CAP-334 / 1997
Prova Intermediária – 04/11/97

Nome:_____ Reg.:_____

1) [10 pontos] Num certo programa cuja execução em *um* processador corresponde ao tempo $T=T_0$, sabe-se que uma parte da execução (sT_0) corresponde a um trecho estritamente serial, e o restante ($(1-s)T_0$) corresponde a um trecho *potencialmente* paralelizável.

   (a) Para uma execução paralela deste programa com P processadores, determine o *Speedup* em função de s e P, supondo paralelização ideal.

   (b) Determine o novo *Speedup*, supondo agora que a paralelização implique em um custo adicional no tempo de execução da ordem de kT_0 em cada um dos P processadores.

2) [10 pontos] Uma certa tarefa cujo tempo total de execução é de 50ns pode ser decomposta em cinco sub-tarefas, as quais podem ser executadas por módulos especializados. Cada uma destas sub-tarefas leva 10ns. Supondo que se tenha que executar K tarefas, e que tais terefas sejam independentes entre si, determine:

   (a) O tempo de execução, em função de K, num *pipeline* de cinco estágios.

   (b) O tempo de execução, em função de K, num sistema *paralelo* com P processadores, no qual $K \gg P$.

3) [10 pontos] Considere a operação vetorial **Z**=s***X**+**Y**, onde **X**,**Y**,**Z** são vetores de comprimento 64 e **s** é um escalar. Deseja-se executar esta operação num sistema vetorial, cujo ciclo de relógio é 10ns, e no qual os registros vetoriais também têm comprimento 64. Sabe-se que o pipeline de multiplicação neste sistema tem *sete* estágios, e que o pipeline de soma tem *seis* estágios. Supondo que os operandos e os resultados estão nos registros apropriados, determine:

(a) O tempo de execução da operação *sem* que haja encadeamento.

(b) O tempo de execução da operação *com* encadeamento.

4) [10 pontos] Um determinado sistema vetorial, com relógio central de 100 MHz, possui oito bancos entrelaçados de memória com tempo de acesso de 40 ns. É possível acessar um valor inteiro (32 bits) em cada acesso a um banco qualquer. Dois programadores (X e Y) escreveram os seguintes trechos de código:

```
          (X)                                  (Y)
      integer  MAT(64,64)                  integer MAT(64,64)
      do 10 i = 1,64                       do 10 j = 1,64
         do 10 j = 1,64                       do 10 i = 1,64
            MAT(i,j) = 0                         MAT(i,j) = 0
10    continue                          10    continue
```

(a) Considerando apenas o tempo dos acessos à memória, calcule qual dos dois programas é executado mais rapidamente, e qual a sua duração.

(b) Supondo que o número de bancos de memória tenha que ser uma potência de 2, determine o número mínimo de bancos tal que os dois programas acima tenham a mesma duração, e que esta duração seja igual à obtida no ítem anterior

5) [10 pontos] Considere o seguinte trecho de código:

```
do i=1,1000
     A(i) = B(i) + C(i)
enddo
```

(a) Utilizando o conceito de *strip-mining*, reescreva este código tal que o código do loop mais interno possa ser facilmente traduzido num sistema vetorial com registros de comprimento igual a 64.

(b) Apresente o novo código utilizando notação vetorial.

6) [10 pontos] Considere o seguinte trecho de código:

```
     do i=1,N-1
S1:       A(i) = B(i) + C(i)
S2:       D(N-i) = 2 * A(i) + 3
S3:       E(i) = 3 * D(i) + F(i)
     enddo
```

(a) Construa o Grafo de Dependências para este código, utilizando a notação vista em aula.

(b) Determine se é possível vetorizar, total ou parcialmente, este código. Se for possível, apresente a nova versão vetorizada. Se não for possível, mostre a razão.

7) [15 pontos] Considere o seguinte trecho de código, no qual `M` tem valor desconhecido:

```
      do i=1,N
S1:        A(i) = A(M)
      enddo
```

(a) Construa o Grafo de Dependências para este código, utilizando a notação vista em aula.

(b) Determine se é possível *vetorizar*, este código. Se for possível, apresente a nova versão vetorizada. Se não for possível, mostre a razão.

(c) Apresente uma versão *paralela* para este código, utilizando *doall* ou *doacross* mais as funções *signal/wait*, conforme apropriado.

8) [10 pontos] Considere o seguinte trecho de código:

```
      do i=2,N
S1:        A(i) = B(i) + C(i)
S2:        D(i) = 2 * A(i)
S3:        E(i) = 3 * D(i-1) + F(i)
      enddo
```

(a) Construa o Grafo de Dependências para este código, utilizando a notação vista em aula.

(b) Apresente uma versão paralela para este loop utilizando *doall* ou *doacross* mais as funções *signal/wait*, conforme apropriado.

9) [15 pontos] Considere os vários tipos de redes de interconexão dinâmicas de N entradas e N saídas vistos em aula.

(a) Apresente o número de chaves para uma rede do tipo *crossbar*, em função de N.

(b) Apresente o número de estágios e o número de chaves 2x2 por estágio, em uma rede Omega, ambos em função de N.

(c) Supondo que seja possível atravessar um ramo da rede por ciclo, qual a latência média, em número de ciclos, para uma rede *crossbar* e para uma rede Omega sem atrasos?