



CPE=št. ukazov×CPI×t<sub>CPE</sub>=št.  
ukazov÷(MIPS×10<sup>6</sup>)=1620÷(32,57×10<sup>6</sup>)=49,74×10<sup>-6</sup> [s] = =49,74 [μs]  
MIPS=1÷(CPI×t<sub>CPE</sub>×10<sup>6</sup>) → CPI×t<sub>CPE</sub>=1÷(MIPS×10<sup>6</sup>)  
**9. naloga**-f<sub>CPE</sub>=90MHz  
-CPI=6  
-zmogljivost se zaradi prekinitev zmanjša za 0,1% MIPS-ov  
-za vsako prekinitev porabi CPE 45 urinih period.  
-povprečni čas med dvema prekinitvama=?  
■ MIPS=f<sub>CPE</sub>÷(CPI×10<sup>6</sup>)=(90×10<sup>6</sup>)÷(6×10<sup>6</sup>)=15  
▪ 0,1% MIPS-ov=0,001×15=0,015  
Zaradi prekinitev izvede CPE 15 000 ukazov manj v sekundi.  
▪ število izgubljenih ciklov: 15 000×CPI=15 000×6=90 000 vsako sekundo

■ število prekinitev v sekundi: x×45=90 000 → x=90 000÷45=2000  
■ povprečen čas med dvema prekinitvama: t<sub>p</sub>=1÷št. prekinitev v sek. =  
=1÷2000 prekinitev/sek.=0,5×10<sup>-3</sup> [s]=0,5 [ms]  
**10. naloga** Računalnik ima CPE s frekvenco 200 MHz in potrebuje v povprečju 4 urine periode za ukaz. Pri vsaki prekinitvi mora prekinitveno-servisni program ohraniti stanje treh registrov. Shranjevanje vsebine enega registra na sklad traja 10 urinih period, enako dolgo traja tudi branje iz sklada. Za klic prekinitveno-servisnega programa porabi CPE dodatnih 30 urinih period, za vračanje iz njega pa 20 urinih period. Kolikšen je CPI tega računalnika, če:  
a) CPE ne sprejme nobene prekinitve,  
b) CPE sprejme prekinitev vsakih 500×10<sup>6</sup> sek.?  
**Rešitev** :t<sub>CPE</sub>=1÷f<sub>CPE</sub>=1÷(0,200×10<sup>9</sup>)=5×10<sup>-9</sup> [s] =5 [ns]  
a) CPI=4 urine periode  
b) ???

**12. naloga** Imamo računalnik z naslednjimi lastnostmi:

➤ f<sub>CPE</sub>=90MHz  
➤ CPI<sub>1</sub>=6  
➤ CPI<sub>2</sub>=45  
➤ če pride do prekinitev, se MIPS zmanjša za 10%.  
**Kolikšen je čas med dvema prekinitvama?**

■ MIPS<sub>1</sub>=f<sub>CPE</sub>÷(CPI<sub>1</sub>×10<sup>6</sup>)=(90×10<sup>6</sup>)÷(6×10<sup>6</sup>)=15  
MIPS<sub>2</sub>=0,9×MIPS<sub>1</sub>=13,5 (0,9→ ker se MIPS zmanjša za 10%)  
▪ **Izračunamo povprečni CPI:**  
CPI=f<sub>CPE</sub>÷(MIPS<sub>2</sub>×10<sup>6</sup>)=(90×10<sup>6</sup>)÷(13,5×10<sup>6</sup>)=6,66  
CPI=(x×CPI<sub>1</sub>)+(1-x)×CPI<sub>2</sub>  
x=(CPI<sub>1</sub>-CPI<sub>2</sub>)÷(CPI<sub>1</sub>-CPI<sub>2</sub>)=(6,66-45)÷(6-45)=38,33÷-39=0,983  
Približno 98,3% ima CPI=6 in približno 1,7% ukazov ima CPI=45 zaradi prekinitev.  
▪ **Izračunamo na koliko % ukazov se zgodi ena prekinitev, da bomo lahko izračunali še čas med dvema prekinitvama.**  
98,3...1,7  
x<sub>maksimalni</sub>1 x=98,3÷1,7=57,82  
Ena prekinitev se v povprečju zgodi na 57,82 ukazov.  
▪ **Čas med dvema prekinitvama je enak času v katerem se izvrši 57,82 ukazov.**  
tp=št. ukazov×CPI<sub>1</sub>×t<sub>CPE</sub>=57,82×6×(1÷90×10<sup>6</sup>)=3,85 [s]  
Med dvema prekinitvama mine približno 3,85 [s].

**1. naloga** Miniračunalniki v osemdesetih letih (npr. DEC PDP-11) so imeli 18 naslovnih signalov in seveda 18-bitno naslovno vodilo. Odgovorite:  
1a) Kolikšen je bil naslovni prostor teh računalnikov?  
2b) Kolikšen je bil lahko največji možni pomnilnik teh računalnikov v Bajtih, če je bila pomnilniška beseda dolga 1 Bajt?  
3c) Kako dolg je moral biti programski števec (PC) teh računalnikov?  
4d) Kaj vse bi bilo potrebno v računalniku spremeniti, če bi želeli naslovni prostor 8-krat povečati?  
a. 2<sup>18</sup>B = 2<sup>8</sup> x 2<sup>10</sup> = 256K  
b. 256 KB  
c. 18 (za vsak naslovni signal en bit)

**d.** Vodilo povečamo za 3 bite (2<sup>3</sup>), programski števec za 3 bite (2<sup>3</sup>), naslovna polja spremeniti tako, da bi lahko nastavljali čez cel naslovni prostor

**2. naloga** Mikroprocesor INTEL 80486 ima 32 naslovnih signalov.  
a) Koliko bitov je dolg njegov programski števec?  
**PC – dolžine 32 bitov**  
b) Kako velik pomnilnik lahko neposredno naslovi ta mikroprocesor, če je dolžina pomnilniške besede 1 bajt?  
Velikost pomnilnika 2<sup>32</sup>×1 bajt=4GB

**3. naloga** Mikroračunalniki v osemdesetih letih so imeli 18 naslovnih signalov in 18-bitno naslovno vodilo.  
a) Kolikšen je bil naslovni prostor teh računalnikov?  
2<sup>18</sup>=2<sup>10</sup>×2<sup>8</sup>=1K×256=256K  
b) Kolikšen je največji možni pomnilnik teh računalnikov v bajtih, če je bila pomnilniška beseda dolga 2 bajte?  
2<sup>18</sup> pomnilniških besed=2×2<sup>18</sup>=2×2<sup>8</sup>×2<sup>10</sup>=512KB  
c) Kako dolg je bil programski števec teh računalnikov?  
**18 bitov.**

**4. naloga** Mikroprocesor INTEL 8086 ima 20 naslovnih signalov A0-A19 in 8-bitno (1 bajt) pomnilniško besedo.  
a) Kolikšen je naslovni prostor tega procesorja?  
2<sup>20</sup> naslovov=1M naslovov.  
b) Kolikšen je največji direktno naslovljiv pomnilnik v bajtih?  
2<sup>20</sup>×1B=1MB ali 1M pomnilniških besed.  
c) Kolikšna je najmanjša dolžina programskega števca?  
**Minimalno 20 bitov → naslov ukaza.**

**1. naloga** Pri prenosu deluje vodilo s frekvenco ure 66 MHz. Vsak prenos traja dve urini periodi, širina podatkovnega dela vodila pa je 32 bitov. Izračunajte kapaciteto vodila v bajtih na sekundo (1M = 10<sup>6</sup>)

B = število prenosov / s \* širina vodila =

=  $\frac{\text{frekvenca vodila}}{\text{ur.per/ prenos}}$  \* širina vodila

$$B = \frac{66 * 10^6 \text{ Hz}}{2} * 32 \text{ bit} = 33 * 10^6 / s *$$

1. V pomnilniku je shranjen 8-bitni operand 1100 1100. Katero desetiško število predstavlja, če vemo da je zapisan v obliki s fiksno vejico in:  
"prvi bit pri predznak in velikost ter pri eniškem je predznak 1= - ; 0= + ;  
**a. predstaviti predznak in velikost,**

1	1	0	1	0	0	0	0
-	64	32	16	8	4	2	1

64+8+4=76 →76

**b. dvojiškem komplementu, (najprej narediš eniški, in na koncu prišteješ 1 da dobiš dvojiški)**  
Invertiraš vse bite razen prvega.

1	1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0	0	1	1
-	64	32	16	8	4	2	1

32+16+2=50→51 nato prištejemo 1→-51+1=-50

**c. predstaviti z odmikom. (ni predznaka!)**  
Število ki ga imaš – 2<sup>n-1</sup>=novo število

1	1	0	0	1	1	0	0
1	64	32	16	8	4	2	1
12							

128+64+8+4=204

n=8

204-2<sup>n-1</sup>=204-128=76

**1. naloga**

Desetiško predznačeno število –25 zapišite v osembitni predstavitvi s fiksno vejico v vseh štirih 8 bitnih načinih za predstavitev števil s predznakom. Enako naredite še s številom 33. Števili zapišite v binarnem in heksadecimalnem sistemu. Razmislite, kako poteka seštevanje teh dveh števil (binarno).

**Rešitev:**

**a.) Predznak in velikost**

(primer: 10000001 = 1|0000001 = -, med (-127 ... +128)

**Pretvorba v binarno**

-25: 33:

25:2=12 1 33:2=16 1

12:2=6 0 16:2=8 0

6:2=3 0 8:2=4 0

3:2=1 1 4:2=2 0

1:2=0 1 2:2=1 0

1:2=0 1

-25 = 1001 1001 <sup>(2)</sup> = 99<sub>(16)</sub>

33 = 0010 0001 <sup>(2)</sup> = 21<sub>(16)</sub>

**b.) Predstavitev z odmikom (0 .... 255)**

- 128 ...+127

-25 = -25 + 128 = 103 = 0110 0111 <sup>(2)</sup> = 67 <sup>(16)</sup>

33 = 33 + 128 = 161 = 1010 0001 <sup>(2)</sup> = A1 <sup>(16)</sup>

**Pretvorba v binarno:**

-25: 33:

103:2=51 1 161:2=80 1

51:2=25 1 80:2=40 0

25:2=12 1 40:2=20 0

12:2=6 0 20:2=10 0

6:2=3 0 10:2=5 0

3:2=1 1 5:2=2 1

1:2=0 1 2:2=1 0

1:2=0 1

**c.) Predstavitev z eniskim komplementom**

(zamenjamo nide in enice) (-127...+127)

Primer: 0|000 0001 = 1

1|111 1110 = -1

25 <sup>(10)</sup> = 0001 1001 <sup>(2)</sup>

-25 <sup>(10)</sup> = 1110 0110 <sup>(2)</sup> = E6 <sup>(16)</sup>

33 <sup>(10)</sup> = 0010 0001 <sup>(2)</sup> = 21 <sup>(16)</sup>

**d.) Predstavitev z dvojiškim komplementom**

(najprej naredimo eniski komplement in nato pristejemo 1)

25 <sup>(10)</sup> = 0001 1001 → 1110 0110 + 1 (eniski plus ena) =

1110 0111 (dvojiški komplement)

[torej: -25 <sup>(10)</sup> = 1110 0111 <sup>(2)</sup> = E7 <sup>(16)</sup>]

33 <sup>(10)</sup> = 0010 0001 <sup>(2)</sup> = 21 <sup>(16)</sup>

**Pomnilnik ima** dolžno pomnilniške besede 1 bajt. V zaporedne pomnilniške besede od naslova 2002(HEX) dalje vpišite po pravilu tankega konca 32-bitni sestavljeni pomnilniški operand ABFE6C3A(Hex). Ali je tako shranjen sestavljen pomnilniški operand poravnan.

3A= 0011 1010 0011 1010 0110 1100 1111 1110 1010 1011  
6C= 0110 1100  
FE= 1111 1110 2002|3A|  
AB= 1010 1011 2003|6C|  
2004|FE|  
2005|AB|

Primerjajte lastnosti naslednjih štirih vrst računalnikov pri računanju enostavnega izraza A = B + C, ki ga prevedemo v zbirni jezik. Vzemimo, da so operandi A, B in C v pomnilniku.

a) Računalnik z enim akumulatorjem (1 - operandni računalnik, ukazi LOAD, STORE, ADD).  
b) Skladovni računalnik (brezoperandni računalnik, ukazi PUSH, POP, ADD).  
c) Pomnilniško - pomnilniški računalnik (3 - operandni računalnik, vsi trije operandi so v pomnilniku, ukaz ADD).  
d) Registrsko - registrski računalnik (3 - operandni LOAD/STORE računalnik, ukazi LOAD, STORE, ADD).

Pri vseh štirih računalnikih velja:

- Operacijska koda je 8 - bitna,
- pomnilniški naslov je 16 - biten,
- vsi operandi so 32 - bitni,
- Registrsko - registrski računalnik ima 16 registrov.

**Rešitve:**

**a) Računalnik z enim akumulatorjem**

LOAD B

ADD C

STORE A

Trije ukazi v zbirnem jeziku.

op koda	naslov
8 bit	16 bit

Vsak ukaz je dolg 24 bitov = 3 bajte, ker imamo 3 ukaze je program dolg

9baj.

3x dostopamo do ukazov, 3x dostopamo do operandov.

Skupaj imamo 6 dostopov.

Prenos: prenesli smo 9 bajtov za program plus vsi operandi, torej trije

prenosi

po 32 bitov = 4 bajte, torej 3x4= 12 bajtov. Skupaj 21 bajtov.

**b) Skladovni računalnik**

PUSH, POP, ADD

- format ukazov:

brez operandov to velja samo za nekatere ukaze

8
Op. Koda

8	1B
Op. Koda	naslov

ADD = 8b

PUSH/POP = 3B

- program

**Statistika:**

- ukazov: 4

- dolžina programa: 3x3B + 1x1B = 10B

- dostop do programa = 4xn (naslovi) + 3xo (operandi) = 7

- prenesenih Bitov = 10B(n) + 12B(o) ((3 op \* 4b = 12B)) = 22B

**c) Pomnilniško pomnilniški računalnik**

ADD B, C, A

En ukaz v zbirnem jeziku.

op koda	n1	n2	n3
8 bit	16 bit	16 bit	16 bit

Ukaz je dolg 56 bitov = 7 bajtov. Program je dol 7 bajtov

1x dostop za ukaz, 3x dostop za operande.

Skupaj 4 dostope.

Prenos: 7 bajtov za program in 12 bajtov za podatke, 19 prenesenih bajtov.

**d) Registrsko registrski računalnik**

LOAD R1,B 18bit

LOAD R2,C 18bit

ADD R3,R1,R2 20bit

STORE R3,A 18bit

Štirje ukazi v zbirnem jeziku.

LOAD/STORE ukazi:

op koda	naslov	nasl. reg
8 bit	16 bit	4 bit

ADD ukazi:

op koda	nasl. reg 1	nasl. reg 2	nasl. reg 3
8 bit	4 bit	4 bit	4 bit

Program je dolg 104bit = 13 bajtov

4x dostop za ukaze in 3x za podatke

Skupaj 7 dostopov.

Prenos: 13 bajtov za program in 12 bajtov za podatke, skupaj 25 bajtov.