

A. Reprezentarea numerelor binare cu semn

A.1. Reprezentarea în valoare absolută cu semn

Cea mai simplă posibilitate de reprezentare a numerelor cu semn, care este însă practic nefolosită în sistemele de calcul este cea care utilizează bitul de semn și modulul numărului. Semnul este o componentă distinctă și anume este cel mai semnificativ bit al reprezentării binare. Un exemplu al acestei reprezentări este dat mai jos:

+ 6	0 1 1 0
- 6	1 1 1 0
+ 11	0 1 0 1 1
+ 11	1 1 0 1 1

A.2. Reprezentarea numerelor în formă complementară

În totalitatea cazurilor se utilizează reprezentarea numerelor cu semn în formă complementară, ceea ce favorizează în mod decisiv implementarea hardware a operațiilor aritmetice cu aceste numere. Există două tipuri de reprezentare:

- *complement față de 2* ;
- *complement față de 1*.

Deoarece reprezentarea în complement față de 1 ridică anumite probleme, procesările cu numere cu semn se fac cu numere reprezentate în complement față de 2. Calculul complementului față de doi, pentru un număr X , reprezentat pe n biți, va fi:

$$[X]_2 = 2^n - X$$

Astfel, prin reprezentarea complementului față de doi al unui număr, se obține reprezentarea binară a opusului acestui număr (deci $[X]_2 = -X$). De exemplu, fie $X = 6_{10} = (0110)_2$, unde $n=4$. Calculând complementul față de doi al acestui număr, se obține reprezentarea pentru $-X = (-6)_{10}$, reprezentarea:

$$[X]_2 = 2^4 - 0110 = 10000 - 0110 = 1010$$

Practic, se utilizează următoarele metode, pentru obținerea complementului față de 2 al unui număr:

(a) se inversează toți biții numărului, și se adună 1 la cel mai puțin semnificativ bit.

De exemplu, fie:	$X = 0110$
X inversat va fi	1001
se aduna 1	1
Rezultat:	$[X]_2 = 1010$

(b) se lasă neschimbate cifrele din număr până la primul 1 inclusiv (de la dreapta la stânga), inversându-se celelalte cifre binare.

De exemplu, fie $X = 0110 \Rightarrow [X]_2 = 1010$

$\overline{\quad} \quad \overline{\quad}$
 $\text{0} \quad \text{0}$

se inversează | rămân nemodificate

În aceste condiții, un număr reprezentat pe un cuvânt de lungime dată în complement față de 2, va avea implicit un bit de semn (bitul cel mai semnificativ - bitul din stânga), și reprezentarea propriu-zisă pe ceilalți biți. Astfel:

+ 19 = 0, 0010011

0 _____

bit de semn 0 valoarea $X > 0$

1 _____ ÷ 2's complement al valorii $X < 0$

- 19 = 1, 1101101

A.3. Operații cu numere reprezentate în complement față de 2

La numerele reprezentate în complement față de 2, bitul de semn este considerat ca bit ordinar al numărului, asupra sa efectuându-se operații obișnuite de adunare și scădere. Adunarea și scăderea în această reprezentare vor da întotdeauna rezultate corecte, cu condiția evidentă de a nu apărea depășiri ale limitelor de reprezentare (**overflow** = depășire superioară, sau **borrow** = împrumut). Dacă apare transport la ultimul rang, acesta nu se mai ia în calcul. Dacă bitul cel mai semnificativ are valoarea 0, atunci reprezentarea este în binar a unui număr pozitiv. Dacă cel mai semnificativ bit are valoarea 1, atunci reprezentarea este în complement față de 2 a unui număr întreg negativ.

În ceea ce privește **înmulțirea**, se preferă convertirea numerelor la valoarea pozitivă (modul), înmulțirea între numerele pozitive, și corecția finală în funcție de semnul rezultatului, dedus separat din analiza semnelor celor doi termeni.

Exemple:

A.3.1. Adunarea

$$(-4) + (-10) = ?$$

$$\begin{array}{r} +4 \quad 00100 \\ +10 \quad 01010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -4 \quad 11100 \text{ în complement față de 2} \\ -10 \quad 10110 \text{ în complement față de 2} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ + \\ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\ \hline 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \end{array}$$

Apare carry ← care se pierde

Rezultatul este 10010, un număr negativ, deci este reprezentat în complement față de 2. Valoarea zecimală absolută a acestui număr este 14, iar semnul este minus.

$$(+4) + (-10) = ?$$

$$\begin{array}{r} +4 \quad 00100 \\ +10 \quad 01010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -4 \quad 11100 \text{ în complement față de 2} \\ -10 \quad 10110 \text{ în complement față de 2} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ + \\ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\ \hline 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \end{array}$$

Rezultatul este 10110, un număr negativ, deci este reprezentat în complement față de 2. valoarea zecimală absolută a acestui număr este 6, iar semnul este minus.

A.3.2. Scăderea

$$(+4) + (-10) = ?$$

$$\begin{array}{r} +4 \quad 00100 \\ +10 \quad 01010 \end{array} \qquad \begin{array}{r} -4 \quad 11100 \text{ în complement față de 2} \\ -10 \quad 10110 \text{ în complement față de 2} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ - \\ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\ \hline 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \end{array}$$

Rezultatul este un număr pozitiv, deci reprezentarea este în binar natural; în reprezentare zecimală, numărul are valoarea +6.

$$\begin{array}{r} 10.011 \\ +100.11 \\ \hline 111.001 \end{array}$$

11.011 adunat cu 100.11 produce rezultatul 111.001.

B.2. Reprezentarea în virgulă mobilă

O reprezentare în virgulă mobilă a unui număr fracționar are două componente. Prima componentă este un număr în virgulă fixă cu semn denumit **mantisă**; a doua componentă a reprezentării definește poziția virgulei binare (sau zecimale) și se numește **exponent**. Mantisa poate fi o fracție sau un întreg. De exemplu, numărul zecimal +6132.789 este reprezentat în virgulă mobilă astfel:

Mantisa	Exponentul
+0.6132789	+04

Valoarea exponentului indică faptul că poziția virgulei este la patru ranguri de la dreapta poziției sale din fracție. În regiștri sau memorie vor fi memorate numai mantisa și exponentul.

Un număr binar în reprezentare în virgulă mobilă este reprezentat într-o manieră asemănătoare cu cea de mai sus.

Exemplu:

Numărul binar +1001.11 este reprezentat cu ajutorul unei fracții pe 8 biți și un exponent pe 6 biți:

Mantisa	Exponentul
01001110	000100

Valoarea celui mai semnificativ bit din reprezentare dă semnul (în acest caz 0 specifică faptul că este un număr pozitiv). „Virgula” se consideră că este poziționată imediat după bitul de semn. Exponentul este echivalentul binar al valorii +4, deci poziția virgulei este patru ranguri binare spre dreapta.

De obicei calculatoarele folosesc reprezentări în virgulă mobilă folosind cuvinte lungi, în aceste exemplificări ne vom limita la reprezentarea în virgulă mobilă pe un singur octet, fiind suficient pentru a descrie conceptele de bază ale acestei reprezentări. Din nou, bitul de semn (MSB al octetului) egal cu 0 semnifică faptul că valoarea stocată este pozitivă, iar valoarea 1 a bitului de semn semnifică faptul că valoarea este negativă. Cei șapte biți rămași sunt împărțiți în cele două câmpuri astfel: următorii trei biți după bitul de semn reprezintă câmpul exponentului, iar restul de patru biți reprezintă câmpul mantisei.

Exemplu:

Un octet cuprinde următorii biți:

01101011

Analizând acest șir de biți, se observă că cel mai semnificativ bit (MSB) al octetului este 0, ceea ce înseamnă că semnul valorii reprezentate astfel este +; exponentul este format de următorii trei biți, adică 110, iar mantisa este 1011.

Pentru a decodifica octetul, se extrage mai întâi mantisa și se plasează o virgulă zecimală la stânga ei:

.1011

Apoi se extrage exponentul (110), care se interpretează ca un întreg stocat folosind metoda în exces pe trei biți:

Cuvânt binar	Valoarea reprezentată
111	3
110	2
101	1
100	0
011	-1
010	-2
001	-3
000	-4

În acest caz, cuvântul binar din câmpul exponentului reprezintă valoarea 2. Acest lucru semnifică faptul că virgula trebuie mutată la dreapta cu 2 biți. Un exponent cu valoare negativă înseamnă că virgula trebuie mutată la stânga.

În consecință, se obține:

10.11

care este valoarea pozitivă $2 \frac{3}{4}$ în reprezentarea zecimală.

Alt exemplu:

Octetul cuprinde șirul de biți:

10111100

bit semn: 1

mantisa: .1100

exponent: 011 -1 deci se mută virgula la stânga cu un rang binar

Rezultă șirul de biți:

.01100

deci valoarea modulului este $\frac{3}{8}$, deoarece bitul de semn este 1, valoarea stocată este negativă.

Deci:

10111100 → $-\frac{3}{8}$

Pentru a stoca o valoare folosind reprezentarea în virgulă mobilă descrisă mai sus, se inversează practic procesul de mai sus.

Exemplu:

Pentru a reprezenta valoarea $1 \frac{1}{8}$:

Se reprezintă valoarea de mai sus în binar, și se obține:

1.001

Se copiază cuvântul binar astfel obținut în câmpul mantisei de la stânga la dreapta, începând cu primul bit diferit de 0 din reprezentarea binară. În acest moment, octetul arată astfel:

___ _ 1001

Se completează câmpul exponentului considerând că mantisa are la stânga sa o virgulă, și se va determina numărul de biți și direcția în care va trebui deplasată această virgulă pentru a obține reprezentarea binară inițială. În acest caz, exponentul trebuie să reprezinte valoarea zecimală 1, adică 101 în reprezentarea în exces pe trei biți. Numărul care este reprezentat fiind pozitiv, bitul de semn este 0. se obține :

01011001

Arhitectura Calculatoarelor
 Lucrarea de laborator nr.3
Exerciții 1:

- Converțiți fiecare dintre următoarele reprezentări în complement față de doi la forma zecimală echivalentă:
 a. 00011 b. 01111 c. 11100 d. 11010 e. 00000 d. 10000
- Converțiți fiecare dintre următoarele reprezentări zecimale la reprezentarea în complement față de doi echivalentă, utilizând cuvinte cu lungimea de opt biți:
 a. 6 b. -6 c. -17 d. 13 e. -1 f. 0
 g. 127 h. -342 i. 255 j. -142 k. -129 l. -56
- Presupunem că următoarele cuvinte binare reprezintă valori stocate utilizând notația în complement față de doi. Găsiți reprezentarea în complement față de doi a opusului fiecărei valori:
 a. 00000001 b. 0110101 c. 11111100 d. 11111110 e. 00000000 d. 01111111
- Fie un calculator care stochează numere utilizând notația în complement față de doi. Care sunt cele mai mari numere, respectiv cele mai mici numere care pot fi stocate dacă se utilizează modele de biți care au următoarele lungimi?
 a. patru b. șase c. opt
- În următoarele probleme, fiecare cuvânt binar reprezintă o valoare stocată utilizându-se notația în complement față de doi. Găsiți răspunsul fiecărei probleme în complement față de doi, efectuând operațiile de adunare descrise în text. Verificați apoi corectitudinea rezolvării, trecând problema și răspunsul dumneavoastră în notația zecimală.
 a.
$$\begin{array}{r} 0101 \\ +0011 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 0011 \\ +0001 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 0101 \\ +1010 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 1110 \\ + 0011 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 1110 \\ \hline \end{array}$$
- Rezolvați fiecare din următoarele probleme utilizând notația în complement față de doi, dar verificați de această dată și apariția de depășiri superioare și precizați care răspunsuri sunt incorecte din cauza acestui fenomen.
 a.
$$\begin{array}{r} 0101 \\ +0011 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 0101 \\ +0110 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 1010 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 1010 \\ + 0111 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 0111 \\ + 0001 \\ \hline \end{array}$$
- Treceți fiecare din următoarele probleme din notația zecimală în notația în complement față de doi, utilizând cuvinte cu lungimea de patru biți, apoi converțiți fiecare problemă la o problemă echivalentă de adunare (așa cum procedează un calculator) și la sfârșit efectuați adunarea. Verificați-vă răspunsurile convertindu-le înapoi în notația zecimală.
 a.
$$\begin{array}{r} 6 \\ +1 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 3 \\ -2 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 4 \\ -6 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 2 \\ +4 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 1 \\ -5 \\ \hline \end{array}$$
- Poate să apară depășire superioară la adunarea a două valori reprezentate în notația în complement față de doi atunci când una dintre valori este pozitivă și cealaltă este negativă? Argumentați-vă răspunsul.
- Converțiți următoarele reprezentări zecimale la formele echivalente scrise în complement față de doi, utilizând cuvinte de șapte biți:
 a. 12 b. -12 c. -1 d. 0 e. 8
- Efectuați adunările de mai jos, considerând că șabloanele binare reprezintă valori scrise în notația în complement față de doi. Identificați fiecare caz în care răspunsul este incorect datorită apariției depășirii superioare.
 a.
$$\begin{array}{r} 00101 \\ +01000 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 01111 \\ +00001 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 11111 \\ +00001 \\ \hline \end{array}$$

 d.
$$\begin{array}{r} .10111 \\ +11010 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 00111 \\ +00111 \\ \hline \end{array}$$
 f.
$$\begin{array}{r} 00111 \\ +01100 \\ \hline \end{array}$$

 g.
$$\begin{array}{r} 11111 \\ +11111 \\ \hline \end{array}$$
 h.
$$\begin{array}{r} 01010 \\ +10101 \\ \hline \end{array}$$
 i.
$$\begin{array}{r} 01000 \\ +01000 \\ \hline \end{array}$$

11. Converteți următoarele reprezentări binare la reprezentările în baza zece echivalente:
- a. 11.001 b. 100.1101 c. .0101 d. 1.0 e. 10.01
12. Exprimați următoarele valori utilizând notația binară în virgulă fixă:
- a. $5 \frac{3}{4}$ b. $\frac{1}{16}$ c. $7 \frac{7}{8}$ d. $1 \frac{1}{4}$ e. $6 \frac{5}{8}$
13. Converteți fiecare dintre următoarele reprezentări binare în formă zecimală echivalentă:
- a. 11.01 b. 101.111 c. 10.1 d. 110.011 e. 0.101
14. Exprimați următoarele valori în notația binară adecvată:
- a. $4 \frac{1}{2}$ b. $2 \frac{3}{4}$ c. $1 \frac{1}{8}$ d. $\frac{5}{16}$ e. $5 \frac{5}{8}$
15. Exprimați următoarele operații de adunare în notație binară:
- a. $\begin{array}{r} 11011 \\ +1100 \\ \hline \end{array}$ b. $\begin{array}{r} 1010.001 \\ + \quad 1.101 \\ \hline \end{array}$ c. $\begin{array}{r} 1111.1 \\ + \quad .1 \\ \hline \end{array}$ d. $\begin{array}{r} 111.11 \\ + \quad .01 \\ \hline \end{array}$
16. Decodificați următoarele cuvinte binare utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare:
- a. 01001010 b. 01101101 c. 00111001 d. 11011100
e. 10101011 f. 01100101
17. Codificați următoarele valori în formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare. Indicați cazurile în care apar erori de rotunjire.
- a. $2 \frac{3}{4}$ b. $5 \frac{1}{4}$ c. $\frac{3}{4}$ d. $-3 \frac{1}{2}$ e. $-4 \frac{3}{8}$
f. $\frac{1}{2}$ g. $7 \frac{1}{2}$ h. $-3 \frac{3}{4}$
18. Considerând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator, care dintre următoarele cuvinte binare 01001001 și 00111101 reprezintă o valoare mai mare? Descrieți o procedură simplă care cu ajutorul căreia să se poată determina care dintre cele două cuvinte reprezintă valoarea mai mare.
19. Care este cea mai mare valoare ce poate fi reprezentată utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator? Care este cea mai mică valoare pozitivă ce poate fi reprezentată?
20. Care este cea mai bună aproximare a rădăcinii pătrate a lui 2 care poate fi exprimată în formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator? Ce valoare se obține dacă această aproximare este ridicată la pătrat de un calculator utilizând formatul în virgulă mobilă?
21. Care este cea mai bună aproximare a valorii de o zecime care poate fi reprezentată utilizându-se formatul în virgulă mobilă descris în lucrare?
22. Explicați ce erori pot apărea atunci când distanțele măsurate în sistemul metric sunt stocate utilizându-se notația în virgulă mobilă. De exemplu, ce se întâmplă dacă se stochează valoarea de 110 cm, exprimată în metri?
23. Utilizându-se formatul în virgulă mobilă descris în lucrare, care va fi rezultatul calculării sumei $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + 2 \frac{1}{2}$ de la stânga la dreapta? Dar dacă operațiile se efectuează de la stânga la dreapta?
24. În fiecare dintre următoarele probleme, interpretați cuvintele binare utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare, adunați valorile reprezentate și codificați apoi rezultatul în același format în virgulă mobilă. Precizați cazurile în care apar erori de rotunjire.
- a. $\begin{array}{r} 11011100 \\ + 01101000 \\ \hline \end{array}$ b. $\begin{array}{r} 01101010 \\ + 00111000 \\ \hline \end{array}$ c. $\begin{array}{r} 00011000 \\ + 00011000 \\ \hline \end{array}$ d. $\begin{array}{r} 01011000 \\ + 01011000 \\ \hline \end{array}$

Exerciții 2:

- Converțiți fiecare dintre următoarele reprezentări în complement față de doi la forma zecimală echivalentă:
a. 00010 b. 01011 c. 11000 d. 11100 e. 00000 d. 10000
- Converțiți fiecare dintre următoarele reprezentări zecimale la reprezentarea în complement față de doi echivalentă, utilizând cuvinte cu lungimea de opt biți:
a. 4 b. -4 c. -18 d. 12 e. -1 f. 0
g. 127 h. -341 i. 255 j. -132 k. -128
- Presupunem că următoarele cuvinte binare reprezintă valori stocate utilizând notația în complement față de doi. Găsiți reprezentarea în complement față de doi a opusului fiecărei valori:
a. 00000001 b. 0101101 c. 11111000 d. 01111110 e. 0000000 d. 11111101
- Fie un calculator care stochează numere utilizând notația în complement față de doi. Care sunt cele mai mari numere, respectiv cele mai mici numere care pot fi stocate dacă se utilizează modele de biți care au următoarele lungimi?
a. patru b. șase c. opt
- În următoarele probleme, fiecare cuvânt binar reprezintă o valoare stocată utilizându-se notația în complement față de doi. Găsiți răspunsul fiecărei probleme în complement față de doi, efectuând operațiile de adunare descrise în text. Verificați apoi corectitudinea rezolvării, trecând problema și răspunsul dumneavoastră în notația zecimală.
a.
$$\begin{array}{r} 01011 \\ +00110 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 00011 \\ +00001 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 01001 \\ +10110 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 11110 \\ +00111 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 11010 \\ +11010 \\ \hline \end{array}$$
- Rezolvați fiecare din următoarele probleme utilizând notația în complement față de doi, dar verificați de această dată și apariția de depășiri superioare și precizați care răspunsuri sunt incorecte din cauza acestui fenomen.
a.
$$\begin{array}{r} 0101 \\ +0011 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 0101 \\ +0110 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 1010 \\ +1010 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 1010 \\ +0111 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 0111 \\ +0001 \\ \hline \end{array}$$
- Treceți fiecare din următoarele probleme din notația zecimală în notația în complement față de doi, utilizând cuvinte cu lungimea de patru biți, apoi converțiți fiecare problemă la o problemă echivalentă de adunare (așa cum procedează un calculator) și la sfârșit efectuați operația de adunare. Verificați-vă răspunsurile convertindu-le înapoi în notația zecimală.
a. 6 b. 5 c. 10 d. 8 e. 1
$$\begin{array}{r} +3 \\ -2 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -6 \\ +4 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -4 \end{array}$$
- Poate să apară depășire superioară la adunarea a două valori reprezentate în notația în complement față de doi atunci când una dintre valori este pozitivă și cealaltă este negativă? Argumentați-vă răspunsul.
- Converțiți următoarele reprezentări zecimale la formele echivalente scrise în complement față de doi, utilizând cuvinte de șapte biți:
a. 16 b. -11 c. -1 d. 0 e. 9
- Efectuați adunările de mai jos, considerând că șabloanele binare reprezintă valori scrise în notația în complement față de doi. Identificați fiecare caz în care răspunsul este incorect datorită apariției depășirii superioare.
a.
$$\begin{array}{r} 00111 \\ +01010 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 01111 \\ +01001 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 11111 \\ +00001 \\ \hline \end{array}$$

d.
$$\begin{array}{r} .11011 \\ +11110 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 00011 \\ +01111 \\ \hline \end{array}$$
 f.
$$\begin{array}{r} 00011 \\ +01110 \\ \hline \end{array}$$

g.
$$\begin{array}{r} 11111 \\ +11111 \\ \hline \end{array}$$
 h.
$$\begin{array}{r} 01011 \\ +10100 \\ \hline \end{array}$$
 i.
$$\begin{array}{r} 01100 \\ +01100 \\ \hline \end{array}$$

11. Converteți următoarele reprezentări binare la reprezentările în baza zece echivalente:
- a. 11.001 b. 100.1101 c. .0101 d. 1.0 e. 10.01
12. Exprimați următoarele valori utilizând notația binară în virgulă fixă:
- a. $5 \frac{3}{4}$ b. $\frac{1}{16}$ c. $7 \frac{7}{8}$ d. $1 \frac{1}{4}$ e. $6 \frac{5}{8}$
13. Converteți fiecare dintre următoarele reprezentări binare cu virgulă fixă în formă zecimală echivalentă:
- a. 11.01 b. 101.111 c. 10.1 d. 110.011 e. 0.101
14. Exprimați următoarele valori în notația binară adecvată:
- a. $4 \frac{1}{2}$ b. $2 \frac{3}{4}$ c. $1 \frac{1}{8}$ d. $\frac{5}{16}$ e. $5 \frac{5}{8}$
15. Exprimați următoarele operații de adunare în notație binară:
- a. $\begin{array}{r} 11011 \\ +1100 \end{array}$ b. $\begin{array}{r} 1010.001 \\ + \quad 1.101 \end{array}$ c. $\begin{array}{r} 1111.1 \\ + \quad .1 \end{array}$ d. $\begin{array}{r} 111.11 \\ + \quad .01 \end{array}$
16. Decodificați următoarele cuvinte binare utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare:
- a. 01001010 b. 01101101 c. 00111001 d. 11011100
e. 10101011 f. 01100101
17. Codificați următoarele valori în formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare. Indicați cazurile în care apar erori de rotunjire.
- a. $2 \frac{3}{4}$ b. $5 \frac{1}{4}$ c. $\frac{3}{4}$ d. $-3 \frac{1}{2}$ e. $-4 \frac{3}{8}$
f. $\frac{1}{2}$ g. $7 \frac{1}{2}$ h. $-3 \frac{3}{4}$
18. Considerând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator, care dintre următoarele cuvinte binare 01001001 și 00111101 reprezintă o valoare mai mare? Descrieți o procedură simplă care cu ajutorul căreia să se poată determina care dintre cele două cuvinte reprezintă valoarea mai mare.
19. Care este cea mai mare valoare ce poate fi reprezentată utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator? Care este cea mai mică valoare pozitivă ce poate fi reprezentată?
20. Care este cea mai bună aproximare a rădăcinii pătrate a lui 2 care poate fi exprimată în formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator? Ce valoare se obține dacă această aproximare este ridicată la pătrat de un calculator utilizând formatul în virgulă mobilă?
21. Care este cea mai bună aproximare a valorii de o zecime care poate fi reprezentată utilizându-se formatul în virgulă mobilă descris în lucrare?
22. Explicați ce erori pot apărea atunci când distanțele măsurate în sistemul metric sunt stocate utilizându-se notația în virgulă mobilă. De exemplu, ce se întâmplă dacă se stochează valoarea de 110 cm, exprimată în metri?
23. Utilizându-se formatul în virgulă mobilă descris în lucrare, care va fi rezultatul calculării sumei $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + 2 \frac{1}{2}$ de la stânga la dreapta? Dar dacă operațiile se efectuează de la stânga la dreapta?
24. În fiecare dintre următoarele probleme, interpretați cuvintele binare utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare, adunați valorile reprezentate și codificați apoi rezultatul în același format în virgulă mobilă. Precizați cazurile în care apar erori de rotunjire.
- a. $\begin{array}{r} 10111100 \\ + 01101010 \end{array}$ b. $\begin{array}{r} 11001010 \\ + 00011000 \end{array}$ c. $\begin{array}{r} 00011001 \\ + 00111001 \end{array}$ d. $\begin{array}{r} 01011010 \\ + 01111000 \end{array}$

Exerciții 3:

- Converțiți fiecare dintre următoarele reprezentări în complement față de doi la forma zecimală echivalentă:
a. 00011 b. 01111 c. 11011 d. 11110 e. 00000 d. 00001
- Converțiți fiecare dintre următoarele reprezentări zecimale la reprezentarea în complement față de doi echivalentă, utilizând cuvinte cu lungimea de opt biți:
a. 2 b. -2 c. -19 d. 14 e. -1 f. 0
g. 127 h. -326 i. 256 j. -125 k. -131
- Presupunem că următoarele cuvinte binare reprezintă valori stocate utilizând notația în complement față de doi. Găsiți reprezentarea în complement față de doi a opusului fiecărei valori:
a. 00000011 b. 0111101 c. 11100000 d. 01101110 e. 0000000 d. 11111011
- Fie un calculator care stochează numere utilizând notația în complement față de doi. Care sunt cele mai mari numere, respectiv cele mai mici numere care pot fi stocate dacă se utilizează modele de biți care au următoarele lungimi?
a. patru b. șase c. opt
- În următoarele probleme, fiecare cuvânt binar reprezintă o valoare stocată utilizându-se notația în complement față de doi. Găsiți răspunsul fiecărei probleme în complement față de doi, efectuând operațiile de adunare descrise în text. Verificați apoi corectitudinea rezolvării, trecând problema și răspunsul dumneavoastră în notația zecimală.
a.
$$\begin{array}{r} 01111 \\ +00010 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 10011 \\ +10001 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 11001 \\ + 00110 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 11110 \\ + 10111 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 01010 \\ + 11110 \\ \hline \end{array}$$
- Rezolvați fiecare din următoarele probleme utilizând notația în complement față de doi, dar verificați de această dată și apariția de depășiri superioare și precizați care răspunsuri sunt incorecte din cauza acestui fenomen.
a.
$$\begin{array}{r} 1101 \\ +1011 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 1101 \\ +1110 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1001 \\ \hline \end{array}$$
 d.
$$\begin{array}{r} 0010 \\ + 0111 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 0111 \\ + 0001 \\ \hline \end{array}$$
- Treceți fiecare din următoarele probleme din notația zecimală în notația în complement față de doi, utilizând cuvinte cu lungimea de patru biți, apoi converțiți fiecare problemă la o problemă echivalentă de adunare (așa cum procedează un calculator) și la sfârșit efectuați operația de adunare. Verificați-vă răspunsurile convertindu-le înapoi în notația zecimală.
a. 7 b. 8 c. 13 d. 9 e. 5
$$\begin{array}{r} +1 \\ -4 \\ -5 \\ +2 \\ -14 \end{array}$$
- Poate să apară depășire superioară la adunarea a două valori reprezentate în notația în complement față de doi atunci când una dintre valori este pozitivă și cealaltă este negativă? Argumentați-vă răspunsul.
- Converțiți următoarele reprezentări zecimale la formele echivalente scrise în complement față de doi, utilizând cuvinte de șapte biți:
a. 12 b. -12 c. -1 d. 0 e. 7
- Efectuați adunările de mai jos, considerând că șabloanele binare reprezintă valori scrise în notația în complement față de doi. Identificați fiecare caz în care răspunsul este incorect datorită apariției depășirii superioare.
a.
$$\begin{array}{r} 00011 \\ +01010 \\ \hline \end{array}$$
 b.
$$\begin{array}{r} 11110 \\ +11001 \\ \hline \end{array}$$
 c.
$$\begin{array}{r} 01111 \\ +10001 \\ \hline \end{array}$$

d.
$$\begin{array}{r} .10011 \\ +11000 \\ \hline \end{array}$$
 e.
$$\begin{array}{r} 00011 \\ +01111 \\ \hline \end{array}$$
 f.
$$\begin{array}{r} 10011 \\ +10110 \\ \hline \end{array}$$

g.
$$\begin{array}{r} 11111 \\ +11111 \\ \hline \end{array}$$
 h.
$$\begin{array}{r} 11011 \\ +00100 \\ \hline \end{array}$$
 i.
$$\begin{array}{r} 01001 \\ +01010 \\ \hline \end{array}$$

11. Converteți următoarele reprezentări binare la reprezentările în baza zece echivalente:
- a. 11.011 b. 110.1101 c. .0110 d. 1.0 e. 10.01
12. Exprimați următoarele valori utilizând notația binară în virgulă fixă:
- a. $2 \frac{3}{4}$ b. $\frac{1}{4}$ c. $5 \frac{5}{6}$ d. $1 \frac{1}{2}$ e. $4 \frac{5}{8}$
13. Converteți fiecare dintre următoarele reprezentări binare cu virgulă fixă în formă zecimală echivalentă:
- a. 11.10 b. 101.110 c. 10.1 d. 110.010 e. 0.011
14. Exprimați următoarele valori în notația binară adecvată:
- a. $4 \frac{1}{4}$ b. $2 \frac{1}{2}$ c. $1 \frac{3}{8}$ d. $\frac{5}{13}$ e. $5 \frac{5}{7}$
15. Exprimați următoarele operații de adunare în notație binară:
- a. 11011 b. 1110.001 c. 1111.1 d. 111.01
- +1100 + 1.101 + .1 + .01
16. Decodificați următoarele cuvinte binare utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare:
- a. 01011010 b. 01101101 c. 00110100001 d. 100011100
- e. 10100011 f. 01101101
17. Codificați următoarele valori în formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare. Indicați cazurile în care apar erori de rotunjire.
- a. $3 \frac{1}{4}$ b. $5 \frac{3}{4}$ c. $\frac{1}{8}$ d. $-3 \frac{3}{4}$ e. $-4 \frac{1}{8}$
- f. $\frac{1}{2}$ g. $5 \frac{1}{2}$ h. $-1 \frac{3}{4}$
18. Considerând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator, care dintre următoarele cuvinte binare 01001011 și 00101101 reprezintă o valoare mai mare? Descrieți o procedură simplă care cu ajutorul căreia să se poată determina care dintre cele două cuvinte reprezintă valoarea mai mare.
19. Care este cea mai mare valoare ce poate fi reprezentată utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator? Care este cea mai mică valoare pozitivă ce poate fi reprezentată?
20. Care este cea mai bună aproximare a rădăcinii pătrate a lui 2 care poate fi exprimată în formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrarea de laborator? Ce valoare se obține dacă această aproximare este ridicată la pătrat de un calculator utilizând formatul în virgulă mobilă?
21. Care este cea mai bună aproximare a valorii de o zecime care poate fi reprezentată utilizându-se formatul în virgulă mobilă descris în lucrare?
22. Explicați ce erori pot apărea atunci când distanțele măsurate în sistemul metric sunt stocate utilizându-se notația în virgulă mobilă. De exemplu, ce se întâmplă dacă se stochează valoarea de 110 cm, exprimată în metri?
23. Utilizându-se formatul în virgulă mobilă descris în lucrare, care va fi rezultatul calculării sumei $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} + \frac{1}{8} + 2 \frac{1}{2}$ de la stânga la dreapta? Dar dacă operațiile se efectuează de la stânga la dreapta?
24. În fiecare dintre următoarele probleme, interpretați cuvintele binare utilizând formatul în virgulă mobilă prezentat în lucrare, adunați valorile reprezentate și codificați apoi rezultatul în același format în virgulă mobilă. Precizați cazurile în care apar erori de rotunjire.
- a. 10111110 b. 10001010 c. 00011001 d. 01011110
- + 01101000 + 01011100 + 00101001 + 01111100