1. Se dau 3 procesoare P1, P2 şi P3 care execute acelaşi set de instrucţiuni şi la care parametrii SystemUhr şi CPI au valorile date în tabelul de mai jos:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Procesor | Clock rate | CPI |
| P1 | 3 GHz | 1.5 |
| P2 | 2.5 GHz | 1.0 |
| P3 | 4 GHz | 2.2 |

1. Care procesor are performanţa cea mai ridicată în termeni de MIPS?
2. Dacă fiecare procesor execută câte un program în 10 secunde, aflaţi numărul de cicluri de tact necesare şi numărul de instrucţiuni ale fiecărui program.
3. Urmărim să reducem timpul cu 30%, dar acest aspect face ca parametru CPI să crească cu 20%. Ce frecvenţă a semnalului de tact (SystemUhr) ar trebui să avem pentru a obţine aceste reduceri ale timpului?

**REZOLVARE**

Frecvenţa semnalului de tact este f = 1/T, unde T este notaţia clasică pentru perioada semnalului de tact.

Aşadar, pentru P1, f1 = 3 GHz = 3 \* 109 Hertz, ceea ce înseamnă că T1 = 0.33 nanosecunde = 33 \* 10-11 secunde.

Pentru P2, f2 = 2.5 GHz = 2.5 \* 109 Hertz, ceea ce înseamnă că T2 = 0.4 nanosecunde = 40 \* 10-11 secunde.

Pentru P3, f3 = 4 GHz = 4 \* 109 Hertz, ceea ce înseamnă că T3 = 0.25 nanosecunde = 25 \* 10-11 secunde.

a) Câte instrucţiuni pe secundă poate efectua fiecare procesor?

P1 are CPI1 = 1.5 cicluri per instrucţiune. Aşadar, el execută o instrucţiune în CPI1 \* T1 = 1.5 \* 33 \* 10-11 = 49.5 \* 10-11 secunde. Asta înseamnă că P1 execută 1/(49.5 \* 10-11) = 0.02 \* 1011 = 2 \* 109 instrucţiuni pe secundă.

P2 are CPI2 = 1.0 cicluri per instrucţiune. Aşadar, el execută o instrucţiune în CPI2 \* T2 = 1.0 \* 40 \* 10-11 = 40 \* 10-11 secunde. Asta înseamnă că P2 execută 1/(40 \* 10-11) = 0.025 \* 1011 = 2.5 \* 109 instrucţiuni pe secundă.

P3 are CPI3 = 2.2 cicluri per instrucţiune. Aşadar, el execută o instrucţiune în CPI3 \* T3 = 2.2 \* 25 \* 10-11 = 55 \* 10-11 secunde. Asta înseamnă că P3 execută 1/(55 \* 10-11) = 0.018 \* 1011 = 1.8 \* 109 instrucţiuni pe secundă.

În Concluzie, cea mai bună performanţă se obţine de către P2: 2.5 \* 109 instrucţiuni pe secundă (2.5 GIPS).

1. Ştim de la punctul a) că P1 execută 2 \* 109 instrucţiuni pe secundă, deci execută 2 \* 1010 instrucţiuni în 10 secunde. Numărul de cicluri este acest număr înmulţit cu *CPI*1: 2 \* 1010 \* 1.5 = 3 \* 1010.

Ştim de la punctul a) că P2 execută 2.5 \* 109 instrucţiuni pe secundă, deci execută 2.5 \* 1010 instrucţiuni în 10 secunde. Numărul de cicluri este acest număr înmulţit cu *CPI*2: 2.5 \* 1010 \* 1.0 = 2.5 \* 1010.

Ştim de la punctul a) că P3 execută 1.8 \* 109 instrucţiuni pe secundă, deci execută 1.8 \* 1010 instrucţiuni în 10 secunde. . Numărul de cicluri este acest număr înmulţit cu *CPI*3: 1.8 \* 1010 \* 2.2 = 3.96 \* 1010.

1. *CPI*1 = 1.5. Dacă îl creştem cu 20%, el devine *CPI*1’ = 1.8.

Timpul de execuţei current este de 10 secunde. Dacă îl reducem cu 30%, el devine *Time*1’ = 7 secunde.

Deci trebuie să executăm *Nr\_instrucţiuni*1 = 2 \* 1010 instrucţiuni în *Time*1’ = 7 secunde cu un *CPI*1’ = 1.8.

Avem următoarea ecuaţie:

*Time*1’ = *Nr\_instrucţiuni*1 \* *CPI*1’ \* *T*1’, de unde deducem că *T*1’ = *Time*1’ / (*Nr\_instrucţiuni*1 \* *CPI*1’). Dar *f*1’ = 1/ *T*1’ = (*Nr\_instrucţiuni*1 \* *CPI*1’)/ *Time*1’ = 2 \* 1010 \* 1.8 /7 = 5.14 \* 109 = 5.14 Gigahertz.

Deci frecvenţa semnalului de tact ar trebui să fie de ***f*1’ = 5.14 Gigahertz.**

În mod analog: *CPI*2’ = 1.2, *Time*2’ = 7 secunde.

*Time*2’ = (*Nr\_instrucţiuni*2 \* *CPI*2’)/ *Time*2’ = 2.5 \* 1010 \* 1.2 /7 = 4.28 \* 109 = 4.28 Gigahertz.

Deci frecvenţa semnalului de tact ar trebui să fie de ***f*2’ = 4.28 Gigahertz.**

În mod analog: *CPI*3’ = 2.64, *Time*3’ = 7 secunde.

*Time*3’ = (*Nr\_instrucţiuni*3 \* *CPI*3’)/ *Time*3’ = 1.8 \* 1010 \* 2.64 /7 = 6.78 \* 109 = 6.78 Gigahertz.

Deci frecvenţa semnalului de tact ar trebui să fie de ***f*3’ = 6.78 Gigahertz.**

1. Presupunem că avem două sisteme de calcul care implementează acelaşi set de instrucţiuni. Instrucţiunile pot fi împărţite în 4 clase A, B, C şi D în funcţie de CPI-ul lor. Frecvenţa semnalului de tact (SystemUhr) şi CPI-ul sunt prezentate în tabelul de mai jos pentru fiecare sistem de calcul.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Frecvenţa semnalului de tact (SystemUhr)** | **CPI clasa A** | **CPI clasa B** | **CPI clasa C** | **CPI clasa D** |
| P1 | 2.5 GHz | 1 | 2 | 3 | 3 |
| P2 | 3 GHz | 2 | 2 | 2 | 2 |

1. Dacă se dă un program cu 106 instrucţiuni împărţite în clase după cum urmează: 10% clasa A, 20% clasa B, 50% clasa C şi 20% clasa D, care dintre procesoare este mai rapid?
2. Care este valoarea CPI globală pentru fiecare procesor?

**REZOLVARE**

*f*1 = 2.5 GHz, so *T*1 = 0.4 nanosecunde = 40 \* 10-11 secunde

*f*2 = 3 GHz, so *T*2 = 0.33 nanosecunde = 33 \* 10-11 secunde

Pentru P1:

*Nr\_instrucţiuni\_A* = 105;

*Nr\_clock\_cycles\_A* = *Nr\_instrucţiuni\_A* \* *CPI*A = 105 \* 1 = 105

*Nr\_instrucţiuni\_B* = 2\*105

*Nr\_clock\_cycles\_B* = *Nr\_instrucţiuni\_B* \* *CPI*B = 2 \* 105 \* 2 = 4 \* 105

*Nr\_instrucţiuni\_C* = 5\*105

*Nr\_clock\_cycles\_C* = *Nr\_instrucţiuni\_C* \* *CPI*C = 5 \* 105 \* 3 = 15 \* 105

*Nr\_instrucţiuni\_D* = 2\*105

*Nr\_clock\_cycles\_D* = *Nr\_instrucţiuni\_D* \* *CPI*D = 2 \* 105 \* 3 = 6 \* 105

*Nr\_clock\_cycles\_Total*1= 26 \* 105

P1 execută *Nr\_clock\_cycles\_Total*1 cu o perioadă a semnalului de tact de *T*1, deci

*Total\_time*1 = *Nr\_clock\_cycles\_Total*1 \* *T*1 = 26 \* 105 \* 40 \* 10-11 = 104 \* 10-5 = 1.04 \* 10-3 secunde = 1.04 milisecunde.

Deci ***Total\_time*1 = 1.04 milisecunde.**

Pentru P2:

*Nr\_instrucţiuni\_A* = 105;

*Nr\_clock\_cycles\_A* = *Nr\_instrucţiuni\_A* \* *CPI*A = 105 \* 2 = 2 \* 105

*Nr\_instrucţiuni\_B* = 2\*105

*Nr\_clock\_cycles\_B* = *Nr\_instrucţiuni\_B* \* *CPI*B = 2 \* 105 \* 2 = 4 \* 105

*Nr\_instrucţiuni\_C* = 5\*105

*Nr\_clock\_cycles\_C* = *Nr\_instrucţiuni\_C* \* *CPI*C = 5 \* 105 \* 2 = 10 \* 105

*Nr\_instrucţiuni\_D* = 2\*105

*Nr\_clock\_cycles\_D* = *Nr\_instrucţiuni\_D* \* *CPI*D = 2 \* 105 \* 2 = 4 \* 105

*Nr\_clock\_cycles\_Total*2= 20 \* 105

P2 execută *Nr\_clock\_cycles\_Total*2 cu o perioadă a semnalului de tact de *T*2, deci

*Total\_time*2 = *Nr\_clock\_cycles\_Total*2 \* *T*2 = 20 \* 105 \* 33 \* 10-11 = 66 \* 10-5 = 0.66 \* 10-3 secunde = 0.66 milisecunde.

Deci ***Total\_time*2 = 0.66 milisecunde.**

În Concluzie, **P2 este mai eficient (execută programul mai rapid).**

b)

P1 execută *Nr\_instrucţiuni* = 106 instrucţiuni folosind *Nr\_clock\_cycles\_Total*1= 26 \* 105, deci *CPI*1 = *Nr\_clock\_cycles\_Total*1 / *Nr\_instrucţiuni* = 26 \* 105 / 106 = 2.6.

Deci ***CPI*1 = 2.6.**

P2 execută *Nr\_instrucţiuni* = 106 instrucţiuni folosind *Nr\_clock\_cycles\_Total*2= 20 \* 105, deci *CPI*2 = *Nr\_clock\_cycles\_Total*2 / *Nr\_instrucţiuni* = 20 \* 105 / 106 = 2.0.

Deci ***CPI*2 = 2.0.**