

Arhitectura Sistemelor de Calcul (ASC)

Examinarea finală

Varianta 1

(2025 - 2026)

Anul I, Semestrul I
ianuarie/februarie 2026
Cristian Rusu

Completați aici totul cu majuscule.

Nume: _____

Prenume: _____

Grupa: _____

Toate răspunsurile sunt în albastru.

Înainte de a începe, citiți cu atenție indicațiile următoare:

- Testul și rezolvarea sa vor fi disponibile online în zilele următoare.
- *Nu aveți voie cu laptop-uri sau alte dispozitive de comunicație.*
- *Nici calculatoarele de buzunar nu sunt permise.*
- *Vă rugăm să vă opriți telefoanele mobile.*
- Pentru întrebările cu răspunsuri multiple/simple folosiți tabelele puse la dispoziție.
- Acest test are 6 enunțuri totalizând 100 de puncte.
- Aveți la dispoziție 120 de minute pentru a completa examinarea.
- Mult succes!

Întrebarea 1. (22 puncte)

Completați tabelul de mai jos cu valorile numerice corecte. Toate numerele sunt naturale pe 16 biți. Opreți calculele la 16 biți. (Fiecare răspuns corect valorează 1 punct)

binar	octal	zecimal	hexazecimal
b00000000100111010101	o004725	2517	0x09D5
b00000010111010010100	o027224	11924	0x2E94
b00000000001101101110	o001556	878	0x036E
b00000010101010010000	o025220	10896	0x2A90

a binar	a hexa	b binar	b hexa	a+b zecimal	a+b binar	a+b hexa
b10101011101001	0x2AE9	b101101101011110	0x5B5E	34375	b1000011001000111	0x8647

a binar	a hexa	b binar	b hexa	axb zecimal	axb binar	axb hexa
b111000001001000	0x7048	b0010101100011011	0x2B1B	61336	b1110111110011000	EF98

Răspunsurile care țin cont de overflow sunt de asemenea corecte.

Întrebarea 2. (13 puncte)

Completați tabelul de mai jos cu valorile numerice corecte. Toate numerele sunt întregi pe 12 biți. (Fiecare răspuns corect valorează 1 punct)

binar	octal	zecimal	hexazecimal
b110000101010	o6052	-982	0xC2A
b100000100000	o4040	-2016	0x820

a zecimal	a binar	a hexa	b zecimal	b binar	b hexa
-758	b110100001010	0xD0A	-26	b111111100110	0xFE6

produs axb zecimal	produs axb binar	produs axb hexa
19708	b000100110011111100	0x4CFC

Răspunsurile care țin cont de overflow sunt de asemenea corecte. S-au punctat și cazurile în care octal și hexazecimal s-au considerat doar 10 biți (1 în loc de F sau 1 în loc de 7).

Întrebarea 3. (17 puncte)

Răspundeți la următoarele întrebări scurte. Completați în tabelul de pe pagina anterioară.

3.1. (2 puncte) Creatorul sistemului git este ...

3.2. (2 puncte) Avem două numere naturale a, b pe n biți. Avem relația $a + b - (a \text{ XOR } b) = 2 \times (a \text{ ??? } b)$. Ce operație logică puneți în loc de ??? care balansează ecuația?

3.3. (2 puncte) Dați o expresie pentru media a două naturale a și $b \geq a$ pe 32 biți, fără overflow la $a + b$. Dați formula cea mai eficientă numeric.

3.4. (2 puncte) Pe RISC-V (pipeline clasic), pentru secvența `add x5,x1,x2` urmat de `lw x6,0(x5)`, ce tip de hazard apare?

3.5. (2 puncte) Cache direct-mapped de 8KB, linie 64B, adrese 32 biți. Câți biți sunt pentru offset și câți pentru index?

3.6. (2 puncte) CPU-ul are un set de instrucțiuni special introduse pentru a face calcule pe mai multe valori de 32 (sau 64) de biți simultan. Generic, acestea se numesc ...

3.7. (2 puncte) Avem un multiplexor (MUX) cu două intrări I_0 și I_1 și un semnal de selecție s_0 . Avem două intrări digitale A și B . Ce punem la intrările MUX-ului astfel încât acesta să se comporte ca o poartă XOR, adică ieșirea MUX-ului să fie $A \text{ XOR } B$?

3.8. (3 puncte) Avem o secvență de cod în care partea paralelizabilă este în proporție de patru ori mai scurtă decât cea secvențială. Presupunând că avem la dispoziție $s = 2$ core-uri de procesare, care este îmbunătățirea maximă posibilă?

3.1.	Linus Torvalds
3.2.	AND
3.3.	$a + ((b - a) \gg 1)$ sau $(a \text{ AND } b) + ((a \text{ XOR } b) \gg 1)$
3.4.	RAW
3.5.	offset = $\log_2(64)=6$ biți, index = $\log_2(8192/64)=\log_2(128)=7$ biți
3.6.	SIMD
3.7.	$I_0 = A, I_1 = !A, s_0 = B$
3.8.	1.11

Întrebarea 4. (16 puncte)

Ați ajuns să lucrați la celebra companie Intel. Trebuie să decideți baza de calcul pentru noile procesoare, dar din păcate ați adormit la curs de ASC când s-au discutat bazele. Într-un moment neinspirat, alegeți baza $B = -2$. Adică, dacă vi se dau n biți $b_{n-1}b_{n-2} \dots b_2b_1b_0$ valoarea în baza 10 este $x = \sum_{i=0}^{n-1} b_i(-2)^i$, $b_i \in \{0, 1\}$. Răspundeți la următoarele întrebări:

- 4.1. (4 puncte) Pentru $n = 4$ biți scrieți într-un tabel toate valorile de la 0000 la 1111 și scrieți valorile în baza 10.
- 4.2. (4 puncte) Care este cel mai mare număr care poate fi scris în acest fel pe n biți, n este par? Dar cel mai mic? Pentru ambele cazuri dați valoarea în baza 10 și în hexazecimal. Care este relația dintre cele două valori?
- 4.3. (8 puncte) Vi se dă un număr x scris în această bază, schimbați semnul numărului (când este posibil). Răspunsul rămâne pe n biți, orice overflow este ignorat.

4.1. Tabelul este

0000	0
0001	1
0010	-2
0011	-1
0100	4
0101	5
0110	2
0111	3
1000	-8
1001	-7
1010	-10
1011	-9
1100	-4
1101	-3
1110	-6
1111	-5

4.2. Cel mai mare număr este $(2^n - 1)/3$ iar în hexazecimal $0x \dots 5555$.

Cel mai mic este $-2(2^n - 1)/3$ și $0x \dots AAA$.

Numărul negativ este de două ori mai mare, în valoare absolută.

4.3 $-x = x + (x \ll 1)$. Este defapt numărul x înmulțit cu -1, care este 11 în baza -2. Alternativ, calculul poate să înceapă de la $x \ll 1 = -2x$.

Întrebarea 5. (15 puncte)

Scrieți în sistemul de reprezentare în virgulă mobilă IEEE 754 Floating Point pe 32 de biți următoarele numere:

- 5.1. (2 puncte) Numerele $+1$ și -1 (doar hexazecimal)?
- 5.2. (2 puncte) Cel mai mic număr mai mare decât 1 (zecimal și hexazecimal)?
- 5.3. (3 puncte) Cel mai mic număr strict pozitiv (doar hexazecimal)?
- 5.4. (3 puncte) Cel mai mare număr pozitiv (doar hexazecimal)?
- 5.5. (5 puncte) Cel mai mare număr care nu este întreg (adică sunt zecimale după virgulă, zecimal și hexazecimal)?

5.1. $+1$ este 0x3F800000 iar -1 este 0xBF800000.

5.2. Valoarea este $1 + 2^{-23}$ și hexazecimal este 0x3F800001.

5.3. Valoarea este $(1 + 2^{-23}) \times 2^{-127}$ și hexazecimal este 0x00000001 (se acceptă și $(1 + 2^{-23}) \times 2^{-126}$ și 0x00800001).

5.4. Valoarea hexazecimală este 0x7F7FFFFF.

5.5. Valoarea este 8388607.5 iar în hexazecimal este 0x4AFFFFFF.

Întrebarea 6. (17 puncte)

Avem un șir s (maxim 8 caractere) care conține cifre hexazecimale (caracterele 0–9, a–f, A–F). Considerăm că s este un șir hexazecimal valid. Vrem să îl convertim într-un număr natural pe 32 biți. Considerați algoritmul clasic.
pentru fiecare caracter c din s :

- determină valoarea v ($0 \dots 15$) în funcție de intervalul în care se află c ;
- adăugăm valoarea v la rezultatul res.

- 6.1. (4 puncte) Pentru $s = \text{'7fA3'}$ arătați pas cu pas cum se parcurge algoritmul. Minim de operații/complexitate.
- 6.2. (6 puncte) Scrieți un algoritm (pseudo-cod) în care să se calculeze valoarea v .
- 6.3. (7 puncte) Scrieți un algoritm complet folosind 6.2. (pseudo-cod) în care să fie minimizate salturi. Scrieți un algoritm cât mai eficient (operații aritmetice/logice rapide). Returnați o eroare dacă șirul nu este valid.

6.1. $r = 0x7$, $r = (r \ll 4) \mid 0xf$, $r = (r \ll 4) \mid 0xA$ și $r = (r \ll 4) \mid 0x3$.

6.2. Pașii sunt următorii:

- Transformăm totul în lower-case (sau upper-case): $c = c \mid 0x20$ (aici e OK și cu “dacă”).
- Dacă c între ‘0’ și ‘9’ atunci $v = c - \text{'0'}$. Dacă c între ‘a’ și ‘f’ atunci $v = c - \text{'a'} + 10$. Altfel, șirul este invalid.

6.3. Pentru a evita salturi, vom declara un vector cu constante `all_values`. Lungimea acestui vector este 255 (un byte, pentru fiecare caracter din tabelul ASCII). Atunci $v = \text{all_values}[c]$. Vectorul conține valori $0 \dots 15$ și -1 în pozițiile invalide.

Actualizăm rezultatul $r = (r \ll 4) \mid v$.

O problemă este în continuare că actualizarea lui r este secvențială și blochează pipeline-ul. Puncte bonus dacă ați adresat și acest lucru.