

Exemplo 8.24 Considerando a especificação temporal dos componentes da Tabela 8.16, qual é o período mínimo do relógio do circuito *MAXmin*?

O caminho crítico nos dois circuitos é composto do comparador de magnitude, do multiplexador e do registrador *MAX/min*, e o caminho mais longo é através do comparador de magnitude.

$$T_{min} \geq T_{reg} + T_{cMag} + T_{mux} + T_{su} = 6 + 15 + 5 + 4 = 30 \text{ ns}$$

$$T_h = 2ns \geq T_{C,reg} + T_{C,mux} = 1 + 1 = 2 \text{ ns}$$

Na Figura 8.58, o caminho mais curto para o T_h é mostrado à esquerda dos registradores. O resultado para T_h é marginal, mas ainda dentro do especificado. ◁

Exemplo 8.25 Vejamos o projeto de um circuito que efetua a multiplicação de dois números positivos de 8 bits, através de adições repetidas. Seu comportamento é especificado pela Equação 8.13. Se os sinais *inicia* e *pronto* estão ambos ativos, então o registrador *prod* contém o resultado da multiplicação.

$$\begin{aligned} & inicia, pronto : \mathbb{B} \\ & mndo, mdor : \mathbb{B}^8 \\ & prod : \mathbb{B}^{16} \\ & prod8 : \mathbb{B} \times (\mathbb{B}^8 \times \mathbb{B}^8) \mapsto \mathbb{B}^{16} \times \mathbb{B} \\ & prod8(inicia, mndo, mdor, prod, pronto) \equiv \\ & \quad inicia \Rightarrow pronto \Rightarrow \\ & \quad [num(prod) = num(mndo) \cdot num(mdor)] \end{aligned} \quad (8.13)$$

A implementação do multiplicador é separada em duas partes, um circuito de dados, e a máquina de estados que o controla. A ME que controla o multiplicador é mostrada na Figura 8.59. A interface externa do multiplicador (*prod8*) aceita os operandos multiplicando (*mndo*) e multiplicador (*mdor*). O sinal de controle *inicia* faz com que os operandos sejam carregados nos registradores *mndo* e *mdor*, e dispara a computação do produto. Quando o resultado estiver disponível no registrador *prod*, o sinal *pronto* é ativado. Os estados *start* e *wait* correspondem ao estado Ψ da Figura 8.54.

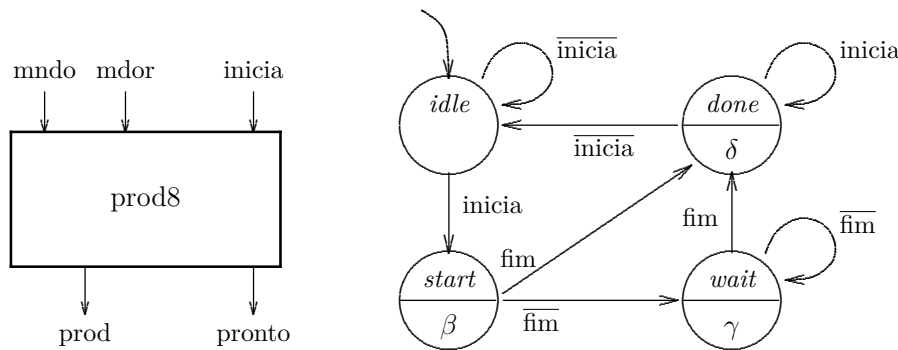


Figura 8.59: Interface e ME que controla o multiplicador.

Numa multiplicação por zero ($N \times 0$), o sinal *pronto* deve ser ativado sem que nenhuma parcela seja adicionada ao registrador *prod*. Se o multiplicador for diferente de zero, então a ME permanecerá no estado *wait* até que todas as parcelas sejam adicionadas.

O circuito de dados é mostrado na Figura 8.60. O multiplicador é carregado no registrador *cnt*, que atua como o contador de parcelas por adicionar. A cada parcela adicionada, *cnt* é decrementado; quando

Tabela 8.17: Sinais de controle do multiplicador.

estado	carMN	carC	selP	selC	carP	pronto
β	1	1	1	1	1	0
γ	0	1	0	0	1	0
δ	0	0	0	0	0	1

cnt for zero, o registrador *prod* contém o produto. O registrador *prod* é inicializado com zero, e a cada ciclo do relógio, uma nova parcela – o multiplicando – é adicionada ao resultado parcial. A Tabela 8.17 contém os sinais ativos em cada estado. Quais sinais podem ser agrupados para simplificar a implementação?

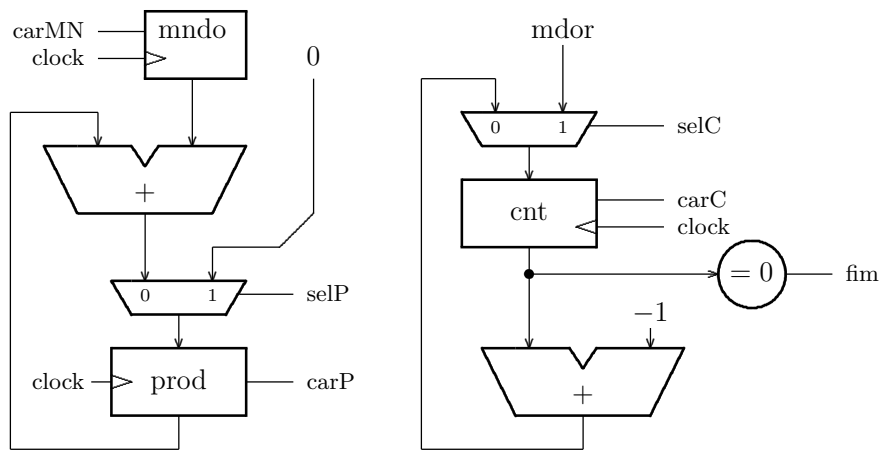


Figura 8.60: Circuito de dados do multiplicador.

A Figura 8.61 mostra um diagrama de tempo com duas operações; a primeira é uma multiplicação por 0, e a segunda uma multiplicação por 1.

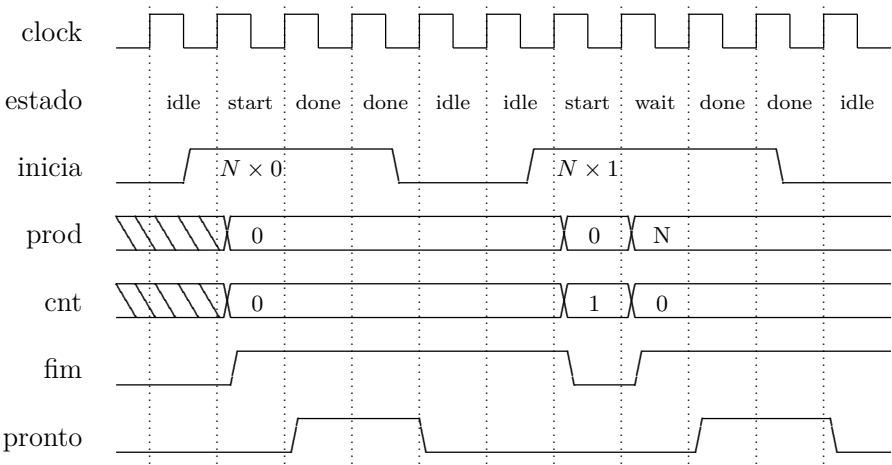


Figura 8.61: Diagrama de tempos de $N \times 0$ e $N \times 1$.