

### Trabalho Prático 2 - Simulador AHMES

Escrever um programa para o computador Ahmes que determine a raiz quadrada inteira de um número inteiro representado em complemento de 2, em 16 bits, utilizando o algoritmo de pesquisa binária descrito a seguir (obs: ele não é o melhor algoritmo disponível, e pode ser melhorado):

Seja  $n$  o número inteiro, com sinal, em 16 bits, do qual se deseja a raiz quadrada. Como  $n$  estará então garantidamente no intervalo  $[-32768, +32767]$ , e como não existe raiz quadrada de números negativos, a resposta então está no intervalo fechado  $[0, 182]$  (ou  $[0, n]$ , se  $n < 255$ ). Este intervalo pode ser sucessivamente reduzido pelo seguinte método:

1. Seja  $[a, b]$  o intervalo atual. Calcula-se o ponto médio deste intervalo, ou seja,  $c = (b+a) \text{ div } 2$ .
2. Compara-se  $n$  e  $c^2$ . Se  $c^2 = n$  então  $c$  é a resposta (exata). Se  $c^2 > n$  então o método continua com o intervalo  $[a, c]$ . Se  $c^2 < n$  então se continua com o intervalo  $[c, b]$ .
3. A redução do intervalo continua até que a diferença entre os limites do intervalo  $[a, b]$  seja um, ou seja,  $b-a=1$ . Neste caso o valor médio  $c$  será igual a  $a$ . Se  $a^2=n$ , então  $n$  tem raiz quadrada inteira exata, e a resposta é  $a$ . Senão  $n$  não possui raiz quadrada inteira exata, mas a parte inteira da sua raiz quadrada é  $a$ .

Exemplo: Seja  $n = 10400$ . Inicia-se com  $[0, 182]$ . O primeiro ponto médio é 91. Como  $10400 > 8281$ , o intervalo é reduzido para  $[91, 182]$ . O novo ponto médio é agora 136. Como  $10400 < 18496$ , o intervalo se reduz para  $[91, 136]$ . O novo ponto médio é 113. Como  $10400 < 12769$ , o intervalo fica  $[91, 113]$ , com ponto médio 102. Como  $10400 < 10404$ , o novo intervalo é  $[91, 102]$ , com ponto médio 96. Continuando-se, os novos intervalos vão se reduzindo para  $[96, 102]$ ,  $[99, 102]$ ,  $[100, 102]$  e finalmente para  $[101, 102]$ . A resposta é então 101 (mas não é exata).

A implementação deve seguir as seguintes especificações:

1. O programa deve ser escrito usando o montador Daedalus e rodar no simulador Ahmes.
2. O programa recebe com entrada o número  $n$ , inteiro em complemento de 2, em 16 bits. A posição de memória 128 contém os 8 bits menos significativos de  $n$ , e a posição 129 contém os 8 bits mais significativos.
3. A resposta deve ser a parte inteira da raiz quadrada (o valor  $a$  do algoritmo acima), representada como inteiro positivo, em 8 bits, e armazenada na posição 130 de memória.
4. Se a raiz quadrada for exata, isto deve ser indicado colocando-se "0" (zero) na posição 131 de memória. Caso contrário, a posição 131 deve receber "1" (um). Se  $n$  for negativo, a posição 130 deve receber 0 e a posição 131 deve receber 255.

Dicas:

1. Para calcular o quadrado de um número, basta multiplicá-lo por si mesmo. Para isto, use um dos algoritmos de multiplicação de inteiros positivos visto em aula.
2. Para realizar a divisão por dois do cálculo do valor médio, basta deslocar para uma vez para a direita. Mas considere cuidadosamente o valor do carry a ser utilizado.
3. Para comparar dois números, use uma operação de subtração e analise o borrow. Mas serão necessárias várias subtrações e comparações para quantidades de 16 bits. (Dica: comece pelos bits mais significativos).

Os trabalhos serão corrigidos de forma automática, com 20 pares de valores diferentes. Portanto, devem ser observadas rigorosamente as seguintes especificações:

- o código do programa deve iniciar no endereço 0 da memória
- a primeira instrução executável deve estar no endereço 0
- os endereços dos fatores e do produto devem ser exatamente os especificados acima
- usar para variáveis adicionais quaisquer endereços de memória à sua escolha, mas preserve o valor de  $n$  (endereços 128 e 129) e coloque a resposta nos endereços 130 e 131.

O programa deverá ser entregue no Moodle, na área de "Entrega do Segundo Trabalho", juntamente com uma listagem comentada do programa fonte no Daedalus (em meio digital). Para os nomes dos arquivos, utilize a letra inicial do seu primeiro nome, seguida do seu número de identificação. Assim, por exemplo, o aluno João José da Silva, cartão 123456, deve denominar o seu arquivo de J123456.MEM e J123456.AHD.

**Data de Entrega: 04/06/2006 (Turma A) - até as 13 horas**

Exemplos de casos de teste (valores em decimal)

| Endereço | Dados |     | Resultado |     |
|----------|-------|-----|-----------|-----|
|          | 128   | 129 | 130       | 131 |
| Caso 1   | 160   | 40  | 101       | 1   |
| Caso 2   | 0     | 0   | 0         | 0   |
| Caso 3   | 16    | 0   | 4         | 0   |
| Caso 4   | 24    | 0   | 4         | 1   |
| Caso 5   | 255   | 255 | 0         | 255 |
| Caso 6   | 64    | 4   | 32        | 1   |

|        |    |   |    |   |
|--------|----|---|----|---|
| Caso 7 | 65 | 4 | 33 | 0 |
|--------|----|---|----|---|