FACULTATEA
CALCULATOARE, INFORMATICĂ
ȘI MICROELECTRONICĂ

Departamentul
Informatică și
Ingineria Sistemelor

ANALIZA ȘI SINTEZA DISPOZITIVELOR NUMERICE

TITULAR: LECT.UNIV. ANA ȚURCAN

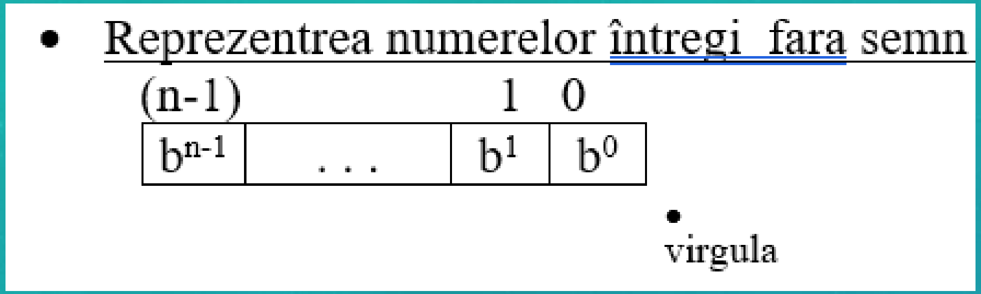
TEMA NR.4:

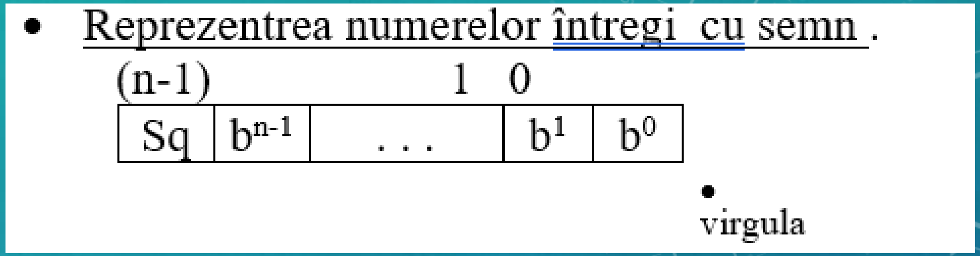
REPREZENTAREA INFORMAŢIEI NUMERICE ÎN CALCULATOARELE NUMERICE.

1 Reprezentarea numerelor în virgulă fixă şi mobilă
2 Codurile direct invers şi complementar pentru reprezentarea numerelor
3. Codurile binar-zecimale

1. Pentru reprezentarea numerelor în calculatoarele numerice de obicei se folosesc două forme şi anume forma de *virgulă fixă şi mobilă* (flotantă).

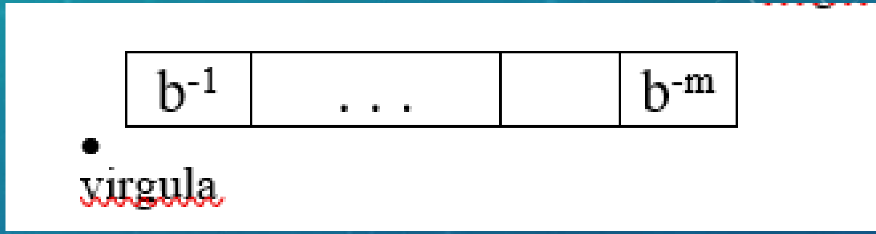
Reprezentarea numerelor în virgulă fixă : această formă se caracterizează prin faptul că poziţia virgulei este stabilită pentru toate numerele în acelaş loc, iar numărul de cifre, care reprezintă partea întreagă şi cea fracţionară a numărului, sunt fixe. Virgula nu se reprezintă fizic în calculator, de aceea nu ocupă nici un bit în reprezentarea numărului. În calculatoarele numerice de cele mai dese ori, virgula se fixează sau după cea mai puţin semnificativă cifră şi în acest caz lipseşte partea fracţionară a numărălui sau virgula se fixează înaintea celei mai semnificative cifre a numărului şi în acest caz lipseşte partea întreagă.





Orice numar N reprezentat în prima aceasta forma se afla în intrevalul:

$$1 \leq N \leq 2^{-\mathbf{n}} -1$$



.

În primul caz la programarea fiecărui calculator se stabileşti din timp că varianta respectivă este de tip întreg.

1. În al doilea caz intervalul de reprezentare a acestor numere va fi:

$$\mathbf{2^{-m} \leq N \leq 1\text{-}2^{-m}.}$$ **Numere cu semn**

Această variantă nu se foloseşte separat în calcule doar ca componentă de reprezentare a numerelor în virgulă mobilă.

O altă formă mai universală de reprezentare a numerelor în calculatoare este reprezentarea în virgulă mobilă. În acest caz fiecare număr este reprezentat prin două componente şi anume mantisa şi puterea (sau exponenta caracteristică) acestui număr, care indică poziţia virgulei la reprezentarea nr.)

Mantisa este de obicei un număr reprezentat în virgulă fixă şi este un număr fracţionar (Mn<1) iar puterea este un număr întreg. Orice număr se poate reprezenta prin forma:

$$N = m_N \, r^{P}$$

unde N- număr întreg,

r- baza sistemului,

m- mantisa şi p- puterea.

Mantisa şi puterea pot avea semne negative cît şi pozitive.

În codul binar respectiv: $N = m_N 2^{e_N}$

Formatul numerelor în virgula mobila: doua câmpuri unul pentru mantisa altul pentru exponenta. Mantisa numărului binar trebuie sa satisfacă condiția:

.

$$\frac{1}{2} \leq |m_N| < 1$$

Exemplu: X=0,234*10^{5}; Mx=0,234; Px=5

Y=10.246*10^{-10} ;   0,10246* 10^{-8}

2 Codurile direct, invers şi complementar

O mare importanţă în fiecare calculator are felul în care este codificată informaţia. De acesta depinde viteza prelucrării informaţiei, cheltuielele de aparataj în calcul, volumul de memorie utilizat pentru păstrarea informaţiei etc. Există trei forme uzuale pentru reprezentarea numerelor cu semn, forme descrise în continuare.

În codul direct numerele egale după modul au aceiași formă de reprezentare cu excepția valorii.

Reprezentarea numerelor în codul direct - Numerele interegi au urmatoare prezentare:

n	(n-1)		1	0
Sg	b_{n-1}	. . .	b_1	b_0

unde - Sg este bitul semnului.

Numerele cu semn în codul direct se reprezintă astfel:

$$N_{cd} = \begin{cases} 0\, b_{n-1}\, b_{n-2} \ldots b_1\, b_0\,; & N \geq 0 \\ 1\, b_{n-1}\, b_{n-2} \ldots b_1\, b_0\,; & N < 0 \end{cases}$$

Diapazonul numereleor întregi în CD $-(2^n+1) \leq N_{cd} \leq 2^n-1$.

Numerele fractionare au forma:

	-1	-2		-m
Sg .	b_{-1}	b_{-2}	. . .	b_{-m}

DIAPAZONUL DE PREZENTARE : $-(1-2^{-m}) \leq N_{cd} \leq 1-2^{-m}$.

Acest cod are avantajul- este uşor de identificat numerele care au aceiaşi valoare absolută dar sunt diferite după semn.

Dezavantajul – constă în faptul că operaţiile de adunare şi scădere în acest cod se îndeplineşte după reguli diferite ce înseamnă că sunt necesare mijloacele tehnice diferite pentru acest operaţii. Pentru operatiile de adunare acest cod practic nu se folosește, însă este utilizat la operațiile de înmulțire.

În **Cod invers** un nr. pozitiv reprezentat este echivalent cu reprezentarea aceluiaşi nr. în cod direct. Reprezentarea numerelor negative în cod invers se efectuează prin înlocuirea fiecărei cifre a acestui nr. pînă la valoarea b-1, unde b - baza SN. În sistemul binar valoarea codului invers al unui nr. negativ se efectuiază astfel 0 trece în 1 și invers. Numerele în codul invers se reprezintă astfel:

$$N_{ci} = \begin{cases} 0\, b_{n-1}\, b_{n-2} \ldots b_1\, b_0\,; & N \geq 0 \\ 1\, \overline{b}_{n-1}\, \overline{b}_{n-2} \ldots \overline{b}_1\, \overline{b}_0\,; & N < 0 \end{cases}$$

Diapazonul numerelor întregi: **$-(2^n+1) \leq N_{CI} \leq 2^n-1$.**

Numerele fracţionare au diapazonul: **$-(1-2^{-m}) \leq N_{CI} \leq 1-2^{-m}$.**

În **codul complementar** numerele pozitive coincid cu reprezentarea lor în cod direct, iar orice numar negativ se reprezintă prin valoarea care-l completează pe acest număr pînă la baza SN.

$$N_{cc} = \begin{cases} 0\, b_{n-1} b_{n-2} \dots b_1 b_0 ; & N \geq 0 \\ 1\, \bar{b}_{n-1} \bar{b}_{n-2} \dots \bar{b}_1 (\bar{b}_0 + 1) ; & N < 0 \end{cases}$$

Diapazonul de prezentare a numerelor în CC: $-2^n \leq N_{CC} \leq 2^n-1$.

De Exemplu:

un numar întreg prezentat pe 32 biti va avea valoarea cuprinsă între $[-2^{31}; (2^{31}-1)]$.

EXEMPLE:

$N=-1_{(10)}$; 1-0001 $N_{CD}=1.0000001$; $N_{CI}=1.1111110$; $N_{CC}=1.1111111$;

$N=35_{(10)}$; 35-0100011 $N_{CD}=0.0100011$; $N_{CI}= 0.0100011$; $N_{CC}=0.0100011$;

$N=-35_{(10)}$; 35-0100011 $N_{CD}=1.0100011$; $N_{CI}=1.1011100$; $N_{CC}=1.1011101$;

3) Coduri binar-zecimale

Calculatoarele moderne au şi regimul de funcţionare în sistemul de numeraţii zecimale. Acest regim se foloseşte în codurile când problemele care se rezolvă necesită prelucrarea a masivelor mari de cifre zecimale şi se confruntă cu încărcarea acestor masive deodată în calculator şi extragerea masivelor de date în volum mare din calculator. În acest caz pentru a evita pierderile de timp pentru conversia datelor la intrarea şi ieşirea din calculator, datele se prelucrează în sistemul zecimal.

Numerele pot fi reprezentate în sistemul de numeraţie cu baza 10, în condiţiile în care rangurile zecimale sunt codificate prin tetrade binare. Există mai multe variante de codificare a cifrelor zecimale, dar utilizare practică o au doar un număr relativ mic care se divizează în 2 grupuri: ponderate şi neponderate (cele ponderate se caracterizează prin faptul că fiecărei cifre zecimale i se asociază o tetradă, iar ponderea fiecărui bit din tetrada respectivă este egală cu valoarea cifrei din cod).

Definiţie: Codul se numeşte ponderat dacă pentru fiecare combinaţie de cifre binare care codifică cifrele zecimale $\alpha_4\ \alpha_3\ \alpha_2\ \alpha_1$, care codifică cifrele zecimale, este valabil următoarea formulă:

$$B = \alpha_1 P_1 + \alpha_2 P_2 + \alpha_3 P_3 + \alpha_4 P_4$$

unde P1, P2, P3, P4 sunt valorile care reprezintă ponderea fiecărei poziţie a codului binar zecimal. Valorile ponderilor codurilor binar-zecimale pot fi atât pozitive cât și negative.

	$\alpha_4\ \alpha_3\ \alpha_2\ \alpha_1$ 8421	$\alpha_4\ \alpha_3\ \alpha_2\ \alpha_1$ 4221	$\alpha_4\ \alpha_3\ \alpha_2\ \alpha_1$ 832(-4)
0	0000	0000	0000
1	0001	0001	0111
2	0010	0010	0010
3	0011	0011	0100
4	0100	0110	1001
5	0101	1001	0110
6	0110	1100	1011
7	0111	1101	1101
8	1000	1110	1000
9	1001	1111	1111

În codul *8421*, cuvintele de cod sunt numere succesive în sistemul binar natural şi din acest motiv, codul se mai numeşte *cod zecimal-binar natural* (*NBCD*)

Coduri neponderate: Exemple de coduri neponderate sunt:

- codul *binar reflectat* - codul *8421 cu bit de paritate* - codul *exces 3* - codul *2 din 5*

Codul “binar reflectat” se obţine prin “reflectări repetate” a codurilor pe n-1 ranguri, adăugând biţi 0 într-unul din domenii şi biţi 1 în celălalt domeniu (cele 2 domenii sunt separate prin planul de oglindire). Exemple de coduri “binar reflectate” sunt *codul Gray* şi *codul Gray închis*.

Codul *Gray* prezintă proprietatea de *adiacenţă*: trecerea de la o cifră zecimală la următoarea se face prin modificarea unui singur bit din cuvântul de cod. Acest cod este util în cazul mărimilor ce cresc succesiv.

În mediile puternice influenţate de zgomot, verificarea transmiterii corecte a informaţiilor se face prin folosirea *codurilor detectoare de erori*. În *codul 8421 cu bit de paritate*, fiecare cuvânt de cod are un număr par sau impar de biţi 1.

Codul *exces 3* se obţine din *codul 8421* la care se adună 3 = 0011. În acest fel se poate face distincţie între 0 şi lipsa informaţiei (zero este codificat prin 0011 şi nu prin 0000, fiind numit uneori „zero viu”).

Codul *2 din 5* se caracterizează printr-un cuvânt de cod de 5 biţi, din care numai doi biţi sunt 1. Se realizează astfel o unicitate a reprezentării deoarece numai 10 din cele 32 de configuraţii posibile pe 5 biţi satisfac această condiţie. Prin folosirea acestui cod se pot detecta erorile multiple apărute la transmiterea informaţiei.

Principalele coduri neponderate sunt prezentate în tabelul următor:

	Binar reflectat	Gray	Gray închis	8421 cu paritate impară	exces3	2 din 5
0	0000	0000	0010	00000	0011	00011
1	0001	0001	0110	10001	0100	00101
2	0011	0011	0111	10010	0101	00110
3	0010	0010	0101	00011	0110	01001
4	0110	0110	0100	00100	0111	01010
5	0111	0111	1100	00101	1000	01100
6	0101	0101	1101	00110	1001	10001
7	0100	0100	1111	10111	1010	10010
8	1100	1100	1110	11000	1011	10100
9	1101	1101	1010	01001	1100	11000
10	1111					
11	1110					
12	1010					
13	1011					
14	1001					
15	1000					

C)Coduri ponderate particulare

Codul ponderat 8421 este cel mai răspândit fiind particularizat pentru reprezentarea cifrelor în diverse baze de numeraţie. Deoarece fiecare bit are ponderea numărului în binar şi cuvintele de cod sunt chiar numerele succesive în sistemul binar natural, acest cod se mai numeşte cod zecimal binar natural (NBCD, Natural Binary Coded Decimal). El cuprinde cifrele binare de la 0 la 10. Atunci când codifică toate combinaţiile binare pe 4 biţi este numit cod BCD (Binary Coded Decimal).

În funcţie de baza de numeraţie a numărului care trebuie codificat putem avea şi alte tipuri de coduri (octal-binar, hexazecimal-binar).

Principalele coduri binare uzuale.

Număr zecimal	BCD	NBCD	octal	hexa
0	0000	0000	0000	0
1	0001	0001	0001	1
2	0010	0010	0010	2
3	0011	0011	0011	3
4	0100	0100	0100	4
5	0101	0101	0101	5
6	0110	0110	0110	6
7	0111	0111	0111	7
8	1000	1000		8
9	1001	1001		9
10	1010			A
11	1011			B
12	1100			C
13	1101			D
14	1110			E
15	1111			F

Codul *octal-binar* realizează corespondenţa biunivocă între cifrele sistemului de numeraţie în baza *8* şi triadele binare succesive.

Codul *hexazecimal - binar* realizează corespondenţa biunivocă între cifrele sistemului de numeraţie în baza 16 şi tetradele binare succesive corespunzătoare.

2) *Coduri alfanumerice*

Spre deosebire de numerele reale, care au o gama infinita, numarul caracterelor alfanumerice este limitat, ceea ce permite ca un întreg set de caractere sa fie codificat cu un numar redus de biti pe caracter. În practica se utilizeaza trei sisteme de codificarea a caracterelor alfa numerice: ASCII (American Standard Code for Information Interchange), EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code) si Unicode.

Codul ASCII - utilizat pentru reprezentarea carcterelor alfanumerice, utilizeaza 7 biti pe caracter. Toate cele 27 coduri posibile reprezentând caractere valide.

Codul EBCDIC este un cod pe 8 biti utilizat de catre IBM

Unicode reprezinta un standard (ISO/IEC 10646) pentru reprezentarea caracterelor cu ajutorul unor cuvinte de 16 biti, ceea ce permite codificarea a 65536 caractere. Unicode ofera o modalitate consistenta pentru codificarea textelor în care sunt utilizate caractere diferite cum ar fi cele Latine, Grecesti, Chinezesti, Japoneze etc. Unicode - utilizează în mod regulat simboluri matematice, cât si alte caractere întalnite în textele tehnice.

0+0=0

0+1=1

1+0=1

1+1=0(1)

N=45 = 101101; Ncd=0.101101 Nci=0.101101 Ncc=0.101101

32 16 8 4 2 1

1 0 1 1 0 1- 45

1 1 1 1 0 0 - 60

N = - 60 ; 111100 Ncd=1.111100 Nci=1.000011 Ncc=1. 000100

1.000011

1

1.000100

***Exemplu:** N=0.110010= 50*

Ncd= 1. 00011= -3

Ncc= 1. 00011= -.11101=-29

Nci= 1. 00011= -. 11100=-28

Vă mulțumesc pentru atenție!


ÎNTREBĂRI