



Sisteme cu MicroProcesoare

Curs 05

Convertorul analog numeric

Gigel Măceşanu

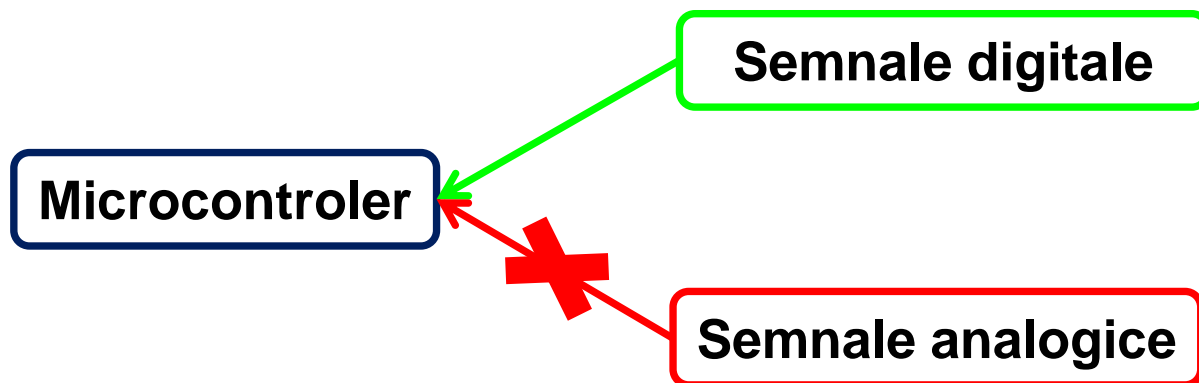


Cuprins

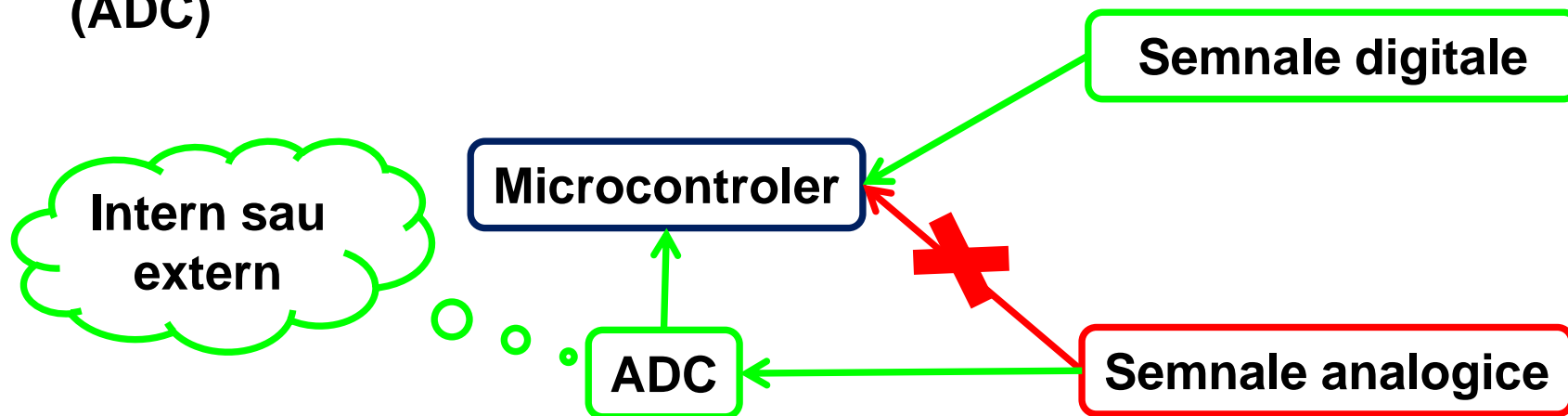
- Generalității
- Principiu de funcționare
- Timpul de conversie
- Cuantizarea
- Rezoluția ADC
- Tensiunea de referință
- Etapa de eșantionare/reținere
- Modalități de implementare
- Erori de calcul
- Comparator



ADC – generalități



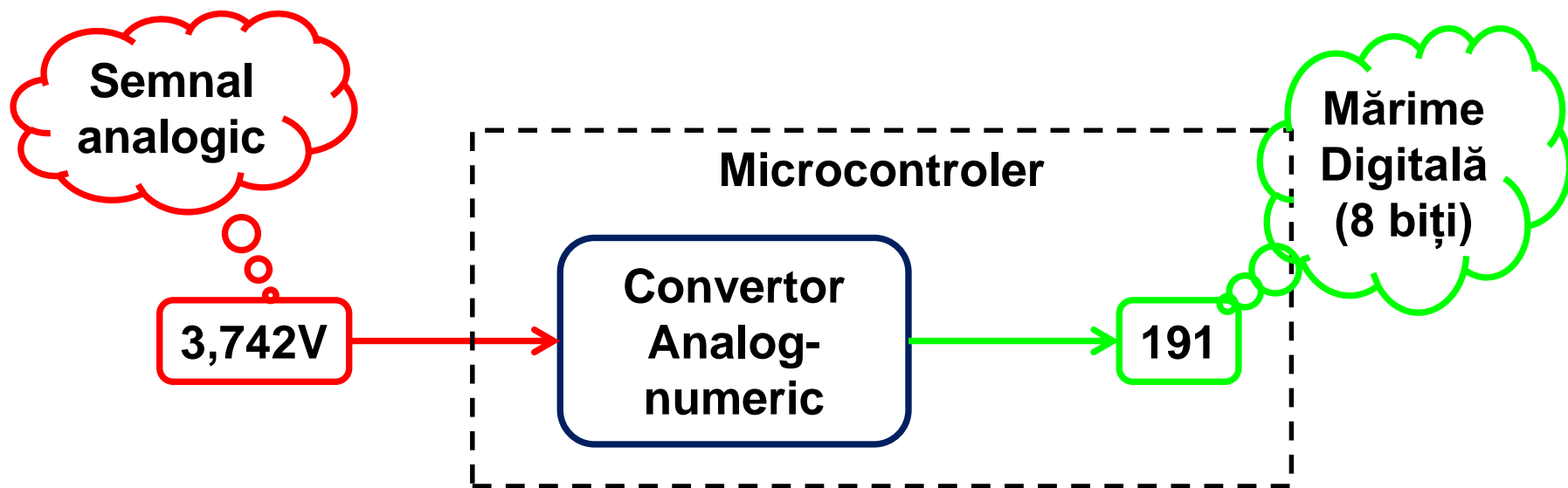
- Este necesară utilizarea unui bloc de conversia analog-numerică (ADC)





ADC – generalități

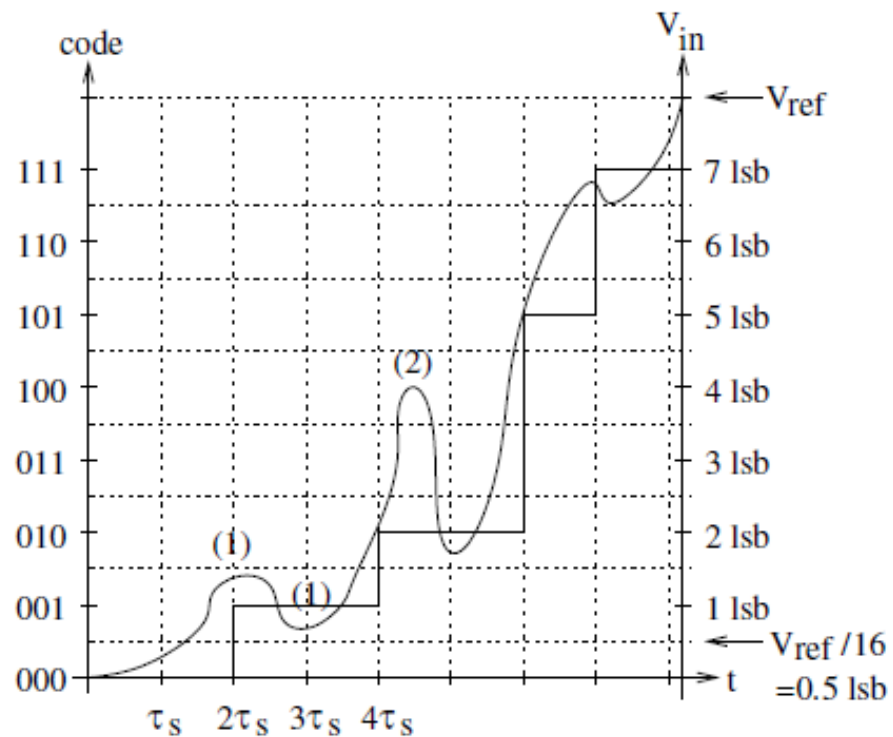
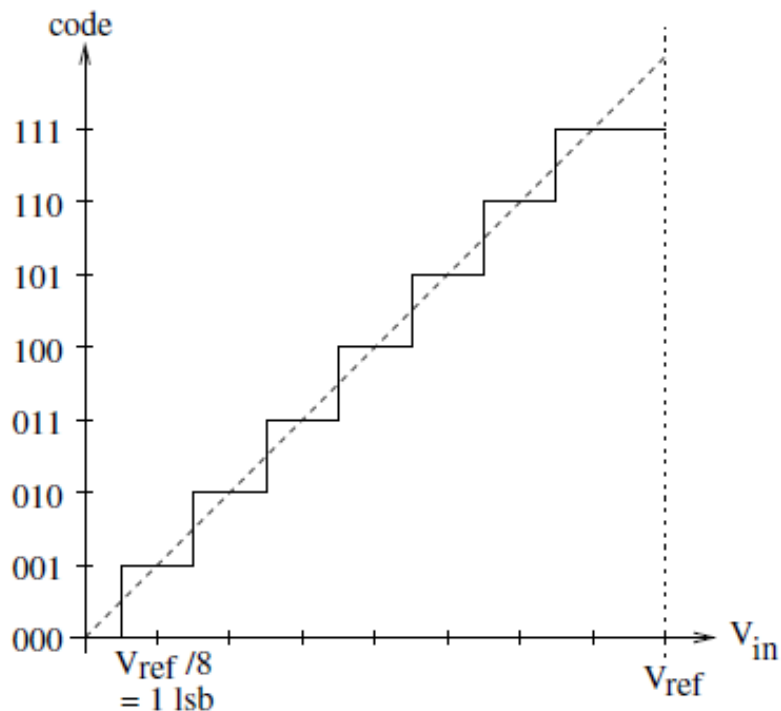
- Un convertor analog-numeric realizează conversia unui anumit nivel de tensiune într-un număr (reprezentare digitală)
 - **Reprezentarea digitală poate fi interpretată de MC**
 - **Reprezentarea se face în general pe 8 sau 10 biți**





Principiu de funcționare

- Conversie analog numerică:
 - Transformare semnal analogic în digital (3 biți)
 - Erori de conversie (pentru un semnal de intrare)





Timpul de conversie

- Reprezintă intervalul de timp de la începutul conversiei până când rezultatul conversiei este disponibil
- Frecvența de intrare maximă care poate fi procesată de ADC are în vedere teorema eșantionări lui Shannon (criteriul Nyquist):

$$f_{max} < \frac{f_s}{2} = \frac{1}{2\tau_s}$$

unde, f_{max} este frecvența maximă de intrare, f_s reprezintă frecvența de eșantionare iar τ_s este perioada de eșantionare minimă.

- Timpul de conversie poate fi scris astfel:

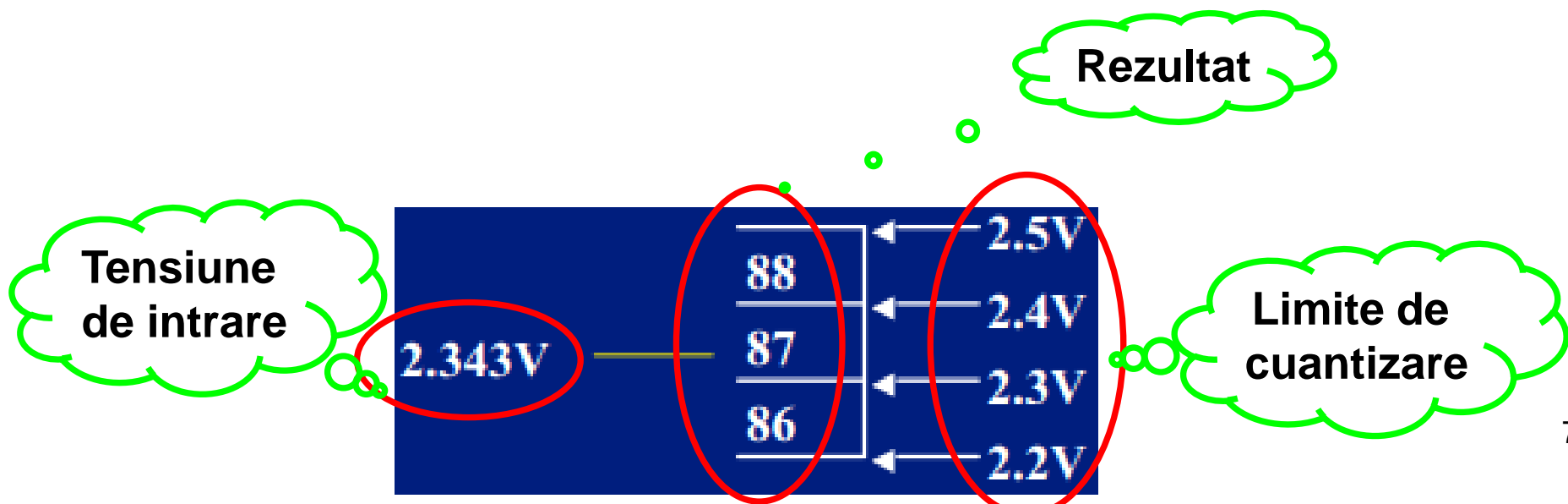
$$t_{conversie} = \tau_{ADC} \cdot r + \alpha \cdot \tau_{sistem}$$

Unde: $t_{conversie}$ timpul de conversie, τ_{ADC} perioada de conversie, r nr. de biți conversie, α constantă, τ_{sistem} perioada semnal ceas



Cuantizarea

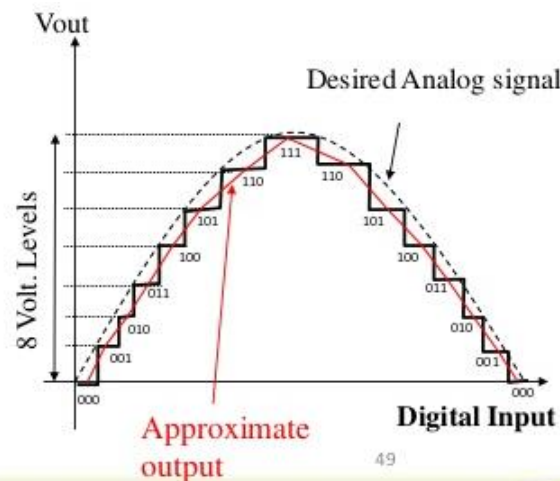
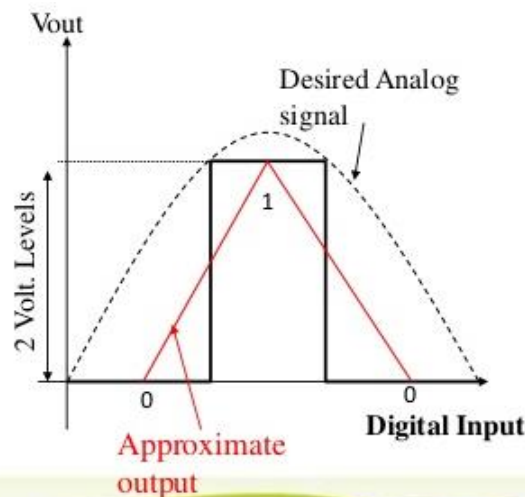
- Semnalul rezultat după conversie este o cuantizare a semnalului analogic de intrare
- Cuantizarea – împărțirea unui interval în subintervale măsurabile
- Intervalul de intrare este împărțit în unități egale (increment fix)
- Introduce eroare de cuantizare: rotunjirea mărimi de intrare





Rezoluția ADC

- Reprezintă numărul de stări de ieșire posibile
 - 2^r stări posibile, r numărul de biți ai convertorului:
 - $r = 8 \rightarrow$ convertorul are $2^8 = 256$ de stări
 - $r = 10 \rightarrow$ convertorul are $2^{10} = 1024$ de stări
 - $r = 12 \rightarrow$ convertorul are $2^{12} = 4096$ de stări
 - Pentru rezoluții mari eroarea de cuantificare este mai mică





Tensiunea de referință

- Este utilizată în procesul de conversie (intervalul de conversie)
- Este exprimată prin două valori: V_{ref-} și V_{ref+}
- În general o tensiune V_{ref-} devine 0 iar V_{ref+} devine 2^{r-1}
- O mărime analogică cu valoarea de αV este convertită în digital:

$$(2^{r-1}) \cdot \frac{\alpha V}{V_{ref+} - V_{ref-}}$$

- O mărime digitală cu valoarea de α corespunde unui semnal analogic de intrare:

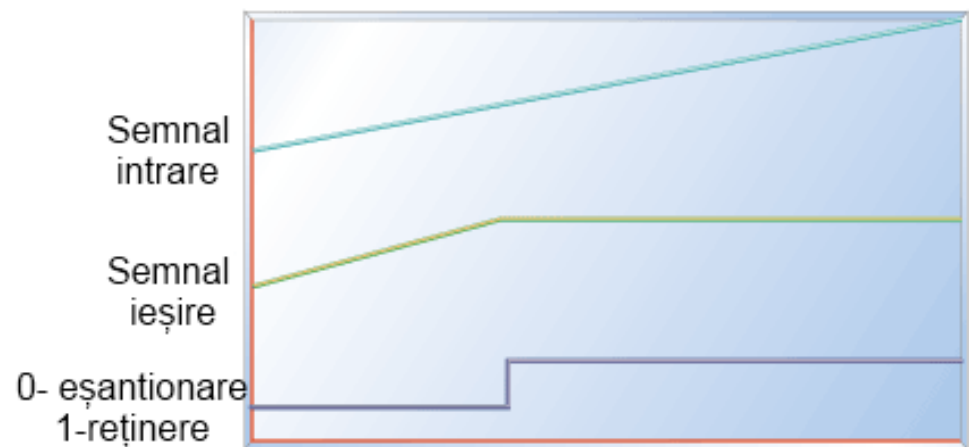
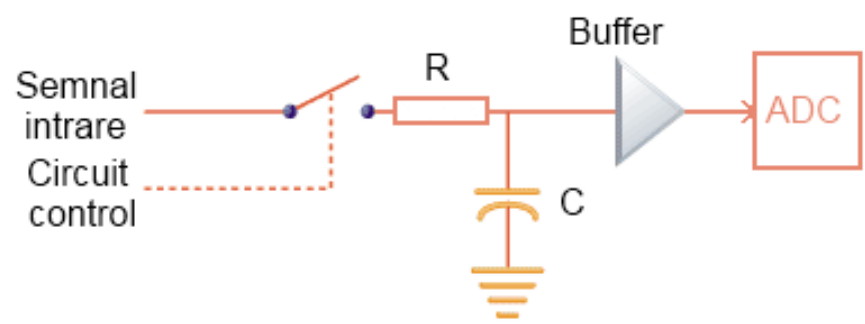
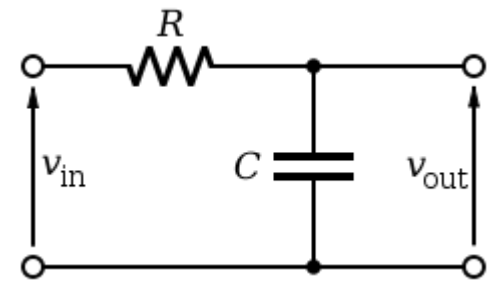
$$\beta V = V_{ref-} + \frac{\alpha \cdot (V_{ref+} - V_{ref-})}{2^{r-1}}$$

- Să se verifice ce tensiune de intrare este dacă $\alpha = 100$, $r = 10$



Etapa de eșantionare/reținere

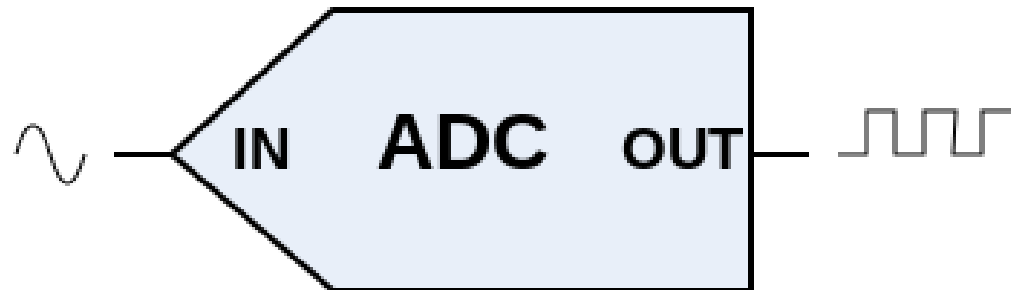
- Utilizată pentru a preveni deteriorarea rezultatului conversiei când apar fluctuații ale semnalului de intrare
 - Se poate realiza cu un filtru trece jos (RC)
 - Se poate utiliza un circuit ca cel de mai jos:
 - Circuitul de control (switch) poate introduce erori





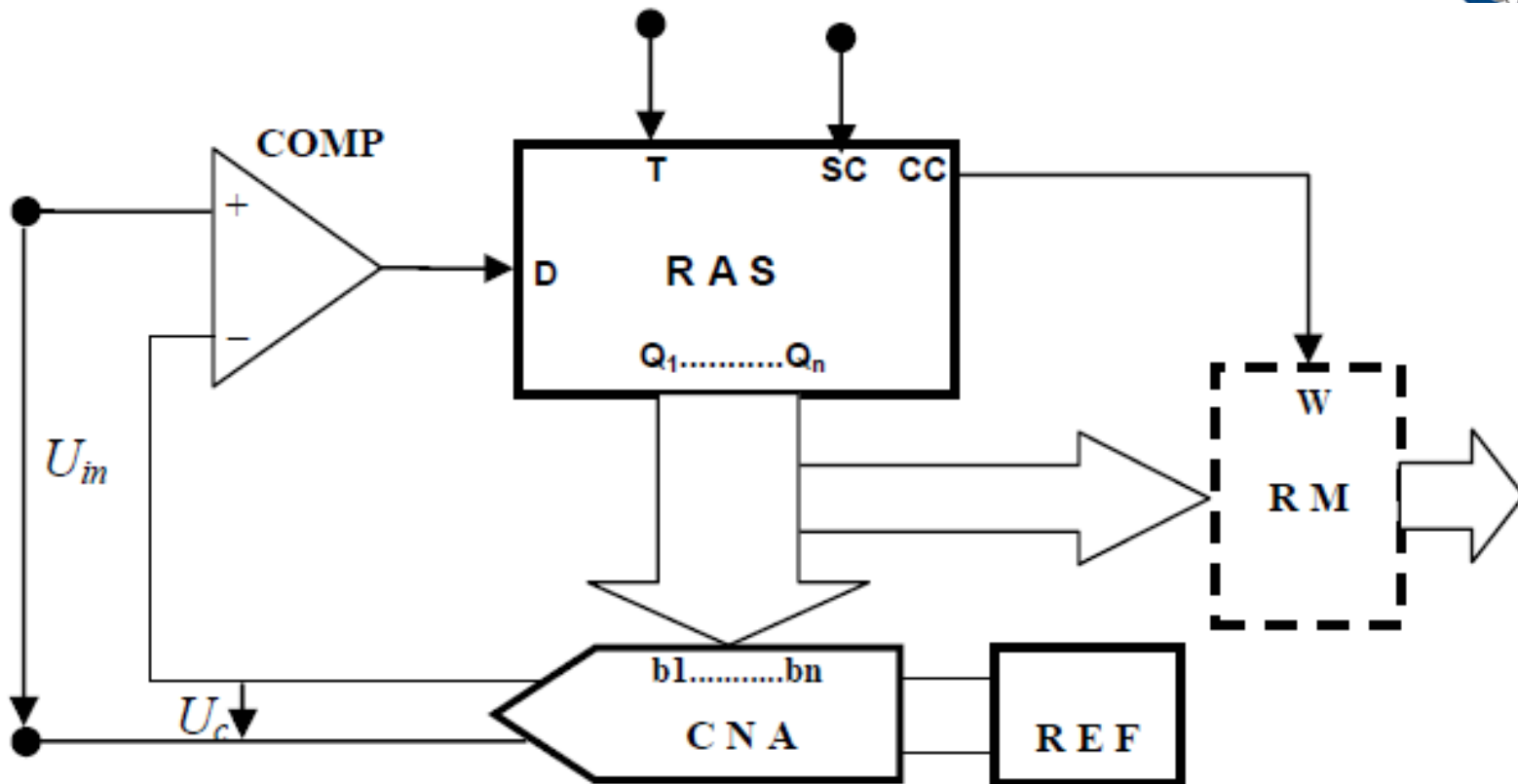
ADC- modalități de implementare

- Convertoarele AN se pot împărți în două categorii:
 - **Cu buclă de reacție (fără integrare):**
 - Cu aproximări succesive
 - Cu rampă în trepte
 - **Fără buclă de reacție**
 - Cu rampă liniară
 - Paralel
 - Serie





ADC cu aproximări succesive

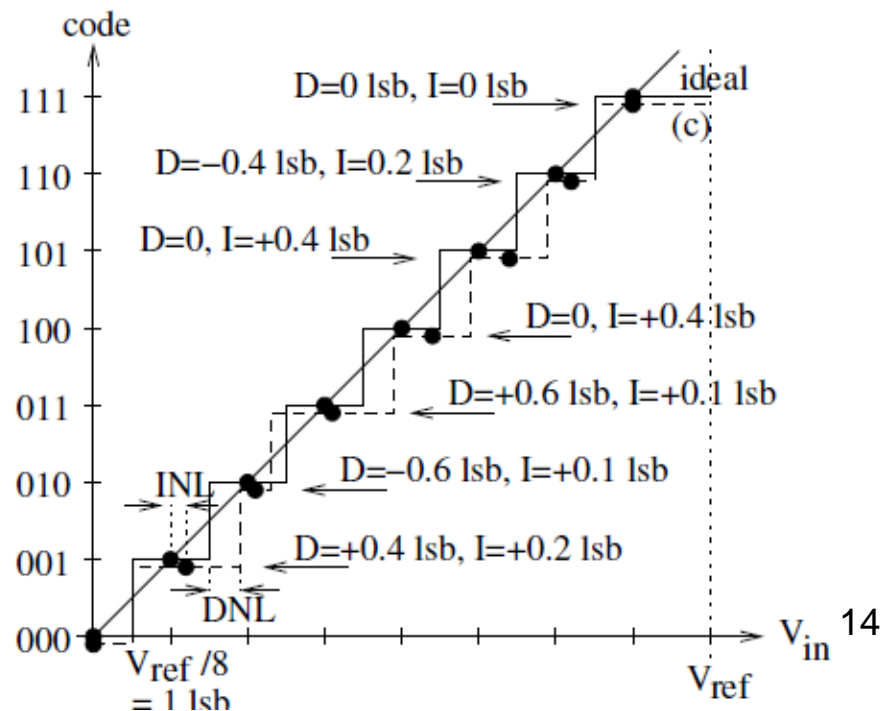
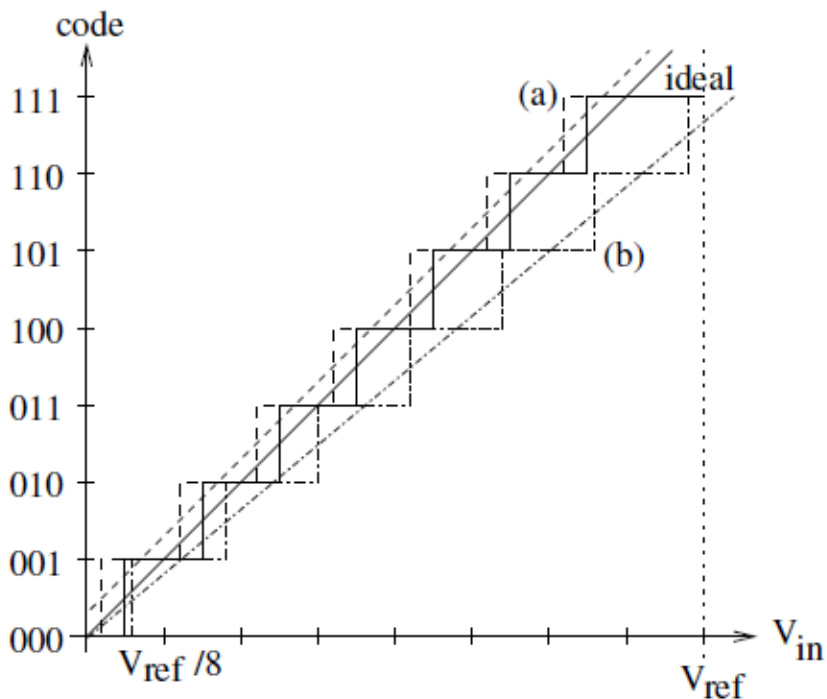


- RAS – registru comparații succesive
- COMP – comparator
- CNA – convertor analog numeric
- RM – registru memorie
- REF – referință ADC



ADC – Erori

- Erorile care pot apărea într-un ADC sunt:
 - Erori de compensare (offset) (a)
 - Erori de amplificare (b)
 - Erori DNL/IDNL (*Differential(Integral) Non-Linearity*) (c)



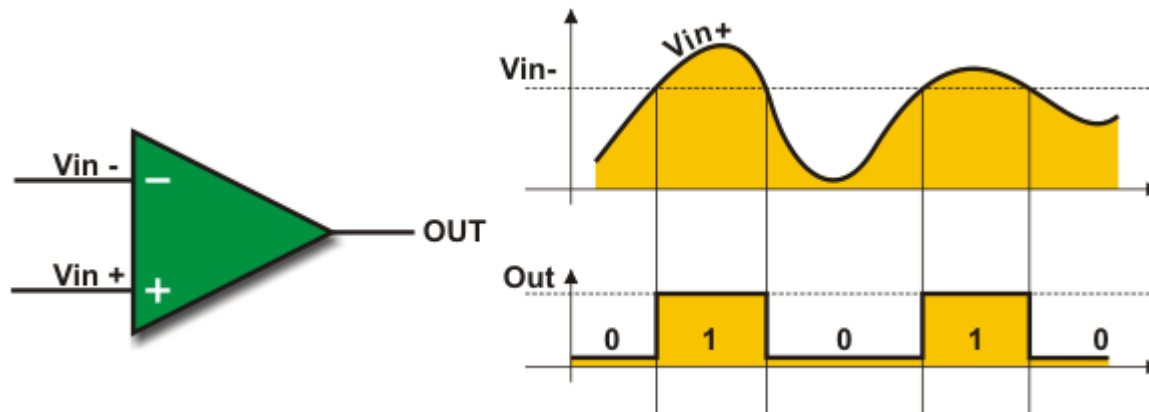


Comparator

- Utilizat pentru a realiza compararea a două semnale sau un semnal și o mărime de referință
- Este alcătuit din 2 intrări analogice și o ieșire digitală

$$\begin{cases} V_1 > V_2 \text{ atunci } Out = 1 \\ V_1 \leq V_2 \text{ atunci } Out = 0 \end{cases}$$

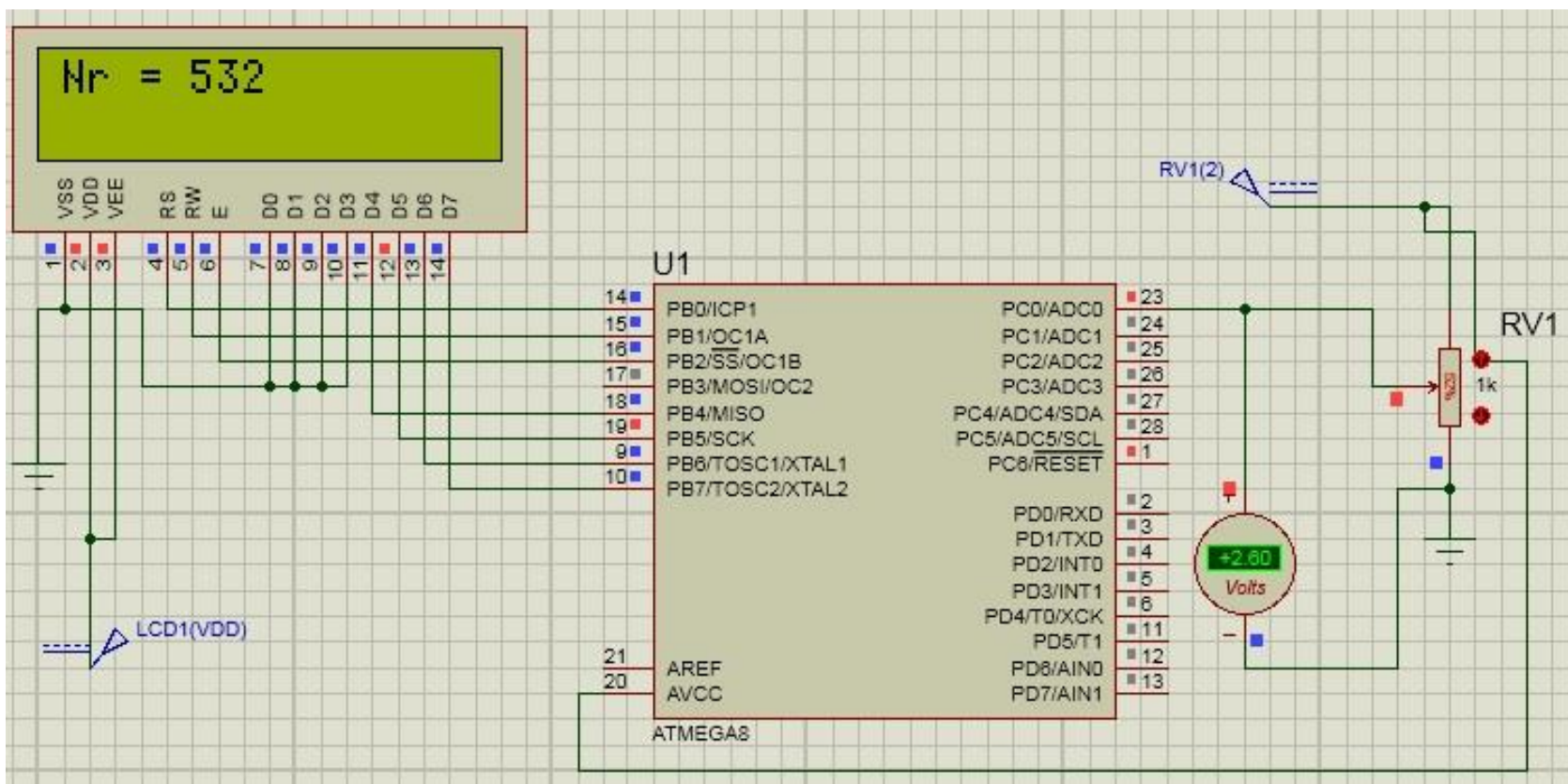
- Semnalele de intrare: externe sau generate intern
- Poate exista o întrerupere care marchează modificarea ieșirii





Aplicație - ADC

- Exemplu de utilizare a unei ADC pentru citirea unei tensiuni
 - **Cerință: să se implementeze un program care să evidențieze modificarea tensiunii de intrare pe un pin al MC**





Aplicație - ADC

▪ Setare tensiune referință

```
// Tensiunea de referință: AVcc pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (1<<REFS0) | (0<<ADLAR))
```

▪ Definire funcție citire rezultat ADC

```
// Citire rezultat conversie ADC
unsigned int read_adc(unsigned char adc_input){
ADMUX=adc_input | ADC_VREF_TYPE;
// Delay necesar pentru stabilizarea tensiunii de intrare în ADC
delay_us(10);
// Start conversie ADC
ADCSRA|=(1<<ADSC);
// Așteptare finalizare conversie
while ((ADCSRA & (1<<ADIF))==0);
ADCSRA|=(1<<ADIF);
return ADCW;}

```



Contact:

Email: gigel.macesanu@unitbv.ro

Web: rovis.unitbv.ro