

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI
FACULTATEA DE ELECTRONICĂ, TELECOMUNICAȚII ȘI
TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

SISTEM ROBOTIC INTELIGENT
BIO-INSPIRAT

Profesor îndrumător,

Conf. dr. ing. Dan-Marius Dobra

Autori,

Alexandra Seghedin

Ionuț Pintilei

CUPRINS

● I. STRUCTURA HARDWARE

- Structura de start. Elemente constitutive.
- Structuri de interfațare :
 - motoare – FPGA
 - senzori – FPGA
 - bloc alimentare senzori, circuite integrate, FGPA

● II. IMPLEMENTARE SOFTWARE

- Conversia A/D
- Conversia în virgulă fixă. Rezoluție.
- Comportament robot implementat cu FSM
- Arhitectura RNA. Algoritm MLP.
- Control motoare

STRUCTURA HARDWARE

- **Structura de start. Elemente constitutive.**
 - blocul de alimentare propriu
 - 2 motoare de curent continuu
 - sistemul de senzori
 - compus din 4 senzori GP2D120
 - asigură o vedere continuă a spațiului din imediata apropiere
 - caracteristici
 - valoare tensiune de alimentare : 4.5 – 5.5 V
 - intervalul de măsurare a distanței : 4 – 30 cm
 - valoare nivel de tensiune de ieșire : 0.4 – 2.5 V

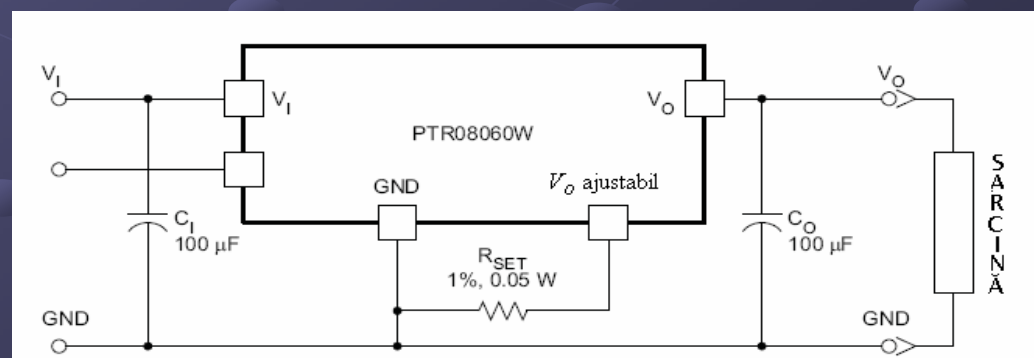
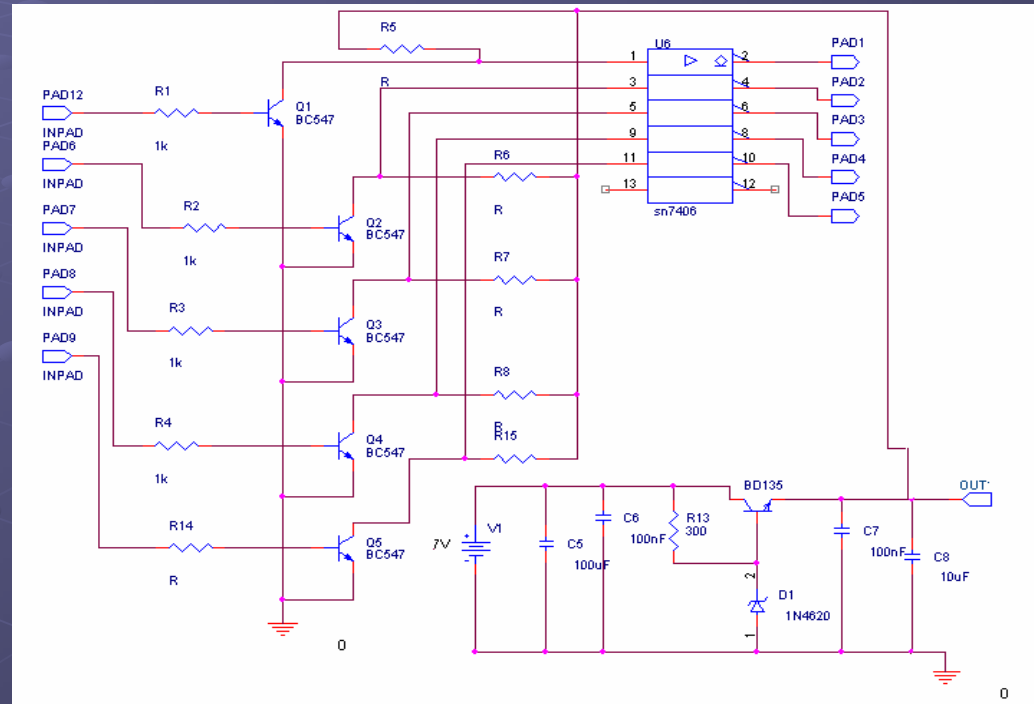
STRUCTURI HARDWARE INTERFAȚARE

● Structuri de interfațare

● 1. motoare – FPGA

● 2. bloc alimentare

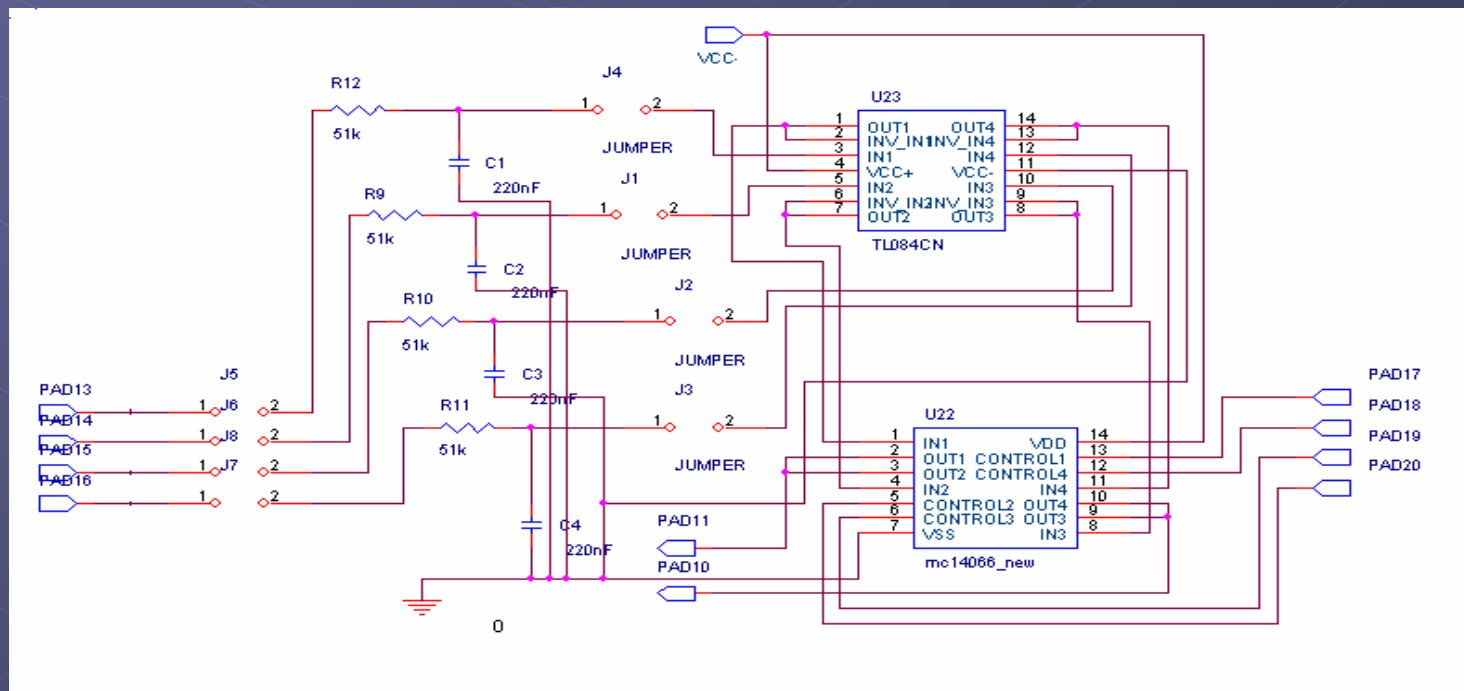
- senzori
- circuite integrate
- FPGA



STRUCTURI HARDWARE INTERFAȚARE

● Structuri de interfațare : 3. senzori – FPGA

- compusă din :
 - 4 filtre RC
 - circuit integrat TL084CN
 - multiplexor analogic MC14066



CONVERTOR ANALOG-DIGITAL

$$D[13:0] = GAIN \times \frac{V_{IN} - 1.65V}{1.25} \times 8192$$

Gain	A3	A2	A1	A0	Input Voltage Range	
	B3	B2	B1	B0	Minimum	Maximum
0	0	0	0	0		
-1	0	0	0	1	0.4	2.9
-2	0	0	1	0	1.025	2.275

Etape: Programare Pre-Amplificator
Configurare Interfata SPI

Realizare: Microcontroller **PicoBlaze – 8 biti** (Xilinx)
- programat in limbaj de asamblare *kcpsm*
- sintetizat prin cod *VHDL*

- *Functionare in intreruperi (250ms)*

CONVERSIE SLV - SFIXED

● Conversia în virgulă fixă

- convertorul A/D furnizează date reprezentate pe 14 biți
 - Ex. : valoare tensiune intrare = 1.25 V
valoarea furnizată de convertor = 00101000111101
- se urmărește conversia din reprezentarea pe 14 biți în format virgulă fixă
- formatul în virgulă fixă adoptat :
 - 4 biți parte întreagă
 - 6 biți parte zecimală

- ecuația utilizată :

$$V_{in} = 1,65 - \frac{D[13:0]}{8192 \times G} \times 1,25$$

- valoarea obținută este normalizată în intervalul (0 ; 1)
- pentru valoare tensiune intrare = 1.25 V se obține : 0000.010100

- $\Delta V = \text{Valoare_reala} - \text{Valoare_obtinuta} = 0.3164 - 0.3125$
 $\Delta V = 0.0039$

FINITE STATE MACHINE

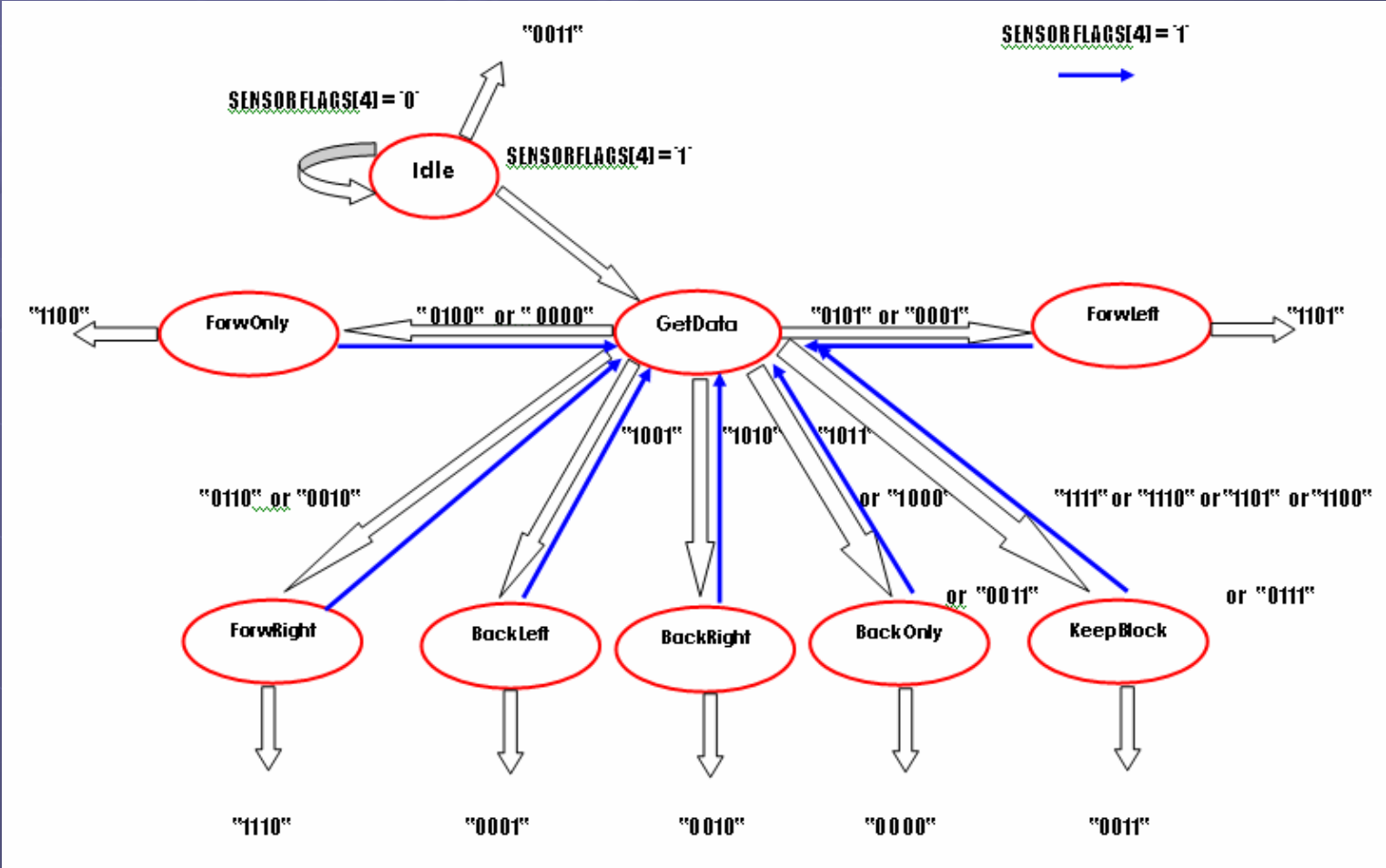
● Proiectare FSM (*Finite State Machine*)

- prima variantă de testare a comportamentului robotului
- s-a adoptat un controller de tip *Mealy*

● Etape constitutive ale procesului

- achiziția de date de la senzori prin intermediul convertorului A/D
- conversia din format `std_logic_vector` în format virgulă fixă
- normalizarea valorii rezultate în intervalul (0 ; 1)
- generarea semnalelor de comandă *DIR* și *SPEED* și trecerea în starea corespunzătoare, funcție de rezultatele obținute anterior (comparație între valoarea normalizată și valoarea prag)

FINITE STATE MACHINE

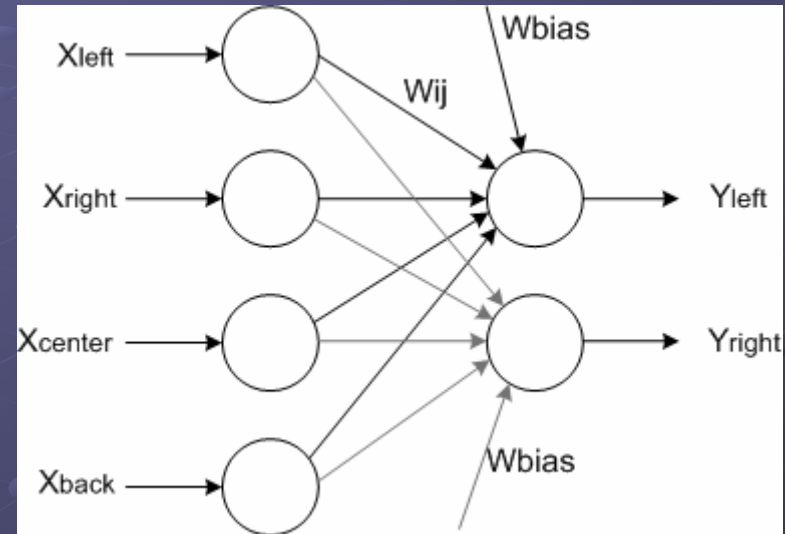


REȚEA NEURONALĂ ARTIFICIALĂ

Algoritm: Multi-Layer Perceptron (MLP)
- Forward

$$y_j = f \left(\sum_{i=1}^4 x_i \cdot w_{ij} + w_{bias} \right)$$

$$f = \tanh \left(\sum \right)$$



$$x \in (0, 1) \rightarrow y \in (-1, 1)$$

inapoi

inainte

REȚEA NEURONALĂ ARTIFICIALĂ

Calcul parametri W:

X_{right} X_{left} X_{center} X_{back}

Y_l Y_r



0

0

0

0

1

1



0

0

1

0

-1

-1



1

0

0

0

-1

1



0

1

0

0

1

-1



0

0

1

1

0

0

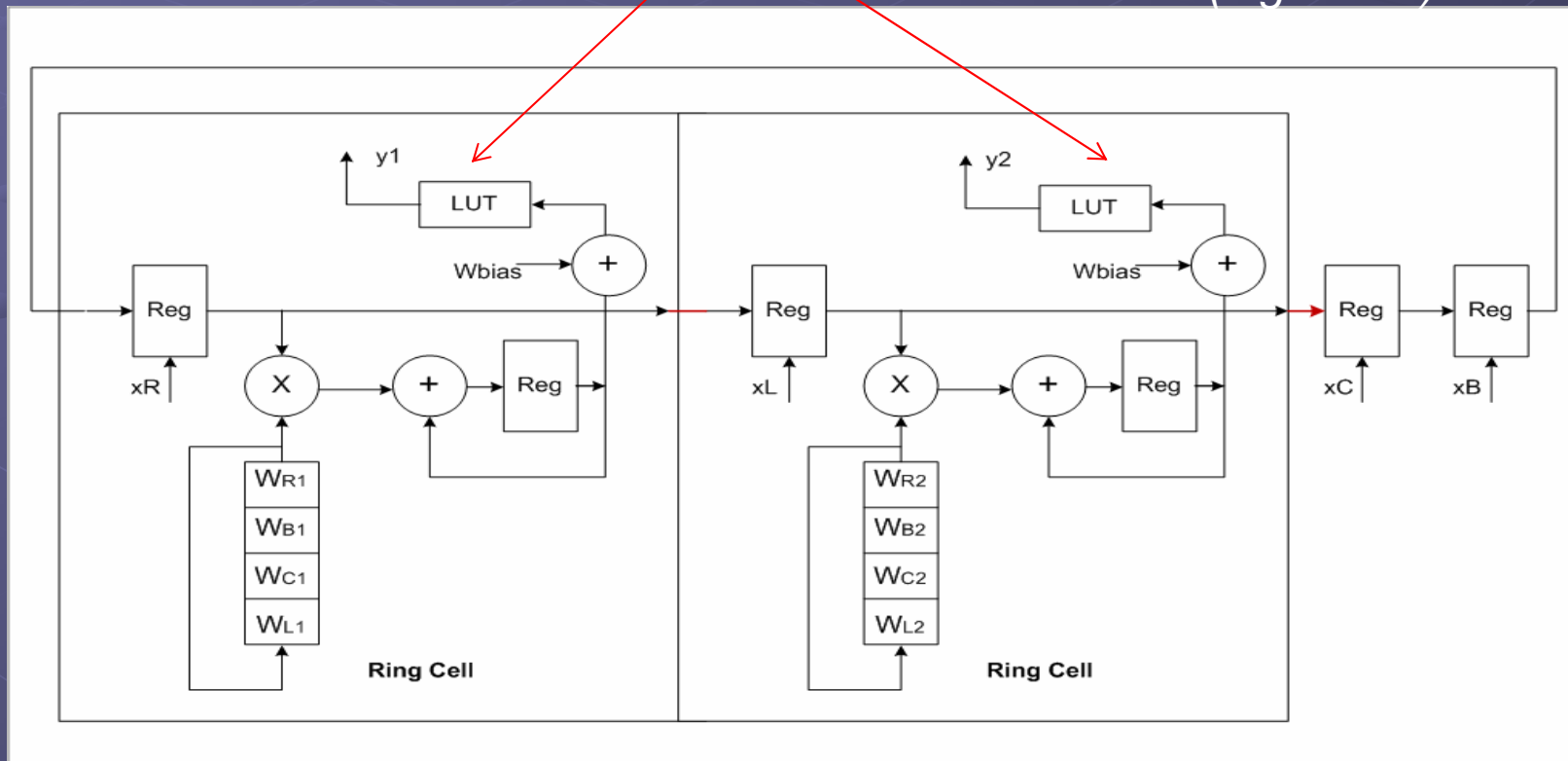
REȚEA NEURONALĂ ARTIFICIALĂ

Arhitectura: tip *INEL*

Date pe 10 biti: 3 ... -6
Rezoluție : $2^{(-6)}$

$$f = \tanh(\Sigma)$$

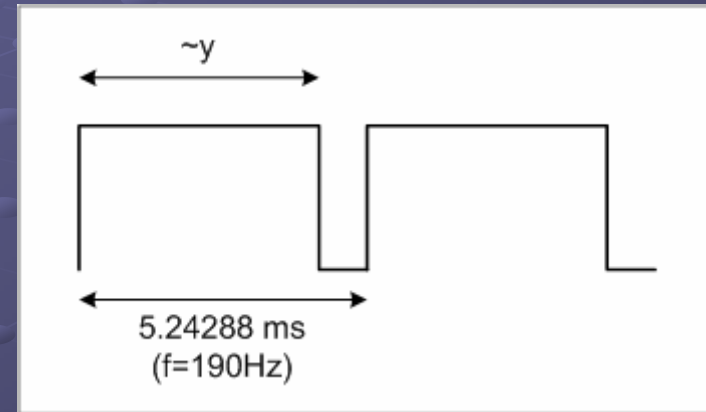
LUT: 1024 linii de 'case'
- generare: cod C +
VHDL (high level)



CONTROL MOTOARE

$f = 190\text{Hz}$

Puls $\sim |y|$



Bitul de semn \rightarrow **DIRECTIA**

Valoarea absoluta \rightarrow **VITEZA**

PERSPECTIVE

- **Bucla de feedback** in retea neuronală:
 - introducerea unui algoritm de actualizare a valorilor parametrilor W
 - obtinerea unor valori optime ale parametrilor W (eroare $<$ eroare_prag)
 - adaugarea unui **strat ascuns** de neuroni: precizie crescuta