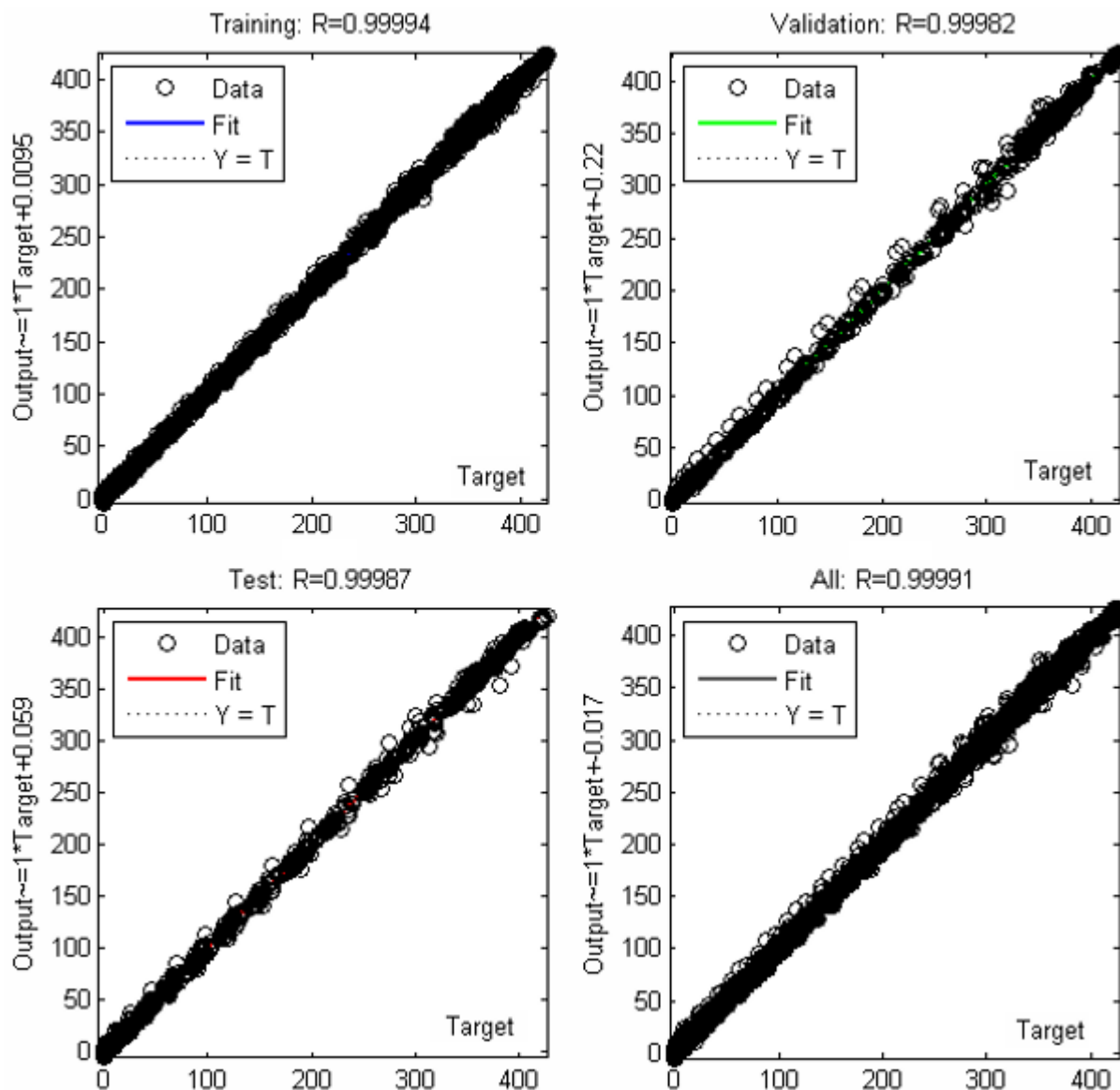
Evoluția erorilor pe  
durata instruirii

Repartizarea datelor

- 70% (140) instruire
- 15% (30) validare
- 15% (30) test

# DC3 SFTM – Transformata Fourier, selecție simplă

## Rezultate experimentale: RNA



## Regresie liniară

$$Output = a \cdot Target + b$$

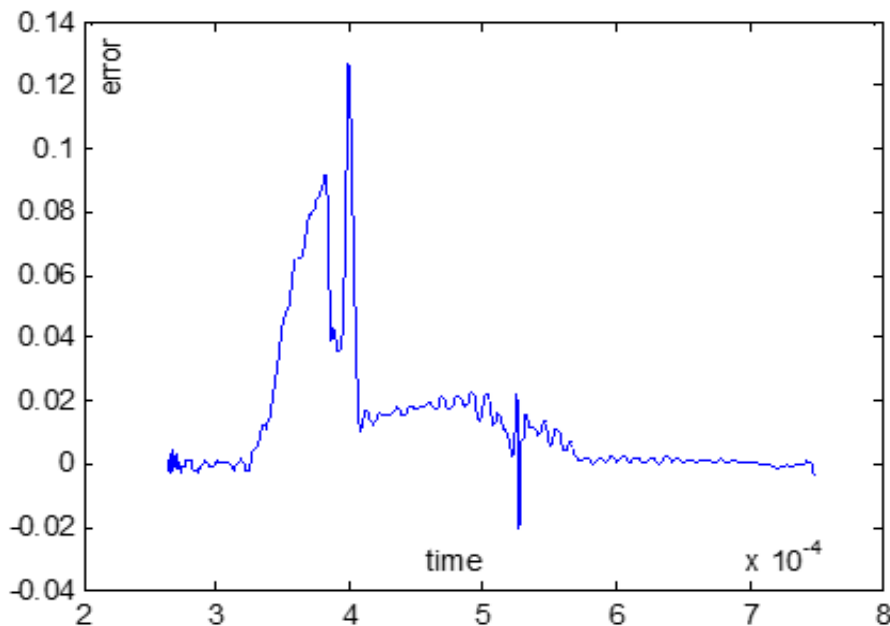
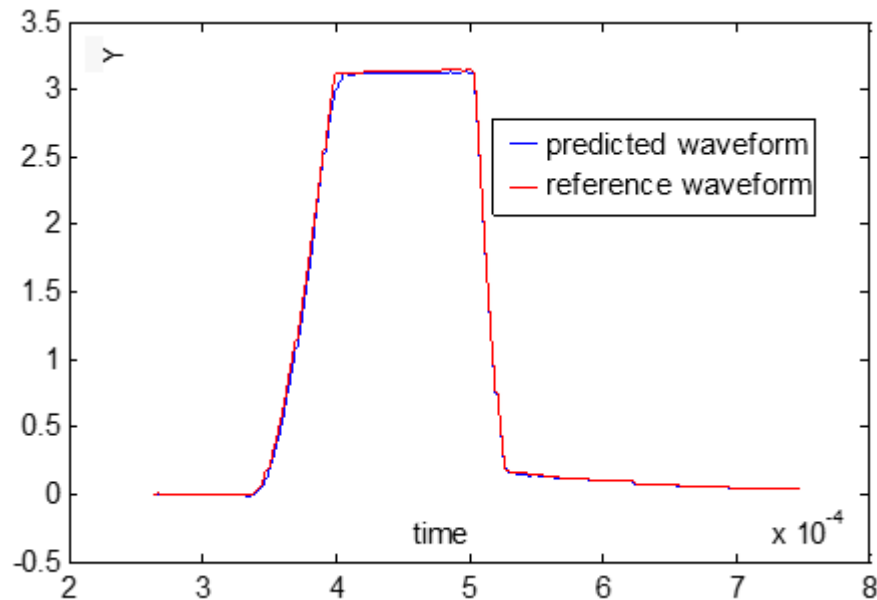
❖ Potrivire perfectă

$$\checkmark a = 1, b = 0$$

$$\checkmark R = 1$$

*Obs: Graficele se referă la toate ieșirile RNA în parte, pentru întreg setul de date*

# DC3 SFTM – Transformata Fourier, selecție simplă



## Rezultate experimentale

### Comparație

- formă de undă generată
- forma de undă de referință

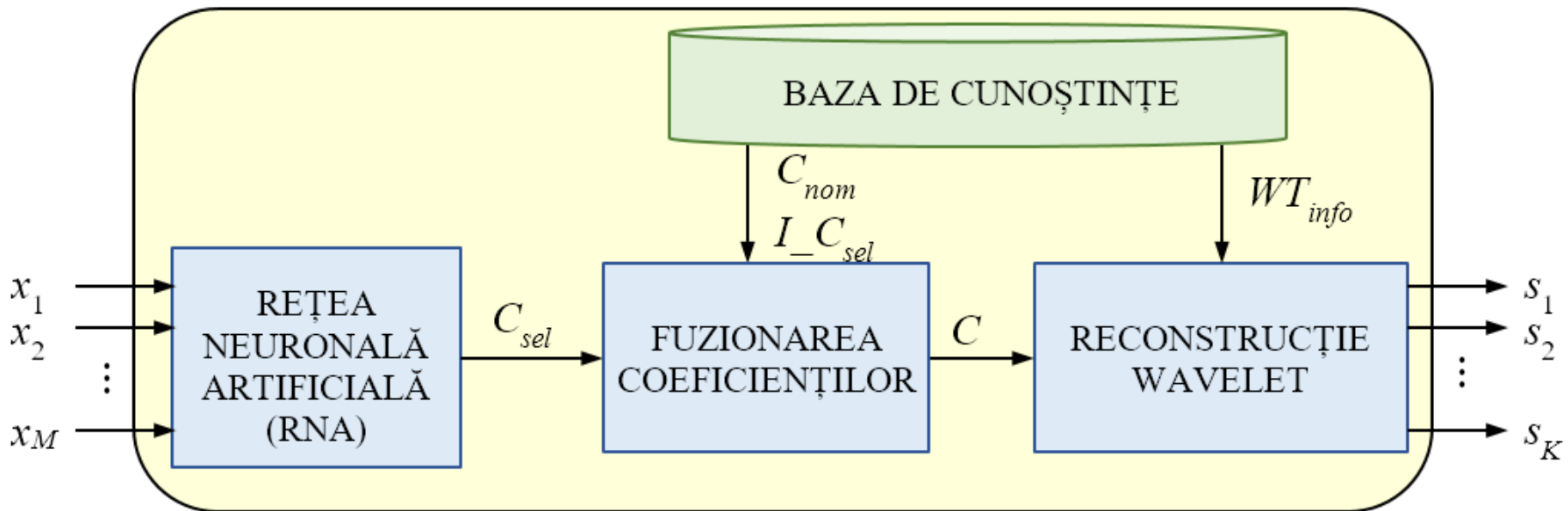
arbitrar aleasă din setul de test

Eroarea maximă:

- 0.127, 4%
- 2.99 în loc de 3.12

Rezultatele sunt similare pentru toate cele 30 forme de undă din setul de test

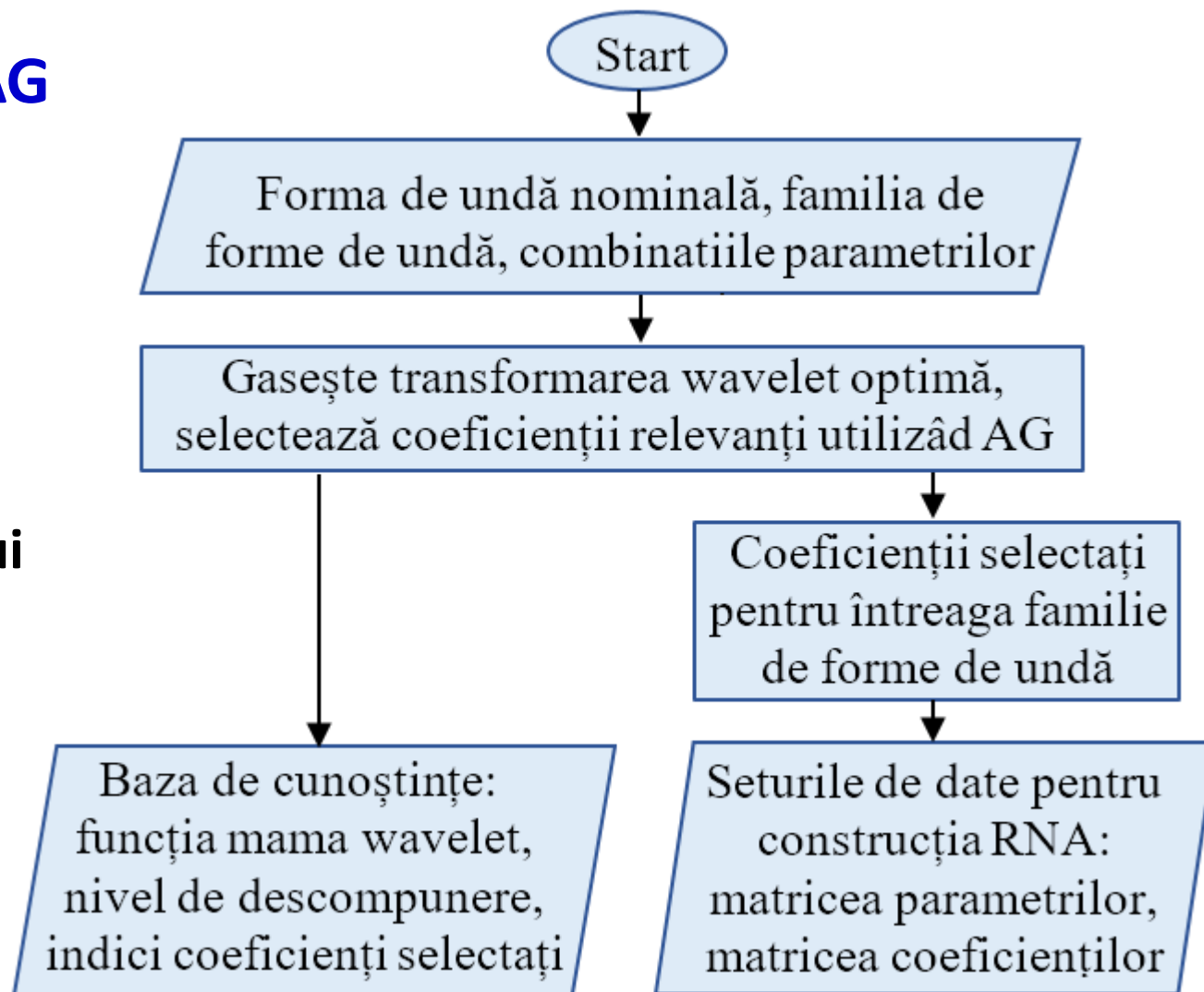
## Structura metamodelului OWTM



# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

## Optimizarea cu AG

- ✓ găsirea descompunerii wavelet optime
- ✓ selectarea coeficienților
- ✓ generarea setului de date necesar instruirii RNA



## Definirea problemei de optimizare multiobiectiv (2 obiective)

### □ Obiectivele optimizării

- Precizie cât mai ridicată de aproximare a formelor de undă (selectarea coeficienților descompunerii wavelet; reconstrucție)
- Minimizarea numărului de coeficienți selectați

### □ Structura cromozomului

*[wavelet\_name; decomposition\_level; selected\_coefficients\_ratio]*

[1, 24]

[1, 10]

[0, 25]



## Definirea problemei de optimizare multiobiectiv

### ■ primul obiectiv

- Precizie cât mai ridicată de aproximare a formelor de undă (selectarea coeficienților descompunerii wavelet; reconstrucție)

$$mse = \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (s_k^r - s_k^o)^2$$

$s_k^r$  eșantioanele după reconstrucție  
 $s_k^o$  eșantioanele originale

$$gmse = \sum_{j=1}^N \left( \frac{1}{K-1} \sum_{k=1}^K (s_{kj}^r - s_{kj}^o)^2 \right)$$

estimarea globală a preciziei, pentru întreaga familie de forme de undă

## Definirea problemei de optimizare multiobiectiv

### ▪ al doilea obiectiv

- Minimizarea numărului de coeficienți selectați

$$SCR = \frac{\text{number of selected coefficients}}{\text{number of time samples}}$$

Selecția coeficienților:

$C_j = [c_{j1}, c_{j2}, \dots, c_{jl}, \dots, c_{jL}]$  coeficienții formei de undă  $j$

$AC = [ac_1, ac_2, \dots, ac_l, \dots, ac_L]$   $ac_l = \sum_{j=1}^N |c_{jl}|$  coeficienții cumulați

- ✓ selectare în ordine descrescătoare a valorii  $ac_l$

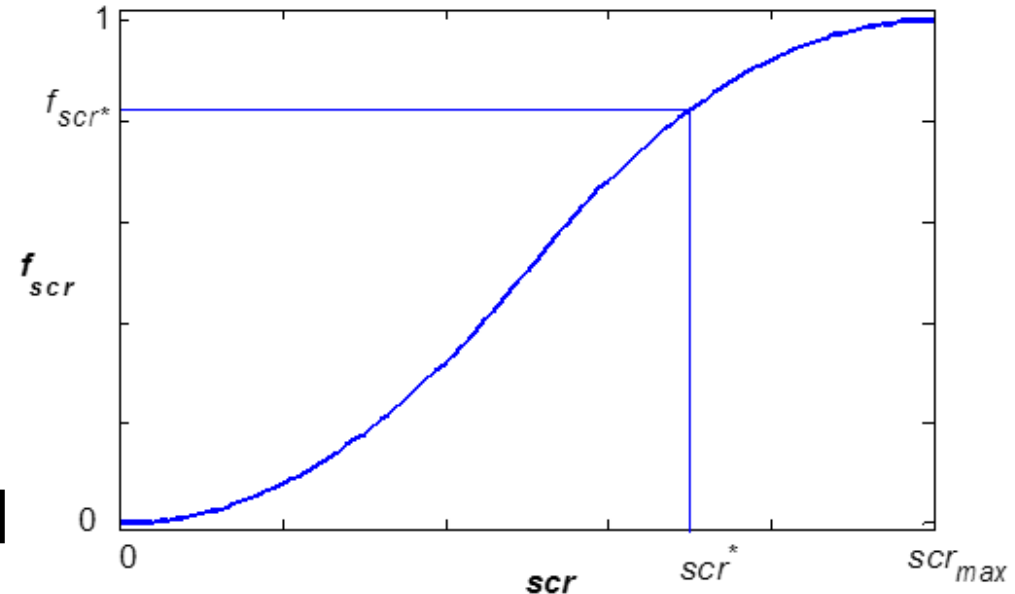
## Formularea problemei de optimizare

➤ Aducerea celor două funcții obiectiv în același domeniu

- mulțimi fuzzy
  - valori în  $[0; 1]$

$$f_{gmse} : [0, gmse_{max}] \rightarrow [0, 1]$$

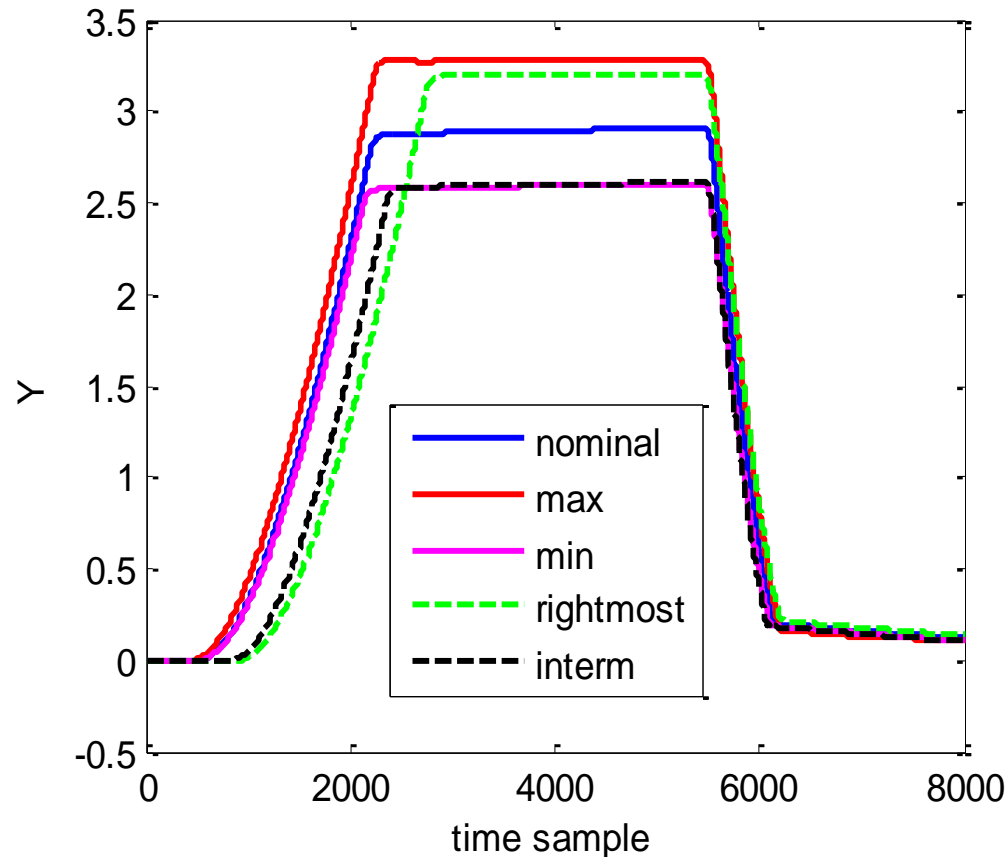
$$f_{scr} : [0, scr_{max}] \rightarrow [0, 1]$$



➤ Transformarea într-o problemă de optimizare cu un singur obiectiv prin însumare ponderată

$$f = w_1 f_{gmse} + w_2 f_{scr}$$

## Prima familie de forme de undă – curbe reprezentative



# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

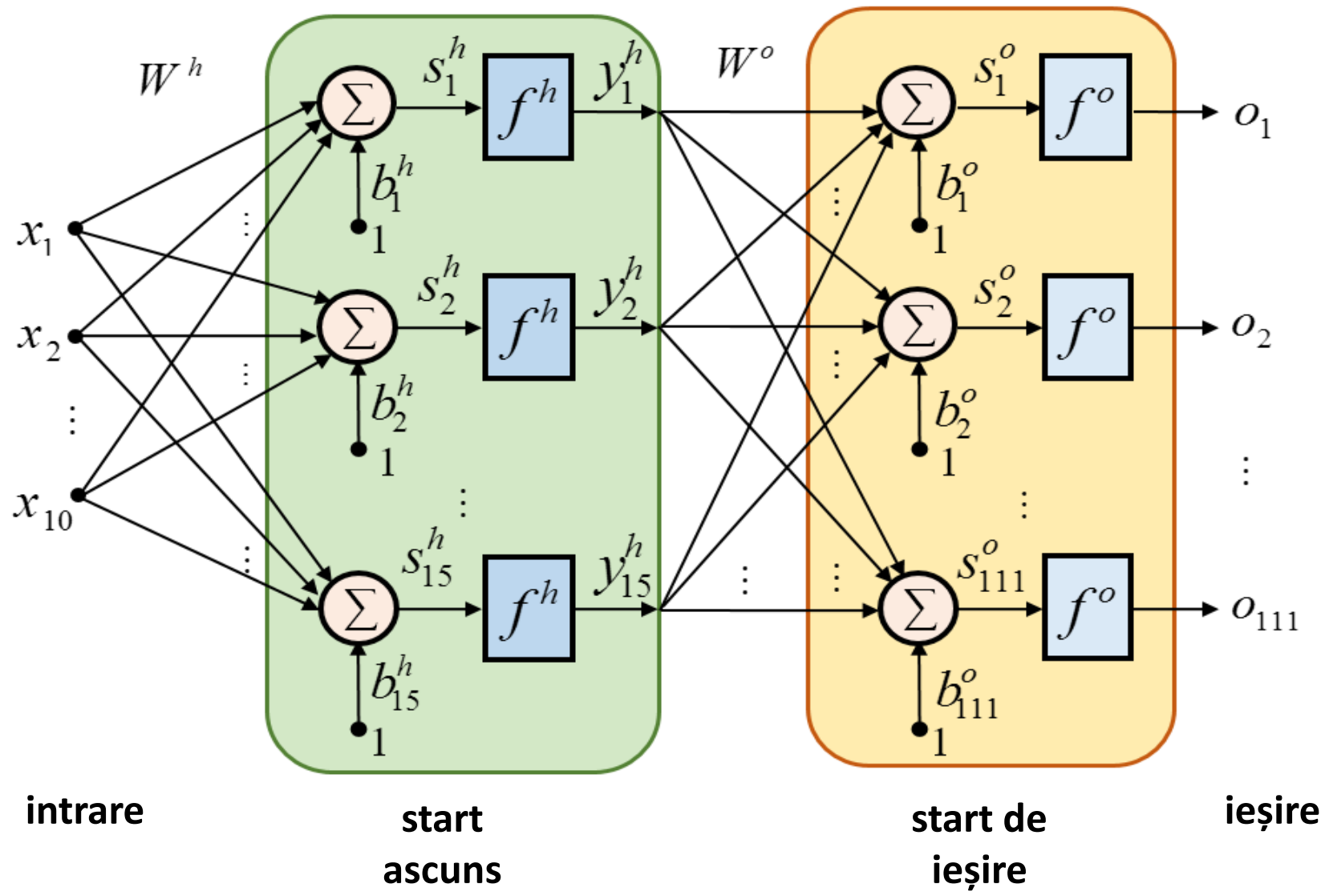
## Prima familie de forme de undă – rezultate optimizare AG

Sol.	Wavelet	Nivel desc.	Nr. coef. sel.	Proc. sel. coef.	mse (normalizat)	
					Forma undă nominală	Întreaga familie
Sol1	db13	8	142	1.77%	$4.7825 \times 10^{-9}$	$2.2972 \times 10^{-5}$
Sol2	db7	8	154	1.93%	$8.0138 \times 10^{-10}$	$7.2407 \times 10^{-6}$
Sol3	db13	7	105	1.31%	$8.3319 \times 10^{-9}$	$4.3397 \times 10^{-5}$
Sol4	sym4	8	102	1.28%	$4.4554 \times 10^{-9}$	$2.2763 \times 10^{-5}$
Sol5	db5	8	111	1.39%	$2.1785 \times 10^{-9}$	$1.9336 \times 10^{-5}$
Sol6	db5	6	370	4.63%	$3.9386 \times 10^{-12}$	$1.8145 \times 10^{-7}$

- Sunt selectați totii coeficientii corespunzatori continutului de joasă frecvență (aproximare): Sol5 111 coef. din care 40 coef. – A8
- Timp de optimizare mediu: 11 min; max. 17 min

# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

## Prima familie de forme de undă – structura RNA (Sol5)



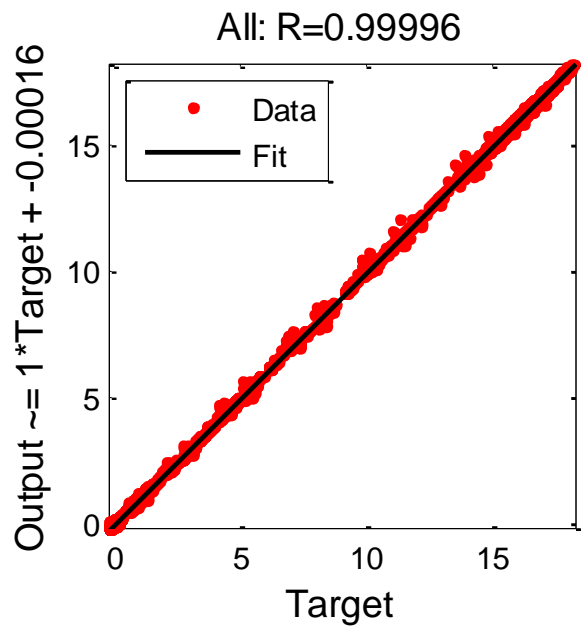
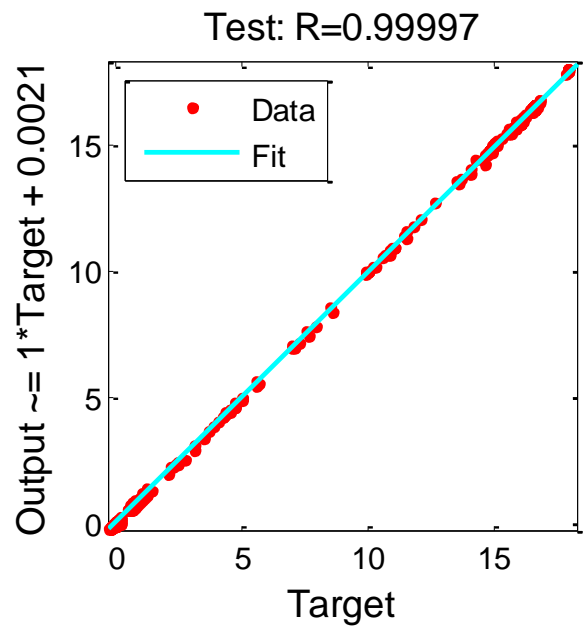
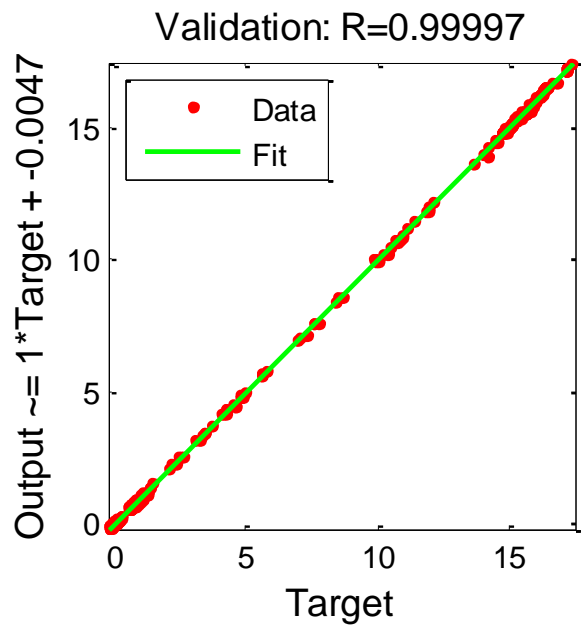
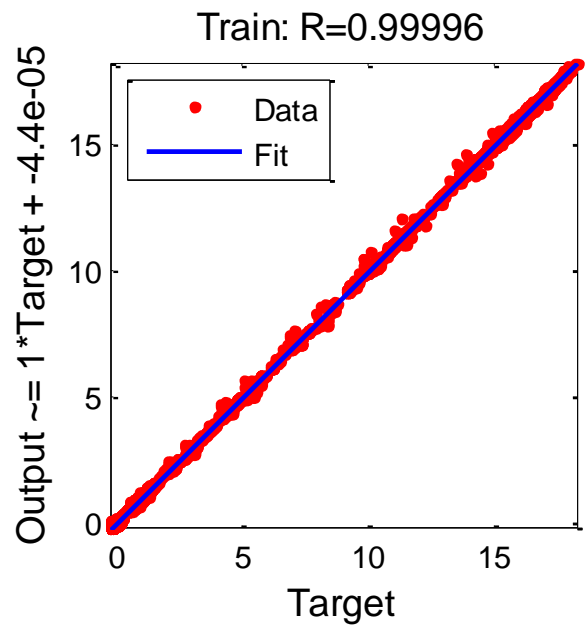
# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

## Prima familie de forme de undă – instruire RNA

Perform.		Instante de instruire a RNA					
		01	02	03	04	05	06
<i>R</i>		.999949	.999945	.999943	.999949	.999954	.999959
<i>mse</i>	Instr	$2.7 \times 10^{-3}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-3}$	$2.5 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-3}$
	Val.	$3.0 \times 10^{-3}$	$5.6 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$3.2 \times 10^{-3}$	$2.0 \times 10^{-3}$	$1.9 \times 10^{-3}$
	Test	$6.7 \times 10^{-3}$	$4.2 \times 10^{-3}$	$4.4 \times 10^{-3}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$4.7 \times 10^{-3}$	$2.3 \times 10^{-3}$
Epoci		404	375	380	659	729	809

- Dimensiunea setului de date 200
  - 180 – instruire;    10 – validare;    10 – testare.
- Procedura este robustă, indiferent de inițializarea rețelei și de eșantionarea datelor se obțin RNA cu performante foarte bune.
- Timp total de instruire (6 instanțe) și selectare a RNA < 1 min

# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă



**Prima familie de forme de undă – regresie liniara RNA**

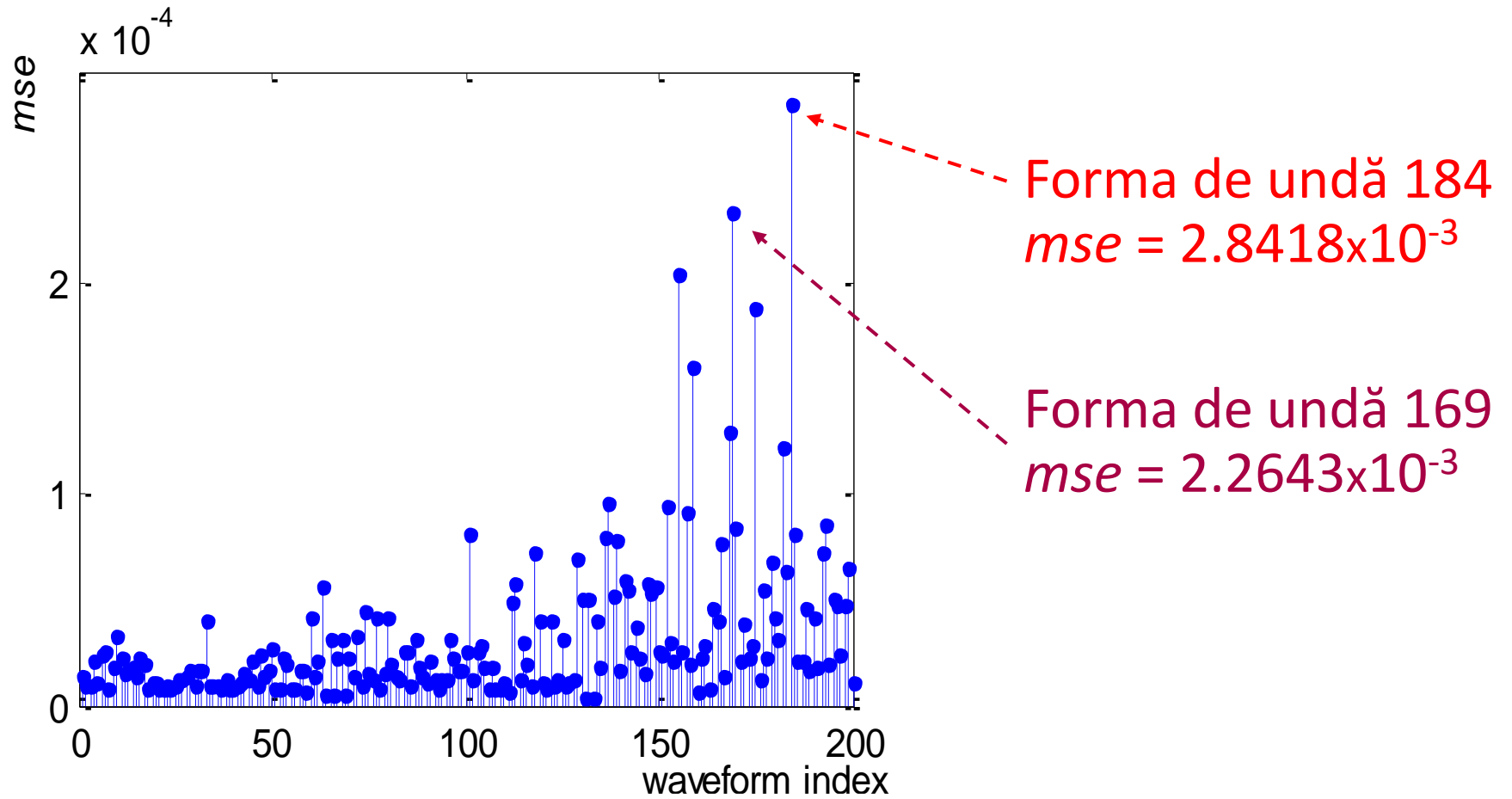


# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

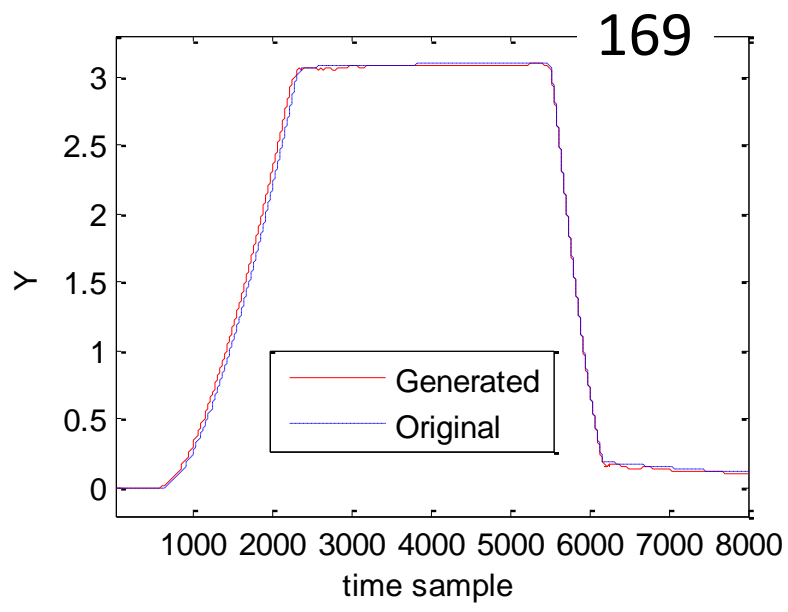
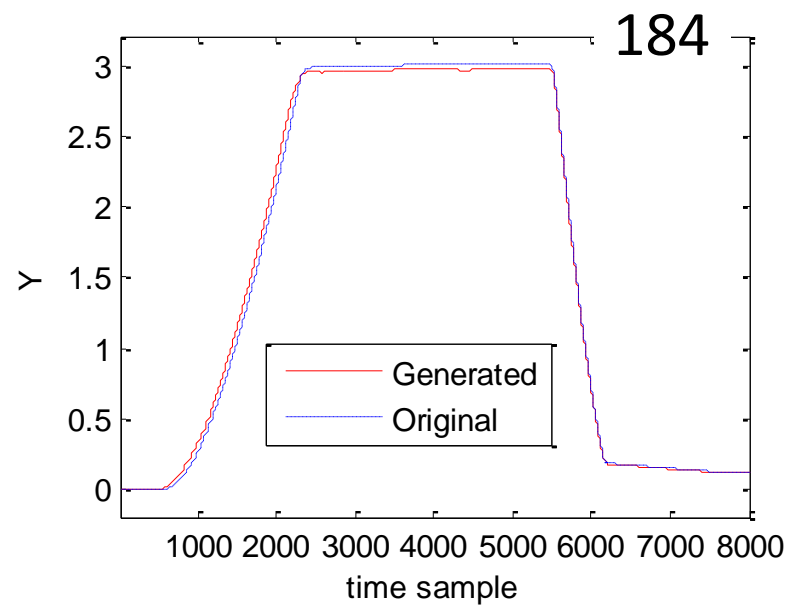
## Prima familie de forme de unda

Predicția cu metamodelul OWTM: *mse* - forme de undă normalizate

✓ Valoare medie a *mse* pe întreaga familie:  $3.1837 \times 10^{-5}$

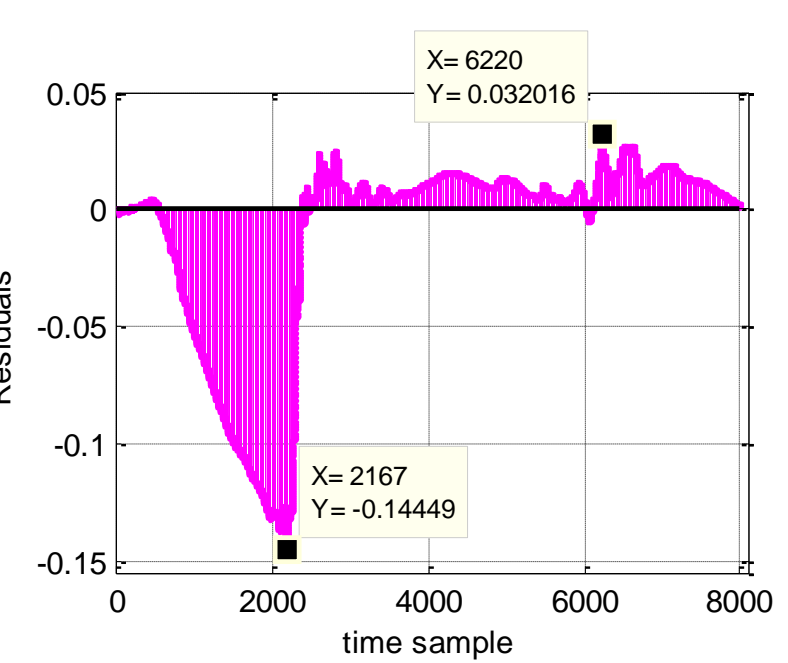
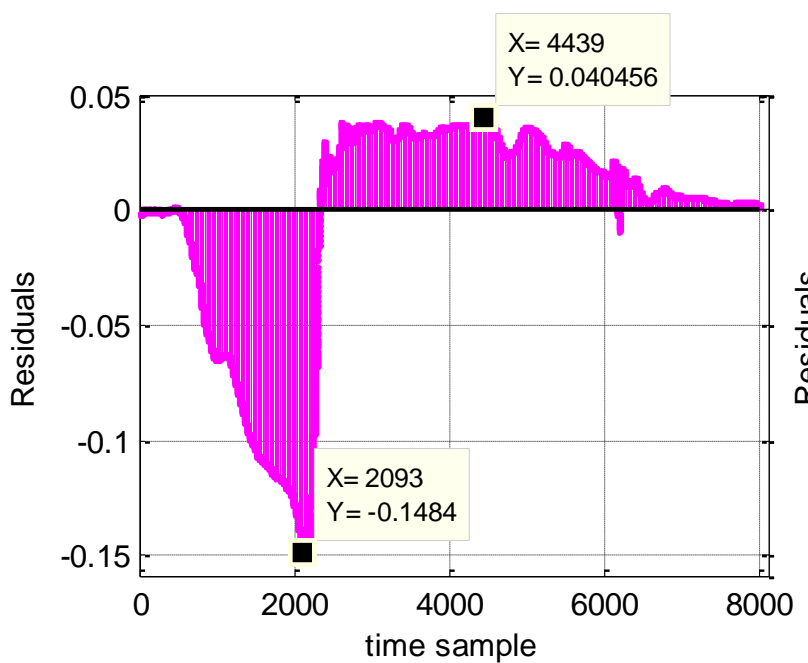


# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă



Prima familie de forme de undă

Predicția cu meta-modelul OWTM

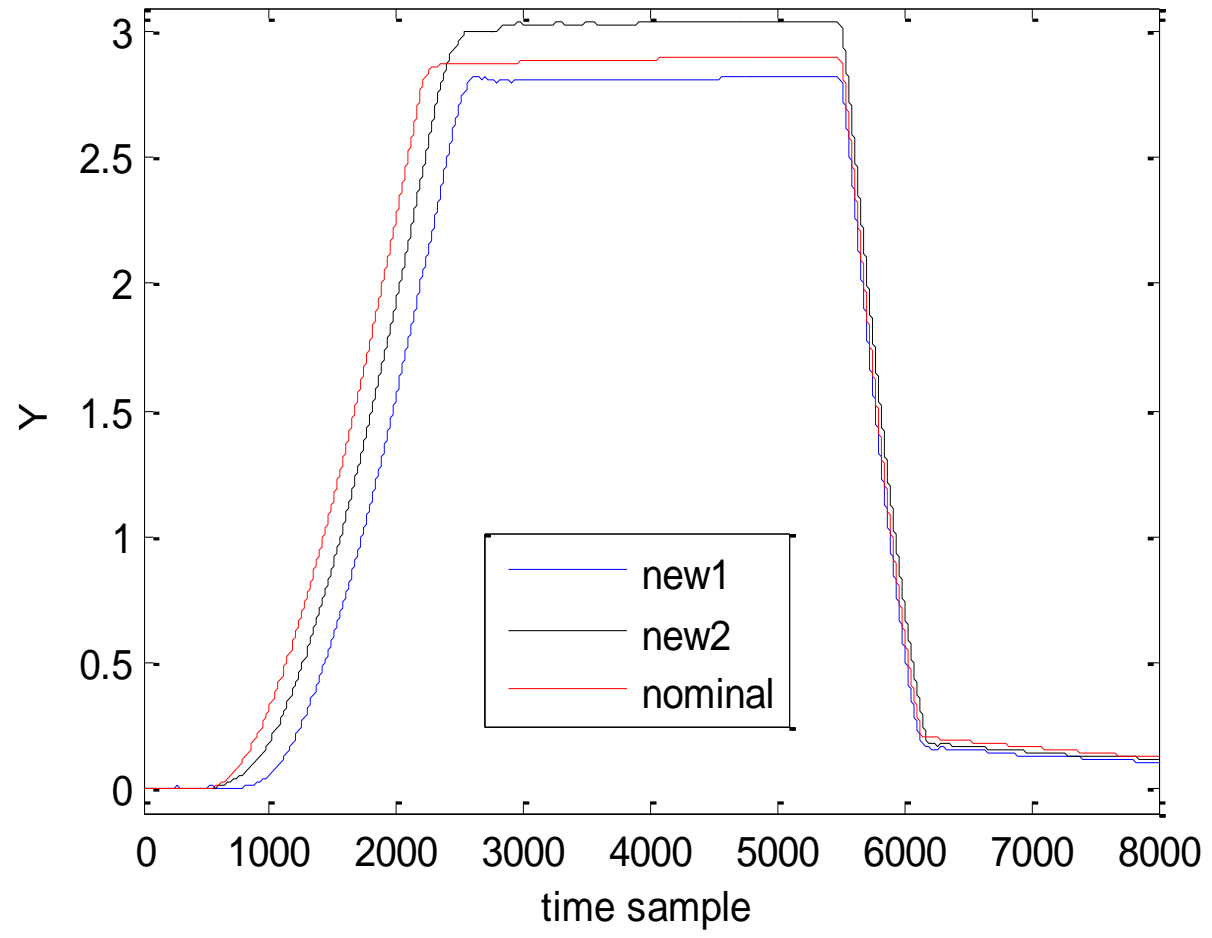


Formele de undă cu cele mai mari mse:  
184 și 169

# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

## Prima familie de forme de undă

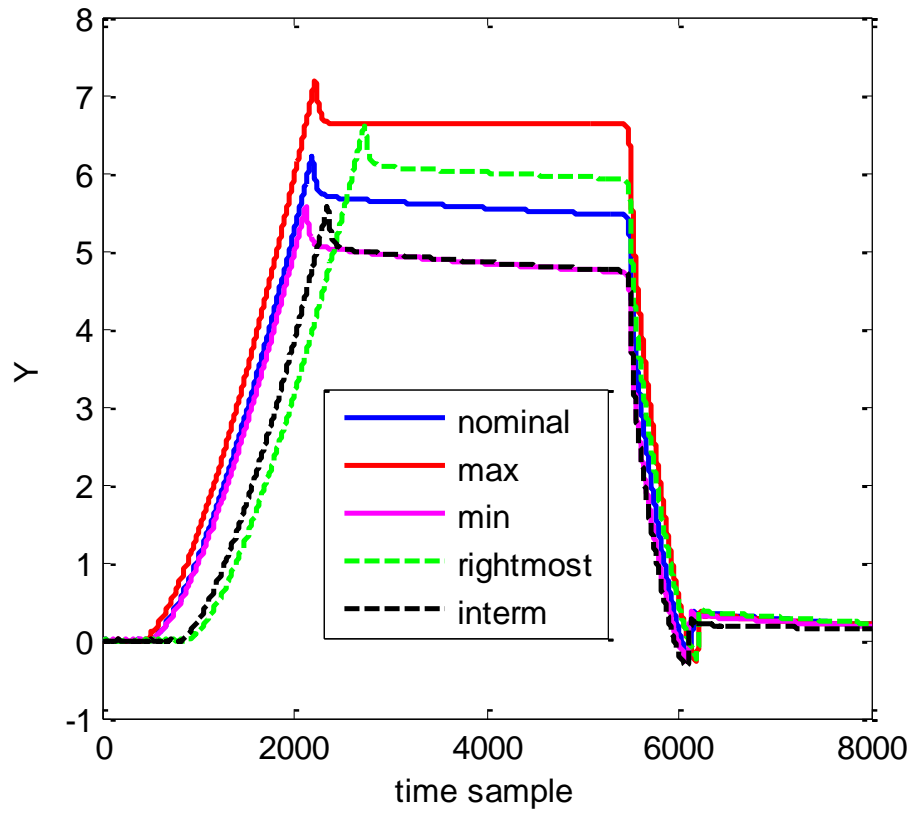
Generarea a două forme de undă complet noi (combinații noi ale valorilor parametrilor sistemului)



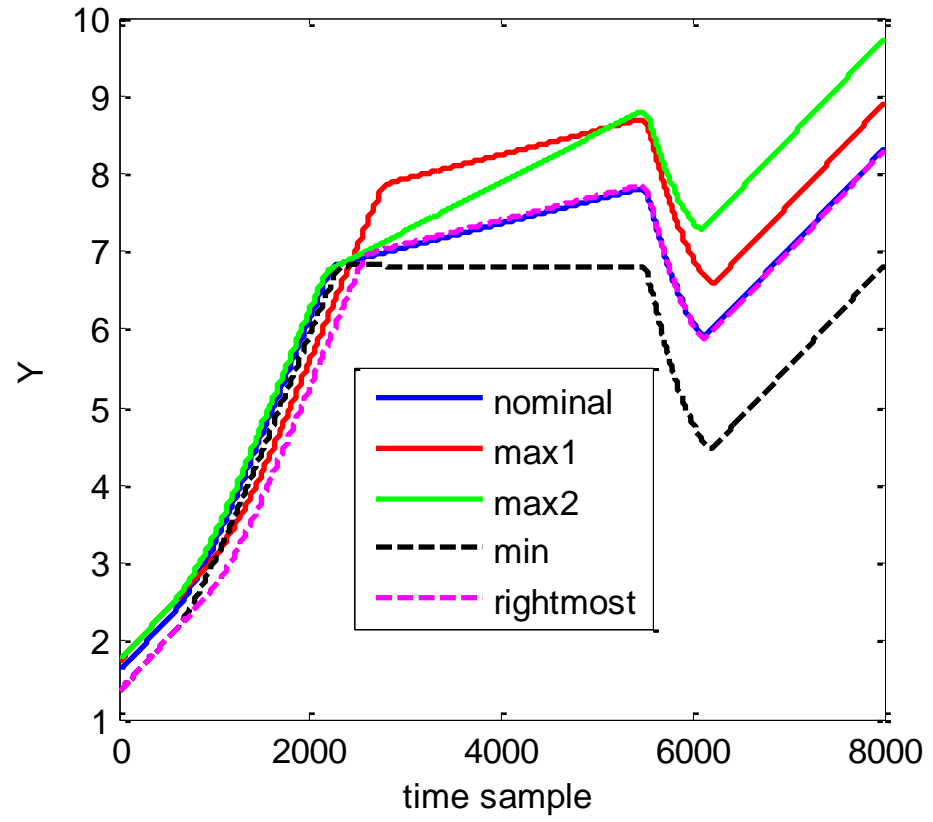
- precizie ridicată
- timp de calcul < 1s

## Famiile 2 și 3 de forme de undă – curbe reprezentative

▪ familia 2



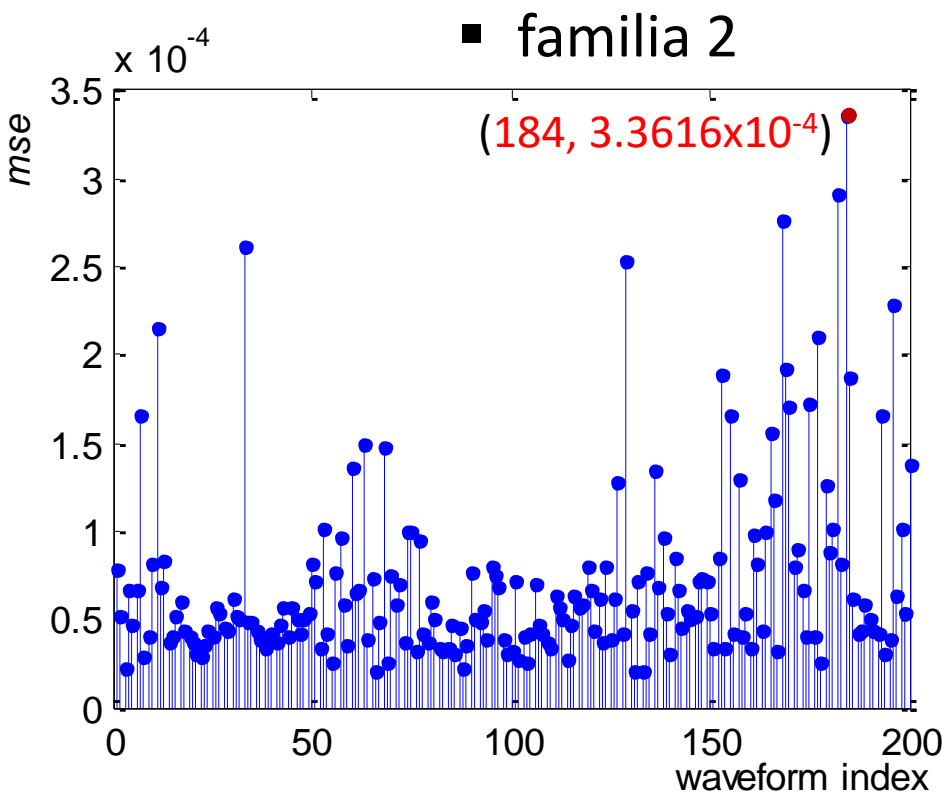
▪ familia 3



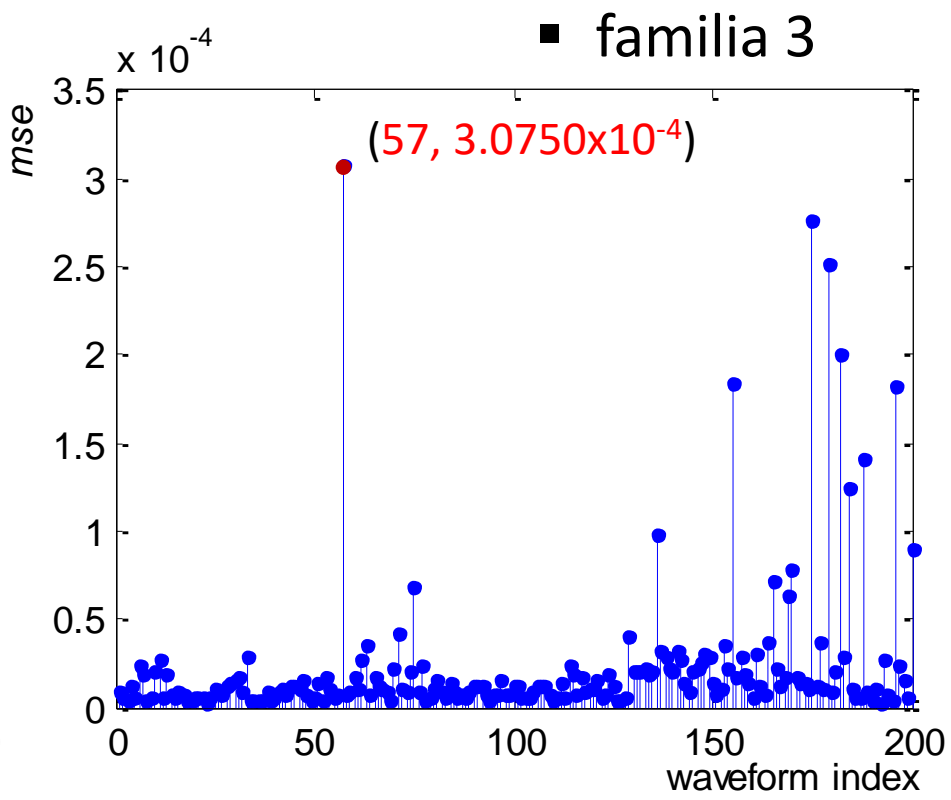
# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

## Familiile 2 și 3 – rezultate

Predicția cu metamodelul OWTM: *mse* - forme de undă normalizate

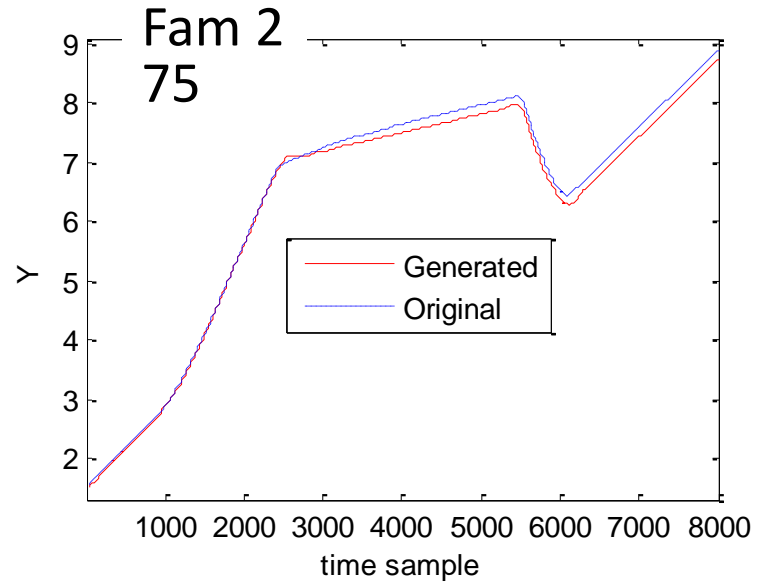
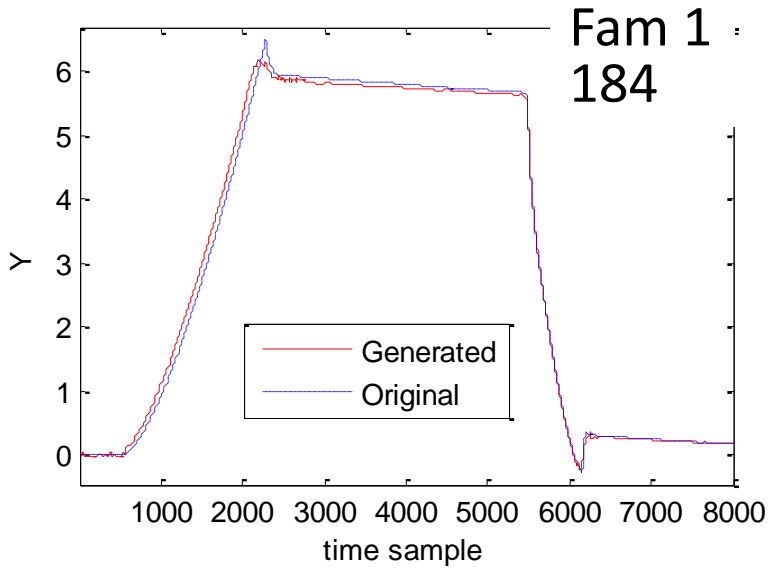


Valoare medie *mse*  
 $7.0648 \times 10^{-5}$



Valoare medie *mse*  
 $2.2924 \times 10^{-5}$

# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

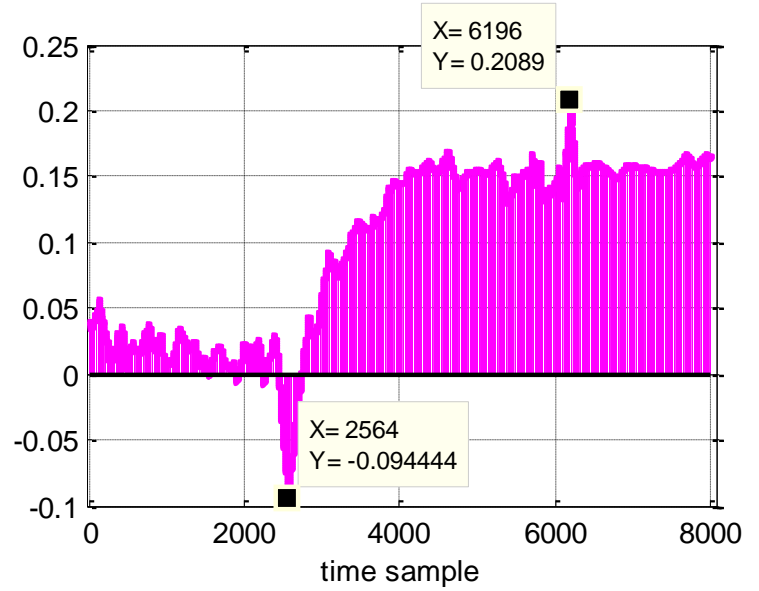
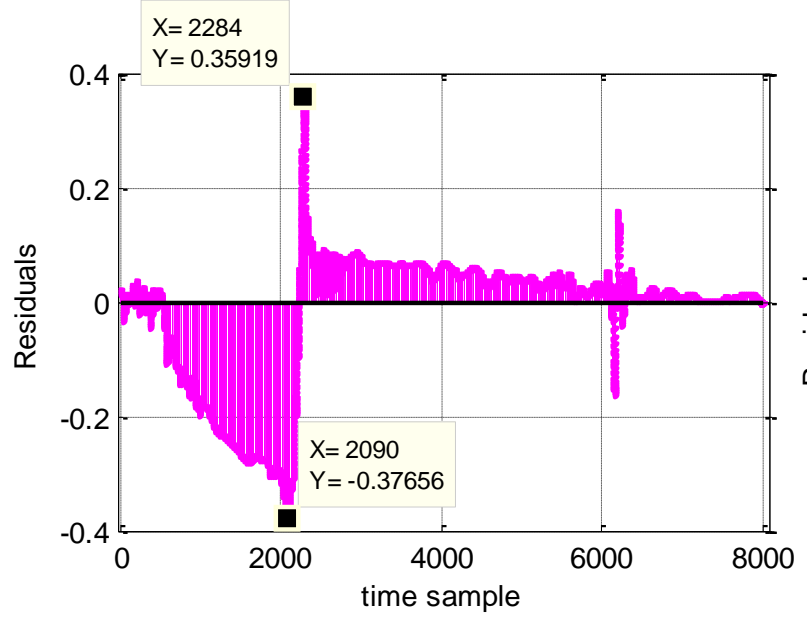


Familiile  
2 și 3

Predicția  
cu meta-  
modelul  
OWTM

Formele  
de undă  
cu cele  
mai mari  
*mse*:

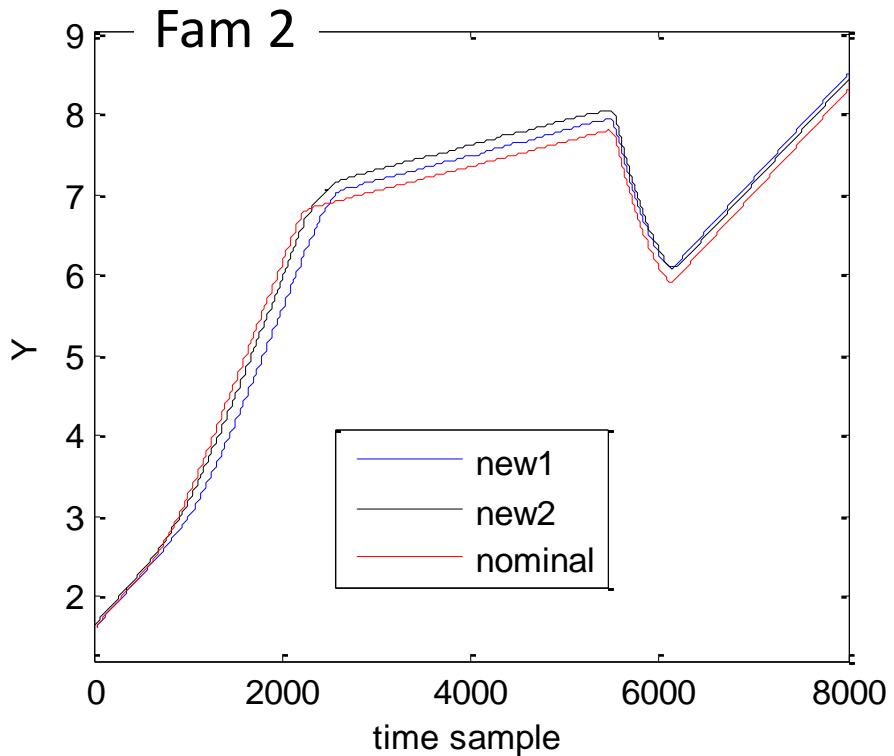
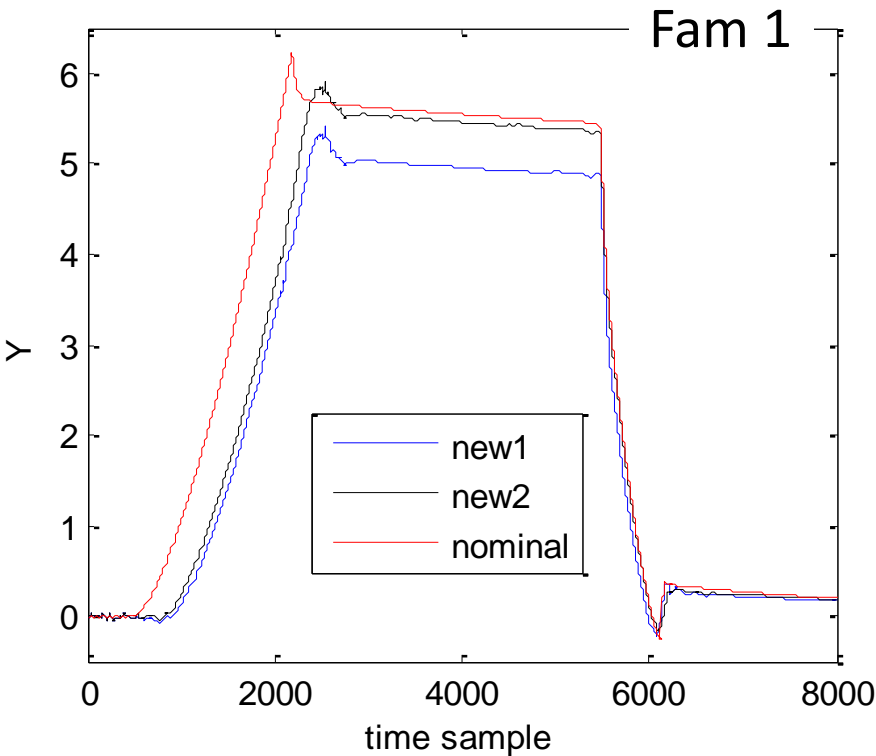
184 și 75



# DC3 OWTM – Transformata wavelet optimă, selecție optimă

## Famiile 2 și 3

Generarea a două forme de undă complet noi  
(combinații noi ale valorilor parametrilor sistemului)



## Discuție

### ❖ Eroarea de predicție (forme de undă normalizate)

Familia	<i>mse</i>		
	Medie	Minim	Maxim
<b>1</b>	$3.1837 \times 10^{-5}$	$3.0273 \times 10^{-6}$	$2.8418 \times 10^{-4}$
<b>2</b>	$7.0648 \times 10^{-5}$	$2.0054 \times 10^{-5}$	$3.3616 \times 10^{-4}$
<b>3</b>	$2.2924 \times 10^{-5}$	$3.1278 \times 10^{-6}$	$3.0750 \times 10^{-4}$

- ✓ **Precizie ridicată**, similară pentru toate familiile de forme de undă
- ✓ Structura metamodelului, procedura de metamodelare - validate

### ❖ Resurse consumate

- ✓ de calcul: i5-4460 CPU @ 3.2GHz, 8GbRAM, s.o.: 64-bit
- ✓ de timp: maximum 18 min pentru dezvoltare metamodel
  - familia de forme de undă este generată apriori

### ✓ **Eficiență în generarea metamodelului**



## Discuție – cont.

### ❖ Utilizarea metamodelului

- ✓ utilizatorul furnizează doar valorile parametrilor
- ✓ generarea unei forme de undă:  $< 1$  s
- ✓ permite analiza exhaustivă a sistemului
  - ex. 1000 noi forme de undă:  $< 1000$  s ( $< 17$  min)
- ✓ **Simplu și eficient în utilizare**

### ➤ Creșterea preciziei

- creșterea dimensiunii seturilor de date de instruire
- creșterea complexității metamodelului (selectarea unui număr mai mare de coeficienți)

# DC3 Predicția eficientă a formelor de undă în sisteme electronice utilizând tehnici de IC

## Diseminare rezultate

1. Prodan, A., Prediction of waveforms under the variation of input factors using neural networks, Lucrare de disertatie, Conducător științific: prof.dr.ing. **Gabriel Oltean**, UTCN, Facultatea de Electronică, Telecomunicații și Tehnologia Informației, 2013;
2. **Oltean, G.**, Prodan, A., Rafaila, Monica, Ivanciu, Laura, Prediction of Waveforms under the Variation of Input Parameters using Neural Networks, Acta Technica Napocensis. Electronics and Telecommunications, Nr. 4/2013, ISSN 1221-6542, Vol.54, pp. 1-6;
3. Farago, P., **Oltean, G.**, Ivanciu, Laura, Neural networks and wavelet transform in waveform approximation, IEEE 14th International Workshop on Computational Intelligence (UKCI2014), September 8-10, 2014, Bradford, UK, DOI: 10.1109/UKCI.2014.6930164, pp. 1- 8;

## Diseminare rezultate – cont.

4. **Oltean, G.**, Ivanciu, Laura-Nicoleta, Kirei, B.S., Signal approximation using GA guided wavelet decomposition, IEEE International Symposium on Signals, Circuits and Systems (ISSCS2015), 9-10 July, 2015, Iasi, Romania, DOI: 10.1109/ISSCS.2015.7203996, Print ISBN: 978-1-4673-7487-3, pp. 1- 4;
5. **Oltean, G.**, Ivanciu L-N, Computational Intelligence and Wavelet Transform Based Metamodel for Efficient Generation of Not-Yet Simulated Waveforms, PLoS ONE 11(1): e0146602., doi:10.1371/journal.pone.0146602, 2016.

DC4

## Alte aplicații ale tehnicilor de IC

## DC4 Alte aplicații ale tehnicilor de IC

---

- Recunoașterea formelor utilizând LF și RNA
- Detectarea evenimentelor alarmante din zone protejate bazate pe recunoașterea semnalelor audio utilizând RNA
- Sisteme de control utilizând controlere cu logica fuzzy
  - temperatură, puritate apă, control viteză motor cc.
- Sistem de luare a deciziei utilizând SLF pentru alocarea generării de energie într-un sistem cascadat de hidrocentrale

## Valorificare rezultate

- Utilizare în domeniul didactic, (IV licență, I master)
  - tematici de curs
  - lucrări de laborator
- Teme de proiecte de diplomă
- Tematică proiect național de cercetare
- Articole științifice

# Cuprins

---



Preambul

Rezultate științifice

**Realizări academice și profesionale**

Managementul activităților de cercetare și academice

Plan de dezvoltare a carierei

# Realizări academice și profesionale

- Responsabil la 7 discipline
  - dezvoltare a 2 noi discipline
  - actualizare conținut
  - dezvoltare resurse de învățare on-line pentru studenți – pagini web dedicate
  - elaborare cărți (3 - didactic; 3- științific) și lucrări didactice (7)
- Publicare articole științifice cu caracter educațional (3 / 1 ISI)
- Implicare în dezvoltarea programului de licență “Inginerie electronică în domeniul electric, electronic și energetic”
  - inițiator a două discipline (an IV)
  - definire cadru pentru procesul de finalizarea a studiilor



# Realizări academice și profesionale

---

- Granturi de cercetare
  - 2 granturi multianuale prin competiție națională - director
  - 7 granturi multianuale prin competiție națională - membru
  - 2 contracte cu terți – membru
  
- Recenzent articole științifice
  - 6 reviste și conferințe ISI
  - 4 reviste și conferințe BDI
  
- Membru IEEE – din 2000
  
- Comisii de evaluare
  - Comisii finalizare studii
  - Comisii concursuri ocupare posturi didactice
  - Comisii evaluare lucrări științifice la SSET
  
- Proiecte de dezvoltare instituțională – fonduri structurale
  - 3 proiecte - expert

# Realizări academice și profesionale

---

- Prodecan, 2012 – 2016
- Secretar științific, 2008 – 2012
- Membru CF (din 2000) și Consiliul departamentului (din 2005)
- Responsabil asigurarea calității, 2005 – 2008
- Auditor al CCSTTII al UTCN, 2005 – 2006
- Expert evaluator ARACIS, din 2011
- Expert evaluator CNCSIS, 2004 - 2008
  
- Colaborări cu mediul economic
  - Samsung Innovation Lab
  
- Co-organizator diverse manifestări
  - mulți ani, ETTI ”, 2015

# Cuprins

---



Preambul

Rezultate științifice

Realizări academice și profesionale

**Managementul activităților de cercetare și academice**

Plan de dezvoltare a carierei

# Managementul activităților de cercetare și academice

- Organizare și coordonare activități didactice
  - Aprecieri peste medie din partea studentilor (EADS)
  - “Cel mai apreciat cadru didactic”, 2009, engleză
  - Profesor Bologna, 2014, ANOSR
  
- Coordonarea științifică a studenților
  - Premii SSET: premiul I – 1; premiul II – 1; premiul III - 1
  - “Cel mai bun proiect de diplomă” - 2
  - “Cele mai apreciate lucrări de finalizare a studiilor” – 8
  
- Coordonarea a 3 echipe de cercetare în calitate de director
  - 2 contracte de cercetare multianuale, 1 contract cu terți

## ➤ Colaborare și îndrumare doctoranzi

- “Contributions to the Design of Integrated Circuits and Systems using Computational Intelligence Techniques”, Claudia Moisa (cas. Farago), 2015 (3 lucrări științifice)
- “Contributions to the Design of Telecommunications Receivers using Computational Intelligence Techniques”, Laura-Nicoleta Ivanciu, 2014 (3 lucrări științifice)
- "Synthesis of Some Multivalent Logic Circuits", Emilia Mocean (căș. Șipoș), 2012 (3 lucrări științifice)
- “Advanced Design Techniques for Some Analog Reconfigurable Circuits”, Paul Farago, 2012 (2 lucrări științifice)

## ➤ Activități de evaluare doctoranzi

- Membru în comisii de analiză și susținere a tezei – 3
- Membru în comisii de evaluare referate/rapoarte de cercetare > 25
- Membru în comisii de îndrumare și control - 10
- Președinte al comisiilor de analiză și susținere a tezei - 11

# Cuprins

---



Preambul

Rezultate științifice

Realizări academice și profesionale

Managementul activităților de cercetare și academice

**Plan de dezvoltare a carierei**

# Plan de dezvoltare a carierei

## ➤ Realizarea misiunii și obiectivelor facultății

### ❖ Misiune

“De a contribui prin cercetare avansată la dezvoltarea cunoașterii în domeniile electronicii, telecomunicațiilor și tehnologiei informației și totodată de a pregăti specialiști capabili să dezvolte, proiecteze, implementeze și exploateze sisteme electronice și de comunicații, cu aplicații în cele mai diverse domenii ale industriei și vieții cotidiene”








### ❖ Obiective

- Dezvoltarea performanței în cercetare științifică
- Creșterea calității programelor de studii și corelarea acestora cu cerințele pieței muncii
- Îmbunătățirea performanțelor profesionale ale studenților și absolvenților



# Plan de dezvoltare a carierei

---

-  **01** Contribuții la dezvoltarea cunoașterii prin cercetare fundamentală și cercetare aplicativă
-  **02** Integrarea unor rezultatelor din cercetare în procesul didactic
-  **03** Creșterea vizibilității rezultatelor cercetării
-  **04** Modernizarea disciplinelor / programelor de studiu; furnizarea lor în limba engleză
-  **05** Orientarea înspre un mediul de învățare centrat pe student
-  **06** Contribuții la dezvoltarea resurselor
-  **07** Dezvoltarea colaborării cu mediul economico-social

# Plan de dezvoltare a carierei



## O1 Contribuții la dezvoltarea cunoașterii prin cercetare fundamentală și cercetare aplicativă

- Utilizarea tehnicilor de IC în dezvoltarea și implementarea unor sisteme de supraveghere și asigurarea siguranței publice - Proiect de cercetare "Servicii interactive cu operare în timp real pentru asigurarea siguranței publice în zone urbane aglomerate" (INTEREVISS), PN-II-PT-PCCA – membru, până în 2017
  - Sistem expert de analiză a secvențelor video pentru identificare situațiilor de risc (LF)
  - Sistem de suport decizional pentru personal operativ: monitorizarea derulării unor evenimente (LF, AG, RNA)
  - Managementul deplasării/evacuării grupurilor de persoane (LF, AG)

# Plan de dezvoltare a carierei



## O1 Contribuții la dezvoltarea cunoașterii prin cercetare fundamentală și cercetare aplicativă – cont.

- Dezvoltarea și implementarea unei proceduri automate pentru generarea și analiza eficientă a formelor de undă generate cu metamodele OWTM pentru studiul comportării unui sistem electronic complex (DoE)
- Investigarea unor noi direcții de cercetare/dezvoltare
  - optimizarea SLF (controlere fuzzy) și RNA utilizând AG
  - Implementare soluții cu IC utilizând sisteme embedded
- ❖ După obținerea conducerii de doctorat voi coordona studenții la doctorat pe direcțiile de cercetare enunțate, dar și pe alte direcții adiacente, dacă va fi cazul
- ❖ Consolidarea unei echipe de cercetare

# Plan de dezvoltare a carierei



## O2 Integrarea unor rezultatelor din cercetare în procesul didactic

- Integrarea unor concepte și metode avansate în conținutul unor discipline: “Sisteme cu logică nuanțată” (I licență), “Tehnici de inteligență computațională în electronică” (I master)
  - Încurajarea studenților atât înspre o carieră în mediul academic cât și în mediul industrial
- Coordonare studenților la proiecte de diplomă / disertație pe teme provenite din domeniile de cercetare abordate
- Implicarea și coordonarea studenților în activități extracurriculare (echipe de cercetare/dezvoltare, elaborare de lucrări științifice - SSET)

# Plan de dezvoltare a carierei

## O3 Creșterea vizibilității rezultatelor cercetării

- ❖ Consolidarea impactului activității și rezultatelor cercetării; contribuția la creșterea vizibilității facultății / universității
- Continuarea publicării de lucrări științifice în reviste ISI și revista facultății (ATN) și participarea la conferințe internaționale
- Continuarea activității de recenzent la reviste și conferințe, membru în comitete de redacție/științifice
- Activitate pe rețele sociale dedicate cercetării (ResearchGate)

# Plan de dezvoltare a carierei



## O4 Modernizarea disciplinelor / programelor de studiu; furnizarea lor în limba engleză

- ❖ Este o necesitate având în vedere piața globală a muncii, dar și la nivel național – companii multinaționale
- ❖ Atragerea de studenți străini (licență, master)
  - Sisteme cu logică nuanțată (IV licență) – redefinire conținut
    - accentuarea părții de sisteme de control cu logică fuzzy
    - creșterea raportului experimente practice / simulare
    - dezvoltarea și implementarea de sisteme de control fuzzy ca “sisteme embedded”
  - Tehnici de inteligență comutațională (I master) – limba engleză
  - Programe de master în limba engleză

# Plan de dezvoltare a carierei



## O5 Orientarea înspre un mediul de învățare centrat pe student

- Dezvoltare și modernizarea conținutului disciplinelor predate
- Furnizarea de materiale suport on-line și off-line
- Pagină web dedicată fiecărei discipline
- Creșterea gradului de interactivitate a orelor
- Creșterea numărului de exemplificări și studii de caz
- Combinarea metodelor moderne de predare cu cele clasice
- Consultații personalizate acordate studenților
- Utilizarea feedback-ului (direct sau prin EADS) de la studenți

# Plan de dezvoltare a carierei



## O6 Contribuții la dezvoltarea resurselor

- ❖ Echipă de cercetare/dezvoltare/implementare
  - cadre didactice – stabilitate și continuitate
  - studenți (doctoranzi) – abordare nouă, dinamică
- Identificarea timpurie a studenților dispuși să efectueze activități de cercetare/dezvoltare și activități didactice
- Găsirea mijloacelor și metodelor de motivare a tinerilor cercetători / cadre didactice
- Atragerea de fonduri din diverse surse: competiții interne UTCN, naționale, internaționale, bilaterale, colaborări cu mediul economic



# Plan de dezvoltare a carierei

---

## 07 Dezvoltarea colaborării cu mediul economico-social

- ❖ Există expresii de interes de la companii importante: EBS (NTT Data) Cluj, Continental Sibiu, Arobs Cluj, Analog Devices Cluj, etc.
- Actualizarea unor discipline/programe de studiu – parteneriat
- Colaborare în proiecte de cercetare
- Derulare în parteneriat a unor stagii de doctorat
- Contracte de cercetare/dezvoltare/implementare/testare
- Burse pentru studenți (licență, master, doctorat)
- Tematici pentru proiecte de diplomă / disertație
- Dotare cu echipamente, acces la echipamente
- Sesiuni de instruire pentru cadre didactice (echipă)



Facultatea de Electronică,  
Telecomunicații și  
Tehnologia Informației

[www.etti.utcluj.ro](http://www.etti.utcluj.ro)

**Mulțumesc  
pentru  
atenție**



**UNIVERSITATEA  
TEHNICĂ**  
DIN CLUJ-NAPOCA