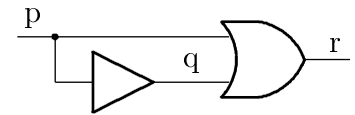


Primeira Prova

1. Projete um circuito combinacional que implementa o comando VHDL abaixo. [5 pontos]

```
if (a = '1') then    — os sinais são todos de um bit
    p <= x;
elsif (b = '1') then
    p <= y;
else
    p <= z;
end if;
```

2. O circuito ao lado desempenha uma função útil na interface entre circuitos como somadores com adiantamento de vai-um e o circuito que utiliza a soma. Desenhe o diagrama de tempos deste circuito e indique para o quê ele serve, e qual o limite da sua utilidade. A saída do buffer não é invertida e este circuito não detecta bordas. [5 pontos]



3. Projete um circuito sequencial síncrono que recebe um inteiro positivo  $N$  representado em até 32 bits e computa o número mínimo de bits necessário para representá-lo e que depende da magnitude do número representado — o circuito computa  $\lceil \log_2 N \rceil$ . Seu projeto deve conter o circuito de dados e a máquina de estados — implementada como um microcontrolador — que controla o circuito de dados. O sinal de entrada da interface externa ao circuito *inicia* carrega o operando e dispara a operação. O resultado é disponibilizado quando o sinal *pronto* for ativado pela máquina de estados. Este circuito é especificado pela Equação 1.

$$\begin{aligned} & inicia, pronto : \mathbb{B} \\ & N, \log N : \mathbb{B}^{32} \\ & \log 2 \text{ceil} : \mathbb{B} \times \mathbb{B}^{32} \mapsto \mathbb{B}^{32} \times \mathbb{B} \\ & \log 2 \text{ceil}(inicia, N, \log N, pronto) \equiv \\ & \quad inicia \Rightarrow pronto \wedge [\text{num}(\log N) = \log_2(\text{num}(N))] \end{aligned} \quad (1)$$

A função  $\text{num} : B^n \mapsto \mathbb{N}$  retorna o inteiro correspondente ao seu argumento, que é um número representado em  $n$  bits. Seu circuito deve computar uma função não-recursiva, iterativa portanto, que seja equivalente à função C abaixo: [15 pontos]

```
int log2ceil(int n) {
    if (n < 2) then
        return 0;
    else
        return (1 + log2ceil(n/2));
}
```

4. Mostre como implementar uma porta NAND de três entradas com transistores CMOS. [5 pontos]

## Segunda Prova

5. Traduza para *assembly* do MIPS o trecho de programa abaixo. Seu código *assembly* deve empregar as convenções de programação do MIPS. [15 pontos]

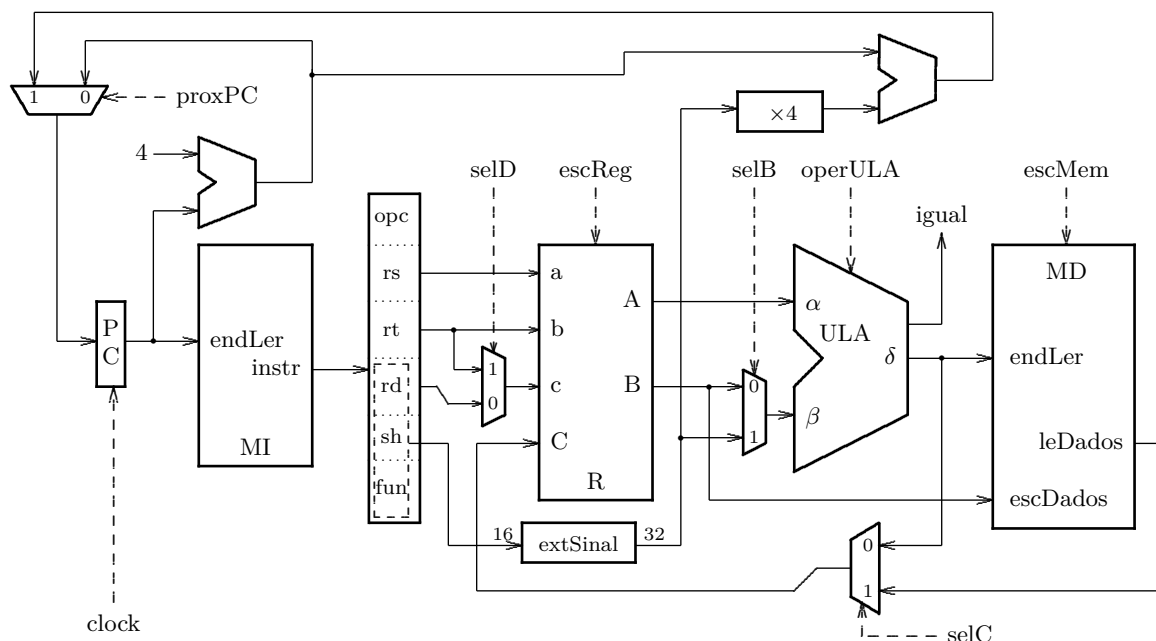
Para facilitar a correção indique os registradores que não são usados na convenção de chamada de funções como *ri*, *rn*, etc. Use uma folha inteira para escrever cada programa em *assembly*.

```
typedef struct tripla {
    int x; int y; int z;
} triplaType;
int r; triplaType V[1024];
...
int reduz(triplaType *v, int vSz) {
    int i=1; int a=0;
    while (i < vSz) {
        v[i].z = v[i].x + v[i].y;
        i = i*2;
    }
    return a;
}
...
r = reduz(V, 1024);
...
```

6. Mostre como implementar as instruções MULTIPLY-ADD (*madd*), MOVE-FROM-HI (*mfhi*), e MOVE-FROM-LO (*mflo*). Estas instruções tem formato R. *madd* multiplica o conteúdo dos registradores *R[rs]* e *R[rt]* e soma o produto ao conteúdo do registrador *R[rd]*. O resultado em 64 bits é armazenado nos registradores HI e LO. *mfhi* e *mflo* copiam o conteúdo dos registradores HI e LO para registradores de uso geral. [15 pontos]

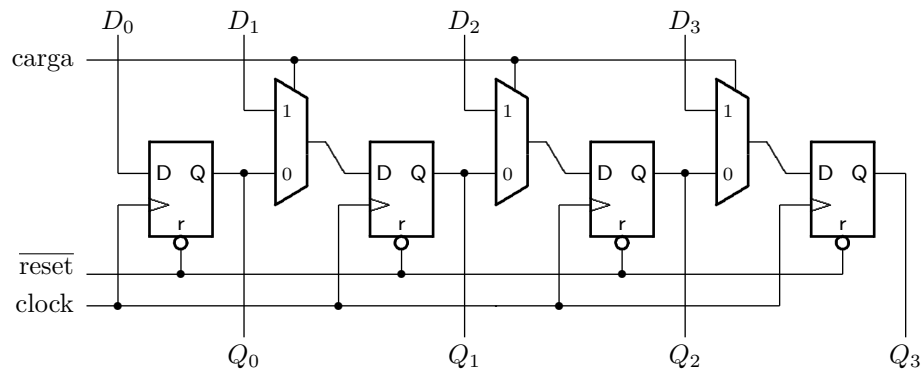
Sua resposta deve conter: (i) indicação clara das modificações ao circuito do processador; (ii) a tabela com os sinais de controle para as três instruções; (iii) um diagrama de tempos completo da execução da instrução *madd*.

```
madd rd,rs,rt    # hi&lo ← (R[rs] * R[rt]) + ext64(R[rd])
mfhi rd          # R[rd] ← hi
mflo rd          # R[rd] ← lo
```



## Exame final

7. Analise o circuito abaixo e desenhe um diagrama de tempo com os sinais *clock*, *reset*, *carga*,  $D_{0..3}$  e  $Q_{0..3}$ , considerando que  $D_{0..3} = 1100$  e que ocorre um pulso em *carga* com largura de 1 período do relógio, meio-ciclo após o sinal *reset* ficar inativo. [20 pontos]



8. Traduza para *assembly* do MIPS o trecho de programa abaixo. Seu código *assembly* deve empregar as convenções de programação do MIPS. [30 pontos]

```
int fun(int a, int b, int c, int d, int e, int f);
...
x = fun(16*a, (int)z*w, i=p^q, z=v[3], v[3*i], z-2);
...
```

9. Você dispõe de circuitos integrados de memória com capacidade de 512Kx8 bits. Mostre como construir uma memória com 32 bits de largura e capacidade de 8M bytes. Sua resposta deve indicar claramente todas as ligações, especialmente aquelas usadas na decodificação de endereços. [30 pontos]

10. Mostre como implementar um microcontrolador para uma máquina de estados com 17 estados, três entradas e 3 saídas. Seu projeto deve identificar claramente todas as informações relevantes. [20 pontos]