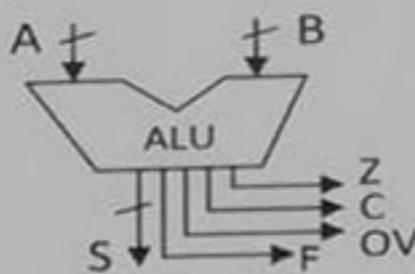




Uvažujte 8-bitovou ALU dle obrázku vpravo. Vstupem jsou dvě 8-bitová binární čísla A=0b101111, B=0b11100100. Výstupem je 8-bitový součet A+B a indikace Z (zero), C (carry) a OV (overflow). (Pokyny pro vyplnění: Box zakřížkujte pouze pokud má být daný bit nastaven na 1. Prázdný box je považován za 0. Nejméně významný bit je úplně vpravo.)



Question 11 (+2b) Jaký bude výsledek součtu?

- 1 1 1 1 1 1 1 1

Question 12 (+2b) Jak budou nastaveny příznaky Z, C a OV a bit F, pokud F realizuje logickou funkci $F = \overline{Z} \cdot \overline{C} \cdot \overline{OV}$? Boxy vyplňujte v uvedeném pořadí zleva doprava, tj. první box zleva představuje Z, druhý C, třetí OV a čtvrtý F.

- 1 1 1 1

Uvažujte počítač, ve kterém je nainstalován procesor pracující na konstantní frekvenci 2.0GHz, a který používá tři úrovně cache paměti, kde 16-cestně asociativní L3 cache o velikosti 8MB je sdílená pro instrukce i data a má latenci 38 cyklů. L2 cache o velikosti 256 KB používá 4 cesty, je rovněž sdílená pro instrukce i data a má latenci 12 cyklů. Obě L1 datová a L1 instrukční cache jsou 8-cestně asociativní a každá má velikost 32 KB. Latence obou L1 cache jsou 4 cykly. Velikost bloku cache je 64 B. TLB je plně asociativní o 64 položkách a má latenci 3 cykly. Vyhledání v TLB probíhá paralelně s činností L1. Pro danou úroveň cache miss a cache hit trvá stejně dlouho. Celochíselné registry procesoru jsou 64-bitové. Dále je v počítači nainstalováno 16GB hlavní paměti typu DDR4-2400 s časováním CL16-18-18-35, která pracuje na frekvenci 1200 MHz. Pro jednoduchost předpokládejte, že latence paměti je 44 cyklů + 50ns. Dále ve všech případech předpokládejte, že data jsou při čtení z dané úrovni přečtena po uplynutí latence v dané úrovni bez ohledu na objem čtených dat. Sekundární paměť (pevný disk) má kapacitu cca $500 \cdot 10^9$ B (výrobcem označovanou jako 500GB), ideální (maximální) přenosovou rychlosť pro čtení i zápis 540 MB/s a rychlosť náhodného čtení/zápisu 97 000 IOPS (Input/Output Operations per Second). Operační systém používá 4 KB stránky. Jedna položka stránkovací tabulky zabírá 8B. Virtuální adresa má šířku 48bitů (počet bitů pro překlad).

Question 13 (+4b) Jaký je průměrný čas přístupu do paměti při čtení dat pokud pro nějaký program předpokládáme, že miss rate je následující MRL1d=0.1, MRL2=0.1, MRL3=0.2? Odpovídejte v nanosekundách.

- | | | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 5.40 | <input type="checkbox"/> 2.57 | <input type="checkbox"/> 2.96 | <input type="checkbox"/> 1.91 | <input type="checkbox"/> 4.29 | <input type="checkbox"/> 1.52 |
| <input type="checkbox"/> 4.63 | <input type="checkbox"/> 3.32 | <input type="checkbox"/> 4.02 | <input type="checkbox"/> 1.76 | <input type="checkbox"/> 3.22 | <input type="checkbox"/> 5.47 |
| <input type="checkbox"/> 4.23 | <input type="checkbox"/> 1.87 | <input type="checkbox"/> 4.98 | <input type="checkbox"/> 3.65 | <input type="checkbox"/> 1.35 | <input type="checkbox"/> 3.53 |

Question 14 (2b) Pokud bychom uvažovali jedno-úrovňové stránkování, kolik položek bude mít stránkovací tabulka?

- | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 2^{64} | <input type="checkbox"/> 2^{10} | <input type="checkbox"/> 2^9 | <input type="checkbox"/> 2^{36} | <input type="checkbox"/> 1024/8 | <input type="checkbox"/> 48×8 |
| <input type="checkbox"/> 2^{48} | <input type="checkbox"/> 64×8 | <input type="checkbox"/> 65536 | <input type="checkbox"/> 1024-12 | <input type="checkbox"/> $2^4 + 2^8$ | <input type="checkbox"/> 2^{12} |
| <input type="checkbox"/> 2^{64-48} | <input type="checkbox"/> 12 | <input type="checkbox"/> 1024×8 | <input type="checkbox"/> 13 | <input type="checkbox"/> 64 | <input type="checkbox"/> 512 |

Question 15 (2b) Kolik bitů bude využito pro indexaci stránkovací tabulky v libovolné úrovni, pokud je požadované, aby se části stránkovací tabulky každé úrovně vešly právě do jedné stránky paměti?

- | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 8 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 15 | <input type="checkbox"/> 7 | <input type="checkbox"/> 16 | <input type="checkbox"/> 14 |
| <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 48 | <input type="checkbox"/> 17 | <input type="checkbox"/> 13 | <input type="checkbox"/> 11 | <input type="checkbox"/> 64 |
| <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 9 | <input type="checkbox"/> 10 | <input type="checkbox"/> 32 | <input type="checkbox"/> 12 |

Question 16 (2b) Jak dlouho bude v průměru trvat page walk při překladu virtuální adresy na adresu fyzickou pokud uvažujeme stránkování z výše uvedené/předchozí otázky (tj. části stránkovací tabulky každé úrovně se vejduo právě do jedné stránky paměti) a průměrná latence paměti je v tomto případě 116ns? Pozn.: Dostupnost/použitelnost dat čtených z paměti pro jednoduchost předpokládejte po uplynutí její latence. Stránkovací tabulky nejsou swapovány na disku. Odpovídejte v nanosekundách.

- | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 24.0 | <input type="checkbox"/> 301.1 | <input type="checkbox"/> 232.0 | <input type="checkbox"/> 365.6 | <input type="checkbox"/> 116.0 | <input type="checkbox"/> 464.0 |
| <input type="checkbox"/> 348.0 | <input type="checkbox"/> 8.0 | <input type="checkbox"/> 232.0 | <input type="checkbox"/> 147.0 | <input type="checkbox"/> 655.0 | <input type="checkbox"/> 201.0 |
| <input type="checkbox"/> 6.0 | <input type="checkbox"/> 1.5 | <input type="checkbox"/> 2.0 | <input type="checkbox"/> 371.3 | <input type="checkbox"/> 72.6 | <input type="checkbox"/> 253.5 |

Zcela jistě znáte způsob reprezentace čísel v pohyblivé řádové čárce v jednoduché přesnosti dle IEEE745. Nicméně Vaše aplikace vyžaduje, aby číslo v plovoucí řádové čárce zabíralo pouze 10 bitů. Proto jste navrhli reprezentaci, ve které má exponent 3 bity, mantisa 6 bitů. Jinak chcete zachovat všechny vlastnosti IEEE754.

Question 1 (+3b) Jak se binárně zakóduje dekadické číslo 1.76 v této reprezentaci? (Pokyny pro vyplnění: Box zakřížkujte pouze pokud má být daný bit nastaven na 1. Prázdný box je považován za 0. Nejméně významný bit je úplně vpravo. I pokud vychází zbytek větší než 0.5 LSB tak mantisu nahoru **nezaokrouhlujte**.) .
26 1

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

X

Question 2 (+1b) Jak bude v této reprezentaci binárně zakódováno největší možné zobrazitelné reálné číslo?

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Question 3 (+1b) Jaká bude dekadická hodnota tohoto největšího možného čísla? Uvažujte 3 desetinné pozice.

<input type="checkbox"/> 365.250	<input type="checkbox"/> 24.500	<input type="checkbox"/> 68.000	<input type="checkbox"/> 66.125	<input type="checkbox"/> 1.500	<input type="checkbox"/> 32.625
<input type="checkbox"/> 289.500	<input type="checkbox"/> 96.000	<input type="checkbox"/> 16.500	<input type="checkbox"/> 111.125	<input type="checkbox"/> 15.875	<input type="checkbox"/> 17.125

Question 4 (+1b) Jak bude v této reprezentaci zakódováno nejmenší nenulové kladné normalizované číslo?

1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Question 5 (+1b) Jaká bude dekadická hodnota tohoto nejmenšího nenulového kladného normalizovaného čísla? Zaokrouhlete na 3 desetinné pozice.

<input type="checkbox"/> 0.012	<input type="checkbox"/> 0.250	<input type="checkbox"/> 0.125	<input type="checkbox"/> 0.000	<input type="checkbox"/> 0.125	<input type="checkbox"/> 0.078
<input type="checkbox"/> 0.025	<input type="checkbox"/> 0.020	<input type="checkbox"/> 0.109	<input type="checkbox"/> 0.047	<input type="checkbox"/> 0.070	<input type="checkbox"/> 0.008

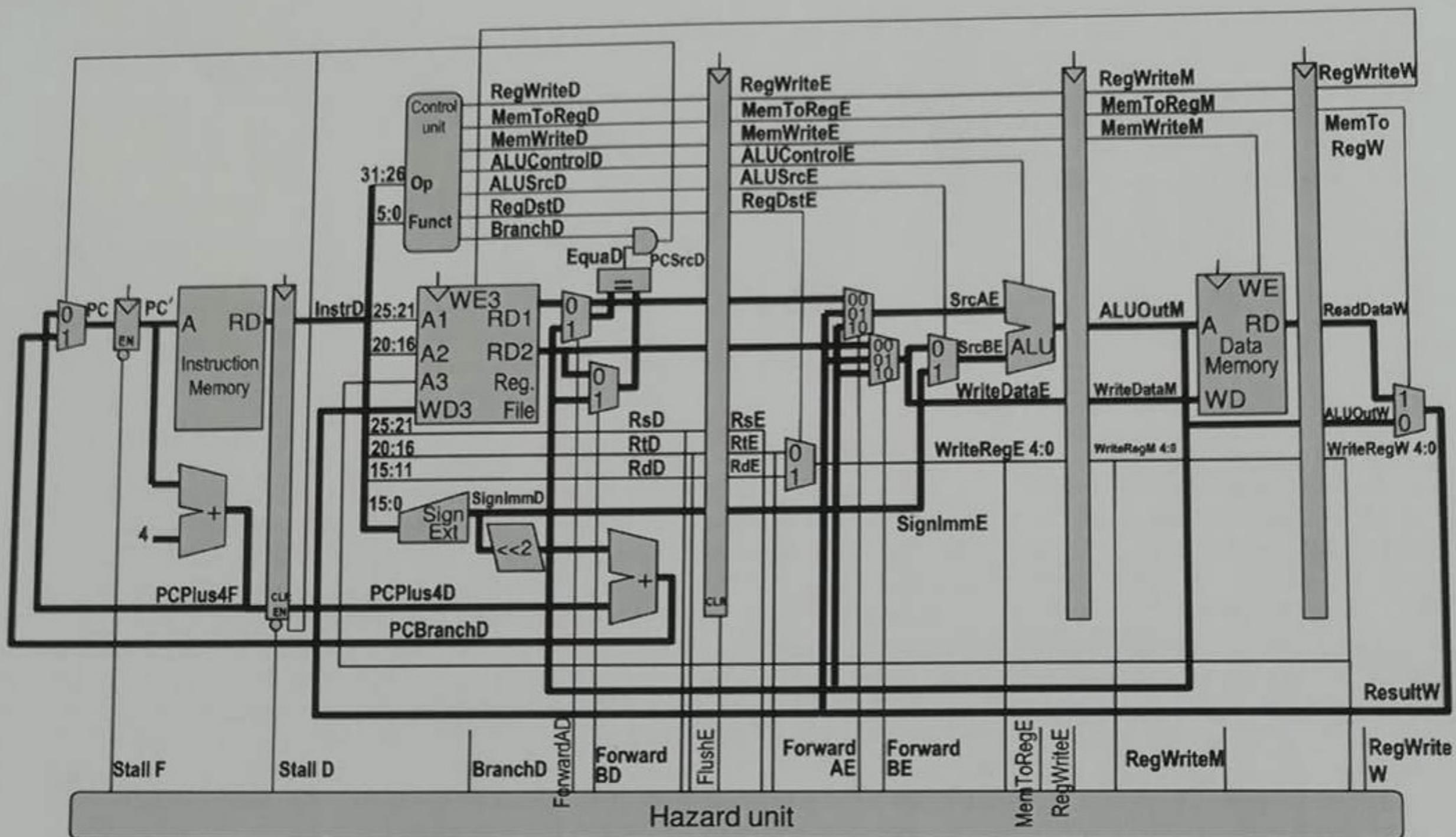
Uvažujte procesor, kterého všechny instrukce lze rozdělit do 4 kategorií a každá instrukce v dané kategorii dosahuje vždy stejnou hodnotu CPI (Cycles Per Instruction) – viz následující tabulku. Dále uvažujte program, ve kterém zastoupení jednotlivých instrukcí dle těchto kategorií je následující: A:20%, B:30%, C:10%, D:40%.

Frekvence CPU	CPI pro třídu A	CPI pro třídu B	CPI pro třídu C	CPI pro třídu D
1GHz	5	5	5	1

Question 6 (+3b) Jaká je rychlosť procesoru v MIPS (Milion Instructions Per Second) pro uvedený program?

<input type="checkbox"/> 267	<input type="checkbox"/> 202	<input type="checkbox"/> 9	<input type="checkbox"/> 81	<input type="checkbox"/> 47	<input type="checkbox"/> 144
<input type="checkbox"/> 383	<input type="checkbox"/> 285	<input type="checkbox"/> 559	<input type="checkbox"/> 392	<input type="checkbox"/> 366	<input type="checkbox"/> 294

Uvažujte níže uvedený obrázek zřetězeného procesoru.



Označte instrukce, které procesor **nebude** schopen vykonat správně (za všech okolností a ve všech možných posloupnostech s libovolnými dalšími instrukcemi) v těchto případech:

Question 7 ♣ (+3b) Bit 0 signálu ALUOutW je přerušený/zablokován na hodnotě „0“.

- | | | | |
|---|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> lw \$t, C(\$s) | <input type="checkbox"/> add \$d, \$s, \$t | <input type="checkbox"/> addi \$t, \$s, C | <input type="checkbox"/> None of these answers are correct. |
| <input type="checkbox"/> sw \$t, C(\$s) | <input type="checkbox"/> sub \$d, \$s, \$t | <input type="checkbox"/> beq \$s, \$t, C | |

Question 8 ♣ (+3b) Signál MemToRegW je trvale zablokován na hodnotě "0".

- | | | | |
|---|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> addi \$t, \$s, C | <input type="checkbox"/> sw \$t, C(\$s) | <input type="checkbox"/> sub \$d, \$s, \$t | <input type="checkbox"/> None of these answers are correct. |
| <input type="checkbox"/> beq \$s, \$t, C | <input type="checkbox"/> lw \$t, C(\$s) | <input type="checkbox"/> add \$d, \$s, \$t | |

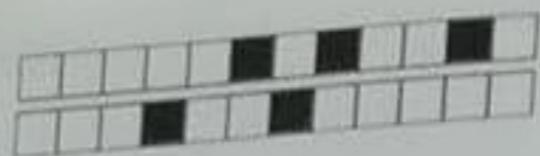
Question 9 ♣ (+3b) Nyní uvažujte případ, kdy v důsledku chyby v procesoru řídící signály z Hazard unit ForwardAE jsou trvale nastaveny na 00. Označte ty sekvence instrukcí (fragment programu), které nebudou vykonány správně! Předpokládejte, že pipeline je před vykonáním sekvence vyprázdněna.

- | | | | | |
|---|--|--|---|---|
| <input type="checkbox"/> add s4,s0,s1
sub s0,s1,s0
add s1,s1,s3 | <input type="checkbox"/> sub s0,s1,s2
add s3,s4,s0
lw s1,4(s2) | <input type="checkbox"/> sw s0,4(\$1)
sub s2,s0,s2
beq \$0,s2,n1 | <input type="checkbox"/> add s2,s1,s2
sub s4,s0,s1
beq s2,s2,n2 | <input type="checkbox"/> None of these answers are correct. |
|---|--|--|---|---|

Question 10

(+3b) Jaká je průměrná propustnost výše uvedeného procesoru v MIPS (Milion Instructions Per Second), pokud v důsledku mezi-instrukčních závislostí je v průměru na každých 7 užitečných instrukcí zavedena jedna bublina (bubble – jako důsledek stall, flush)? Víme, že latence jednotlivých stupňů (kombinacní zpoždění mezistupňové logiky) procesoru je následující IF: 5ns, EX: 30ns, MEM: 6ns, WB: 4ns a frekvence procesoru je nastavena na maximální možnou. Zpoždění v důsledku čekání (setup time: t_{setup}), nedokonalosti rozvodu hodinového signálu (t_{skew}) a úvodní plňení pipeline zanedbejte.

- | | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 33 | <input type="checkbox"/> 32 | <input type="checkbox"/> 17 | <input type="checkbox"/> 14 | <input type="checkbox"/> 51 |
| <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 18 | <input type="checkbox"/> 51 | <input type="checkbox"/> 0 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 37 |
| <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 29 | <input type="checkbox"/> 31 | <input type="checkbox"/> 35 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 43 |



Question 17 (2b) Jak dlouho bude trvat překlad virtuální adresy pokud není potřeba vykonat page walk? Opět uvažujte uvažujte stránkování z výše uvedené otázky. Odpovídejte v nanosekundách.

121.0
 12.0
 16.0

278.6
 3.0
 484.0

4.0
 363.0
 48.0

44.0
 242.0
 237.7

96.6
 37.6
 194.3

242.0
 184.6
 749.4

Question 18

(2b) Kolik setů obsahuje datová L1 cache?

256
 128
 75

136
 238
 143

217
 101
 32

512
 1024
 2048

175
 64
 130

91
 0
 227

Dále uvažujte nějaký program, který zpracovává rozsáhlé textové dokumenty na výše uvedeném počítači. V inicializační fázi se sekvenčně prochází celý dokument a hledají se zakázané (nedovolené) znaky – datový typ char. Pokud předpokládáme 20MB dokument, odhadněte hit rate výše uvedené datové L1 cache a hit rate pro výše uvedenou TLB! Prohledávaný soubor je uložen na disku a namapován do paměti pomocí mmap().

Question 19 (+2b) Jaký je hit rate výše uvedené datové L1 cache? (Viz předchozí text.)

0.00
 0.78
 0.54

0.02
 0.98
 0.45

0.56
 0.54
 0.58

0.23
 0.18
 0.89

0.06
 0.38
 0.72

0.94
 0.55
 0.63

Question 20 (+2b) Jaký je hit rate pro výše uvedenou TLB? (Viz předchozí text.)

0.99
 0.71
 0.21

0.75
 0.02
 0.94

0.65
 0.52
 0.92

0.12
 0.22
 0.06

0.12
 0.25
 1.00

0.98
 0.30
 0.98

Question 21 (±1b) Paměťová buňka dynamické paměti používá pro svou činnost kondenzátor.

Ano

Ne

Question 22 (±1b) Každé I/O zařízení na PCI sběrnici obsahuje své vlastní speciální registry, ve kterých je uložena bázová adresa (adresy), na které má toto zařízení reagovat.

Ano

Ne

Question 23 (±1b) Mikroprogramový řadič realizuje každou programátorovi viditelnou instrukci pomocí vlastního mikrogramu uloženého v řídící paměti řadiče.

Ne

Ano

Question 24 (±1b) Při použití DMA (direct memory access) periferie přímo zapisuje/čte data do/z cache.

Ano

Ne

Question 25 (±1b) RAID 0 slouží k zvýšení výkonu systému pevných disků, RAID 1 k zvýšení spolehlivosti.

Ne

Ano

Question 26 (±1b) Výsledkem operací, které přetečou z rozsahu čísel ukládaných dle IEEE 754, například podíl 1/0, je hodnota NaN (Not-a-Number).

Ne

Ano