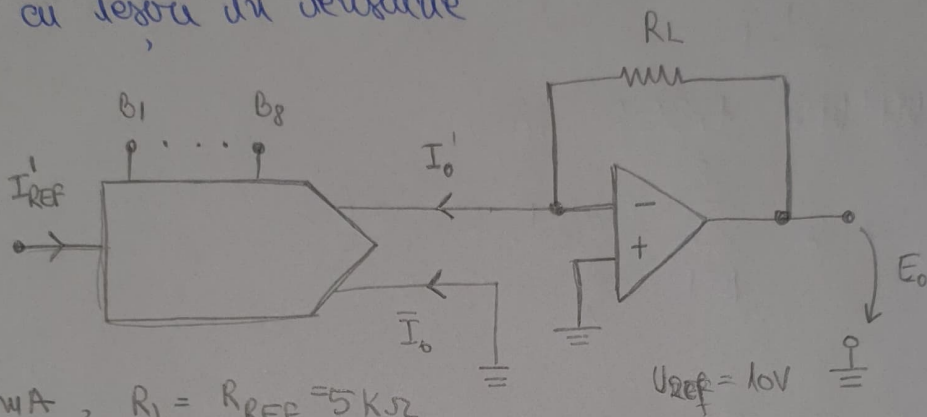


Găyduceanu Nicolita Monica
433E N=78

(1) CNA cu iesire in tensiune



$$I'_{REF} = 2 \mu A, R_L = R_{REF} = 5 K\Omega$$

a) Det. val. curenților de ieșire și de tensiunii, pentru valori intrărilor digitale din Tabelul 1.

$$I_o(N) = \frac{U_{REF}}{R_{REF}} \cdot N = I_{REF} \cdot N = \underset{2 \mu A}{I_{REF}} \cdot \sum_{k=1}^8 b_k \cdot 2^{-k}$$

$$I_o(N)' = I_{REF} (1 - 2^{-8}) - I_o = I_{cs} - I_o \quad (\text{curent } I_o \text{ negativ})$$

$$\bar{I}_o(N) = I_{REF} \cdot \sum_{k=1}^8 (1 - b_k) \cdot 2^{-k}$$

$$E_o = I_o \cdot R_L$$

$$\text{FF: } \begin{matrix} b_1 & b_2 & b_3 & b_4 & b_5 & b_6 & b_7 & b_8 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$I_0(N) = 2 (b_1 \cdot 2^{-1} + b_2 \cdot 2^{-2} + b_3 \cdot 2^{-3} + b_4 \cdot 2^{-4} + b_5 \cdot 2^{-5} + b_6 \cdot 2^{-6} + b_7 \cdot 2^{-7} + b_8 \cdot 2^{-8}) =$$

$$= 2 \cdot (2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4} + 2^{-5} + 2^{-6} + 2^{-7} + 2^{-8}) =$$

progresie geometrică $q = 2^{-1}$, $a_1 = 2^{-1}$, $n = 8$

$$S = a_1 \cdot \frac{2^n - 1}{q - 1}$$

$$= 2 \cdot 2^{-1} \cdot \frac{2^{-8} - 1}{2^{-1} - 1} = \frac{2^{-8} - 1}{-\frac{1}{2}} =$$

$$= 1,992 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_0(N) = 2 \cdot \sum_{k=1}^8 (b_k - 1) \cdot 2^{-k} = 0.$$

\downarrow
1

$$E_0 = 1,992 \cdot 5 = 9,96 \text{ V}$$

$$81: \begin{matrix} b_1 & & b_8 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{matrix} \rightarrow I_0 = 2 (1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-8}) = 1 + 2^{-8} = 1,0079 \text{ mA}$$

$$\rightarrow \bar{I}_0 = 2 (-2^{-2} - 2^{-3} - 2^{-4} - 2^{-5} - 2^{-6} - 2^{-7}) =$$

$$= -2 \cdot 2^{-2} \cdot \frac{(2^{-1})^6 - 1}{2^{-1} - 1} = -2 \cdot 2^{-2} \cdot \frac{2^{-6} - 1}{-\frac{1}{2}} = 0,984 \text{ mA}$$

$$E_0 = 1,007 \cdot 5 = 5,035 \text{ V}$$

$$80: 1000000000$$

$$I_0 = 2 \cdot 2^{-1} = 1 \text{ mA}$$

$$E_0 = 1 \cdot 5 = 5 \text{ V}$$

$$\bar{I}_0 = 2 (-2^{-2} - 2^{-3} - 2^{-4} - 2^{-5} - 2^{-6} - 2^{-7} - 2^{-8}) = 2 \cdot \frac{(2^{-1})^7 - 1}{2^{-1} - 1} \cdot 2^{-2} = -2^{-1} + 1 =$$

$$= 0,992 \text{ mA}$$

7F: 01111111

$$I_0 = 2 (2^{-2} + 2^{-3} + 2^{-4} + 2^{-5} + 2^{-6} + 2^{-7} + 2^{-8}) = 0,992 \text{ mA}$$

↓
calcul en la I_0 de la FF

$$\bar{I}_0 = 2 \cdot (-2^{-1}) = -1 \text{ mA}$$

$$E_0 = 0,992 \cdot 5 = 4,96 \text{ V}$$

01: 00000001

$$I_0 = 2 \cdot 2^{-8} = 2^{-7} = 0,0078 \text{ mA}$$

$$\bar{I}_0 = 2(-2^{-1} - 2^{-2} - 2^{-3} - 2^{-4} - 2^{-5} - 2^{-6} - 2^{-7}) = -2 \cdot 2^{-1} \cdot \frac{(2^{-1})^7 - 1}{(2^{-1}) - 1} = -2 \cdot (2^{-1} - 1) = 1,984 \text{ mA}$$

-2⁻¹ ← (2⁻¹ - 1)

$$E_0 = 0,0078 \cdot 5 = 0,039 \text{ V}$$

00: 00000000

$$I_0 = 0$$

$$\bar{I}_0 = 2(-2^{-1} - 2^{-2} - 2^{-3} - 2^{-4} - 2^{-5} - 2^{-6} - 2^{-7} - 2^{-8}) = -1,992 \text{ mA}$$

↓
calcul en la I_0 de la FF

$$E_0 = 0 \cdot 5 = 0$$

NH	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	b ₇	b ₈	$I_0(N)$	$I_0(N)'$	$E \cdot I_0(N)$
FF	1	1	1	1	1	1	1	1	1,992 mA	0	9,96 V
81	1	0	0	0	0	0	0	1	1,0078 mA	0,984 mA	5,035 V
80	1	0	0	0	0	0	0	0	1 mA	0,992 mA	5 V
7F	0	1	1	1	1	1	1	1	0,992 mA	-1 mA	4,96 V
01	0	0	0	0	0	0	0	1	0,0078 mA	1,984 mA	0,035 V
00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1,992 mA	0

b) Decideți polaritatea convertorului.

Deoarece domeniul tensiunii de lucru este $[0; 9,96] \text{ V}$, semnalul nu își schimbă polaritatea, ~~acesta~~ ^{convertorul} fiind unul cu domenii de lucru pozitiv. (- convertor unipolar)

c) Rezoluția convertorului în tensiune

$$\delta_{E_0} = |E_0(01|_H) - E_0(00|_H)| = 0,035 - 0 = 0,035 \text{ V} = 35 \text{ mV}.$$

d) De ce au fost alese aceste numere în hexazecimal la intrarea ~~aditivă~~ convertorului?

Sistemul de numerație hexazecimal este folosit pentru a facilita reprezentarea numerelor de mai mulți biți.

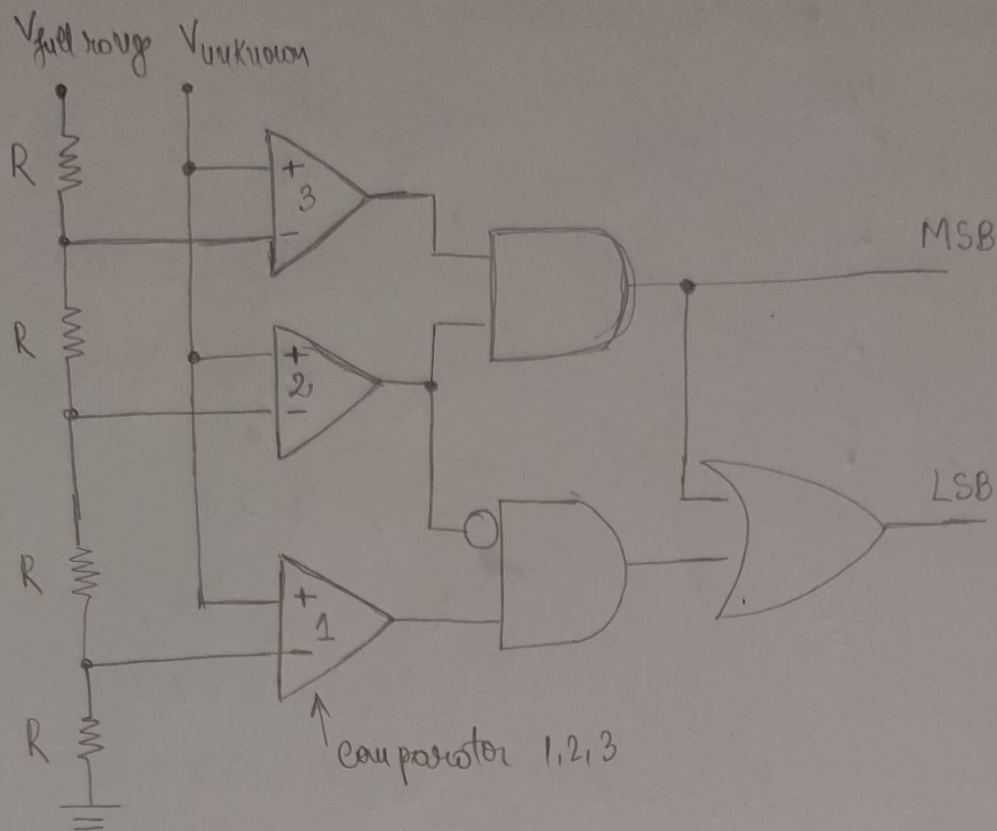
e) Domeniul de lucru al DAC-ului în curent și tensiune.

Domeniul de lucru în curent: $(0; 1,992) \text{ mA}$

Domeniul de lucru în tensiune: $(0; 9,96) \text{ V}$

(2) CAN flash pe 2 biti : $V_{full\ range} = V_{FR} = 5V$,

$V_{unknown} = V_{in} = 1,4V$, $R = 1K\Omega$.



a) Căruia fapt îi este datorat numele CAN-ului ?

CAN de mai sus se numește flash datorită rapidității, cu care face conversia. (-viteza mare)

b) Câte comparatoare ar fi necesare pt 12 biti ?

→ pentru CAN pe 2 biti \Rightarrow 3 conversoare $3 = 2^2 - 1$

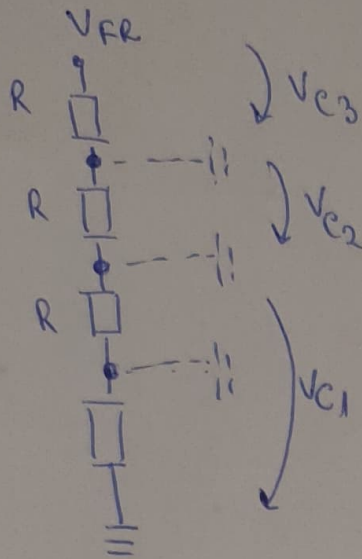
→ pentru ex. 1.24 unde au rezultat biti s_0, s_1, s_2 au fost necesare 7 conversoare $7 = 2^3 - 1$

pt 12 biti $\Rightarrow 2^{12} - 1 = 4095$
comparatoare

c) Determinați V_{c1} , V_{c2} , V_{c3}

* la intrarea amplificatorului curentul este 0. \Rightarrow

\Rightarrow divizor de tensiune



$$V_{c3} = \frac{3R}{4R} \cdot V_{FR} = \frac{3}{4} V_{FR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{c3} = \frac{15}{4} = 3,75 V.$$

$$V_{c2} = \frac{2R}{4R} V_{FR} = \frac{1}{2} V_{FR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{c2} = 2,5 V.$$

$$V_{c1} = \frac{R}{4R} V_{FR} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{c1} = 1,25 V.$$

$$V_{c1} = 1,25 V, V_{c2} = 2,5 V, V_{c3} = 3,75 V.$$

d) Det. codul de la ieșirea comparatorului

$$c = \begin{cases} 0, & V_{in} > V_c \\ 1, & V_{in} \leq V_c \end{cases}$$

$$V_{in} = 1,4 V$$

$$V_{c1} < V_{in} \Rightarrow c_1 = 1$$

$$V_{c2} > V_{in} \Rightarrow c_2 = 0$$

$$V_{c3} > V_{in} \Rightarrow c_3 = 0$$

e) Calculați nr. N pt V_{in} dat.

$$c_3 c_2 c_1 = 001$$

* N - ieșire CAN , N - subunitate

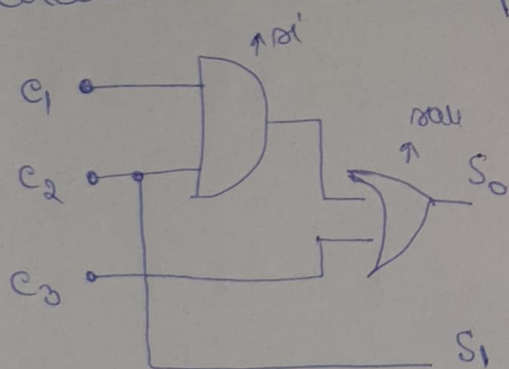
$$N = \frac{N_{BN}}{2^n} = \frac{S_0 \cdot 2^0 + S_1 \cdot 2^1}{4} = \frac{1 \cdot 1 + 0 \cdot 2}{4} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$N_{BN} = 01, \quad N = 0,25.$$

$S_1 S_0 \rightarrow$ nr. pe 2 biți

f) Codul obținut de la ieșirea comparatoarelor CAN flash poartă denumirea de cod termometric, deoarece valorile de 1 logic nu alternează cu valorile de 0 logic pentru biți.

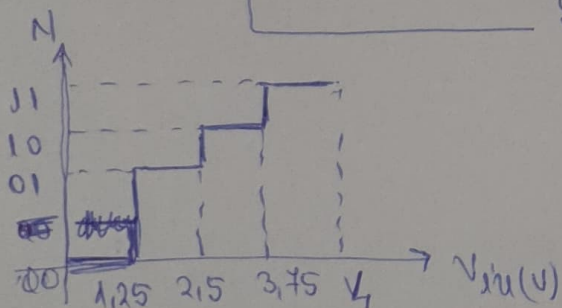
g) Circuitul de decodificare nu funcționează, încercăm să schimbăm portile.



$$S_1 = c_2$$

$$S_0 = c_1 \bar{c}_2 + c_3$$

c_3	c_2	c_1	S_1	S_0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	1	1	1	1



\rightarrow caracteristica de trancheare

(3)a) CAN cu AS de 7 biți, $V_{REF} = 5,12V$, $V_{IN} = 2V$.
 Cât este nr. de la ierara CAN-ului?

$$V_o(N) = V_{REF} \cdot \sum_{k=1}^N b_k \cdot 2^{-k}$$

$$V_o(N) = 5,12 \cdot \frac{1}{2} = 2,56 > 2 \Rightarrow c_1 = 0$$

$$N = 0100000$$

$$V_o(N) = 5,12 \cdot \frac{1}{4} = 1,28 < 2 \Rightarrow c_2 = 1$$

$$N = 0110000$$

$$V_o(N) = 5,12 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} \right) = 5,12 \cdot 0,375 = 1,92 < 2 \Rightarrow c_3 = 1$$

$$N = 0111000$$

$$V_o(N) = 5,12 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{16} \right) = 5,12 \cdot 0,4375 = 2,24 > 2 \Rightarrow c_4 = 0$$

$$N = 0110100$$

$$V_o(N) = 5,12 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{32} \right) = 5,12 \cdot 0,40625 = 2,0872 \Rightarrow c_5 = 0$$

$$N = 0110010$$

$$V_o(N) = 5,12 \left(\frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \frac{1}{64} \right) = 5,12 \cdot 0,390625 = 2,02 < 2 \Rightarrow c_6 = 1$$

$$N = 0110011$$

$$V_o(N) = 5,12 \left(0,390625 + \frac{1}{128} \right) = 2,0372 \Rightarrow c_7 = 0$$

$$N = 0110010$$

(b) 2 DAC-uri bipolare cu $V_{REF} = 5,12V$ cu domeniul de lucru $\left[-\frac{V_{REF}}{2}, \frac{V_{REF}}{2}\right]$, $n_1 = 8 \text{ biti}$, $n_2 = 9 \text{ biti}$.

care dintre cele două DAC-uri poate fi folosit pt. genera-
rea esanțioanelor unui semnal sin cu $U_0 = 3V$?

Dom. de l'arcu : $[-2,56; 2,56)$

Dacă urmăm osemnolul de ierire, în cazul nostru $U_0 = 3V$.

$3V \notin [-2,56V ; 2,56V] \Rightarrow$ micim ~~APC~~ nu poate fi folosit la esontionarea acestui senzor.

(c) Ce tensiune se obține la ieșirea unui ADC unipolar pe 8 biți, care fol. codul binar (BN) cu $V_{ref} = 5,12V$ pentru $N = 00H$?

$$N = C_0 H \quad \Rightarrow N = 11000000 \big|_2$$

$$1100 \leftarrow \leftarrow 0000$$

$$12$$

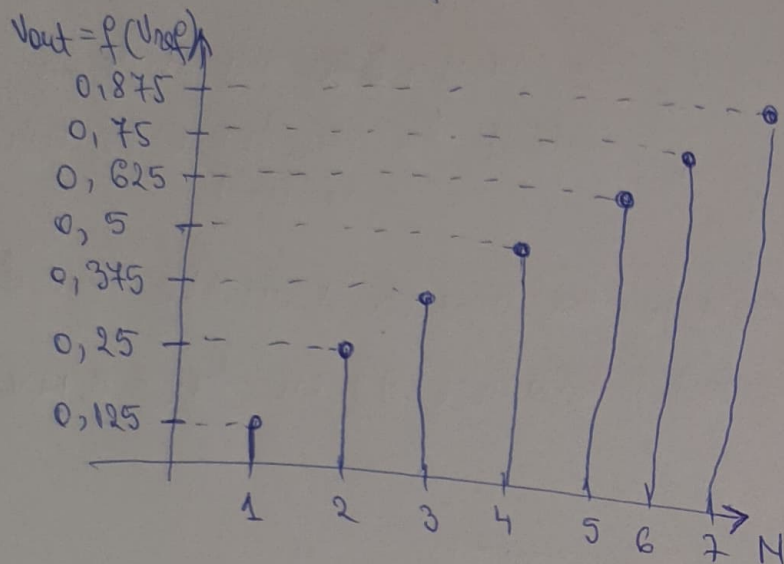
$$V_0(N) = 5,12 \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) = 5,12 \cdot 0,75 = 3,84 \text{ V.}$$

(d) Sese noti caracteristica de conversie pentru un SAC pe 3 siti care foloseste codul binar natural.

$$V_{out} = V_{ref} \cdot \sum_{k=1}^3 b_k \cdot 2^{-k}$$

3 biti $\Rightarrow 2^3 = 8$ stavu

- (0) $V_{out}(000) = V_{ref} \cdot 0 = 0$
- (1) $V_{out}(001) = V_{ref} (2^{-3}) = 0,125 \cdot V_{ref}$
- (2) $V_{out}(010) = V_{ref} (2^{-2}) = 0,25 \cdot V_{ref}$
- (3) $V_{out}(011) = V_{ref} (2^{-1} + 2^{-2}) = 0,375 V_{ref}$
- (4) $V_{out}(100) = V_{ref} (2^{-1}) = 0,5 V_{ref}$
- (5) $V_{out}(101) = V_{ref} (2^{-1} + 2^{-3}) = 0,625 V_{ref}$
- (6) $V_{out}(110) = V_{ref} (2^{-1} + 2^{-2}) = 0,75 V_{ref}$
- (7) $V_{out}(111) = V_{ref} (2^{-1} + 2^{-2} + 2^{-3}) = 0,875 V_{ref}$



Caracteristica de conversie
(pt DAC)
→ în funcție de V_{ref} .

e) Caracteristica de conversie pt un ADC cu $n=3$ folosind codul binar deplasat.

$$V_{out} = V_{REF} \left(\sum_{k=1}^n 2^{-k} \cdot b_k - \frac{1}{2} \right)$$

tenziune de ieșire de
referință

$n=3 \text{ biti} \Rightarrow 2^3 = 8 \text{ stări}$

000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111.

→ calcul după formulă sau translație cu $\frac{1}{2}$.

$$V_{out}(000) = V_{ref} (0,5 - 0,5) = -0,5 V_{ref}$$

$$V_{out}(001) = V_{ref} (0,125 - 0,5) = -0,375 V_{ref}$$

$$V_{out}(010) = V_{ref} (0,25 - 0,5) = -0,25 V_{ref}$$

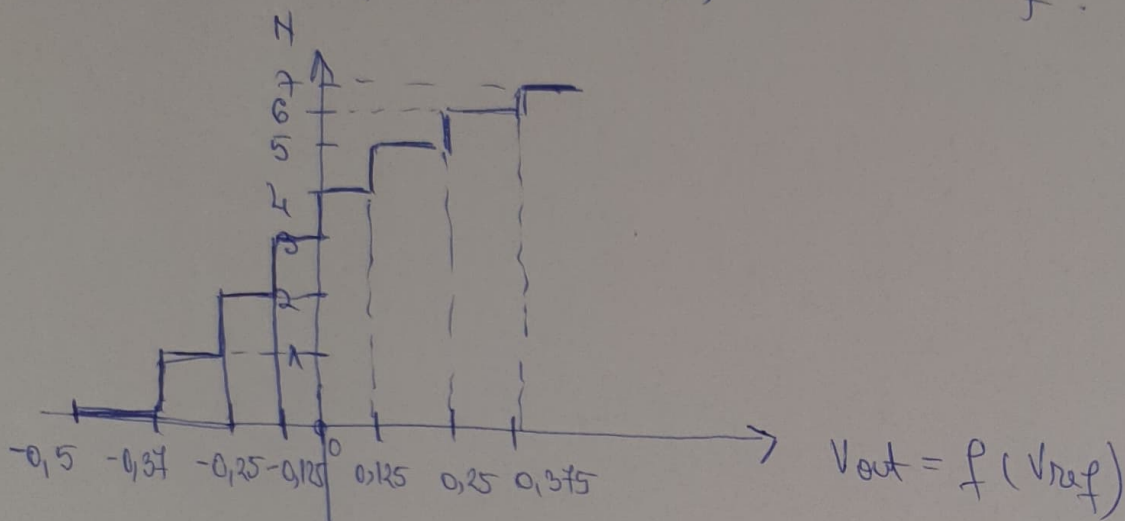
$$V_{out}(011) = V_{ref} (0,375 - 0,5) = -0,125 V_{ref}$$

$$V_{out}(100) = V_{ref} (0,5 - 0,5) = 0$$

$$V_{out}(101) = V_{ref} (0,625 - 0,5) = 0,125 V_{ref}$$

$$V_{out}(110) = V_{ref} (0,75 - 0,5) = 0,25 V_{ref}$$

$$V_{out}(111) = V_{ref} (0,875 - 0,5) = 0,375 V_{ref}$$



f) Definite următoarele erori:

→ de offset = eroare de offset - caracteristica de conversie nu trece prin origine (pt $V_{in} = 0$).

→ de factor de scară - caract. de conversie nu trece prin capul de scară, poate apărea după corectarea erorii de offset.

→ de neliniaritate integrală = dif. max. dintre tens. teoretică de intrare și cea obținută în urma măsurărilor.