

Guião de Laboratório de Arquitectura de Computadores

Simulação 2.11 – Contadores

1 – Objectivos

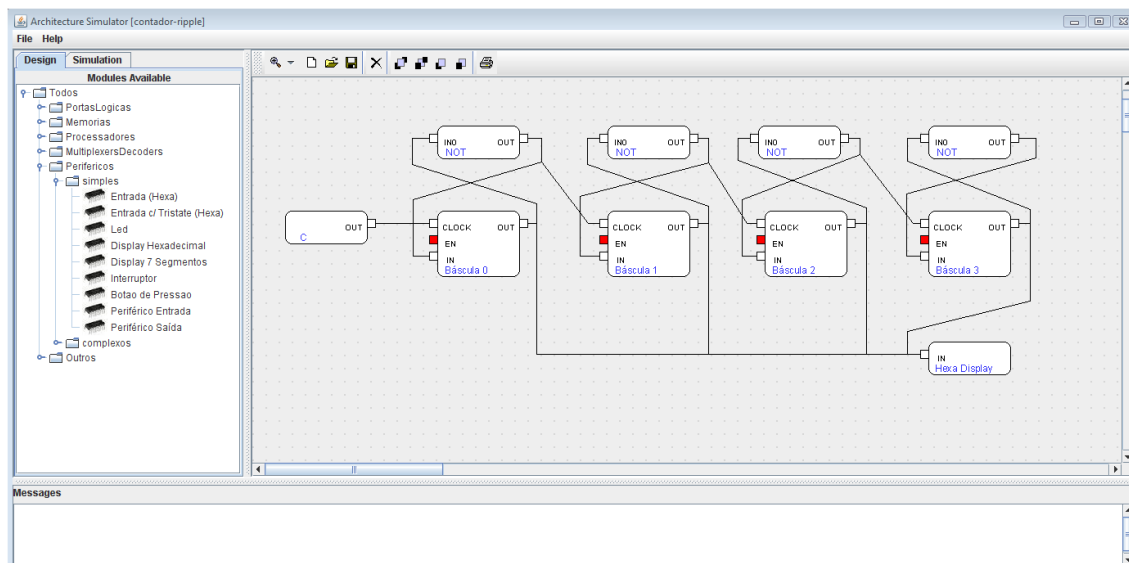
Esta simulação ilustra o funcionamento dos contadores com b́asculas D, com base nas figuras e exemplos da secção 2.6.5. Os aspectos cobertos incluem os seguintes:

- Verificação do comportamento do contador em sequência (*ripple*) e da soma dos tempos de atraso (Fig. 2.30);
- Verificação do comportamento do contador da Fig. 2.32 e do seu tempo de atraso face ao relógio;
- Contagem crescente com carregamento paralelo (Fig. 2.34);
- Contagem decrescente com carregamento paralelo (Fig. 2.35) e programabilidade do período de contagem.

NOTA – Na descrição da simulação 2.11, no livro, onde est́a “Fig. 2.33” devia estar “Fig. 2.34” e onde est́a “Fig. 2.34” devia estar “Fig. 2.35”. Este erro est́a corrigido aqui e registado na errata do livro.

2 – Contador com b́ascula D em sequência (*ripple*)

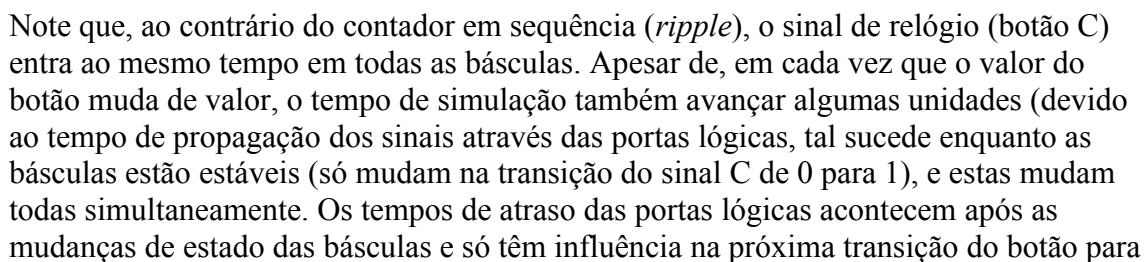
Carregue o circuito seguinte do ficheiro “contador-ripple.cmod” e que implementa o circuito da Fig. 2.30. Note que as b́asculas est́ao pela ordem inversa, apenas para facilitar a ligaç_ao entre b́asculas no circuito, uma vez que os m_odulos t_em sempre as entradas do lado esquerdo e as saídas do lado direito. Mas o circuito é o mesmo.



Tal deve-se à propagação dos vários sinais ao longo do circuito, que faz o mostrador passar por vários números intermédios (demasiado rápido para se ver, mas o suficiente para se notar o número a piscar, na transição) até atingir o valor de equilíbrio. Estes atrasos são ilustrados na sequência de sinais da Fig. 2.30.

NOTA – Para este circuito funcionar, a saída de cada báscula tem de ligar num bit diferente da ligação ao mostrador de 7 segmentos, pois esta ligação é de 4 bits. Isto está programado no próprio circuito e afecta os sinais OUT de cada báscula e os sinais IN0 de cada NOT.

Carregue o circuito seguinte do ficheiro “contador-binario.cmod” e que implementa o circuito da Fig. 2.32.

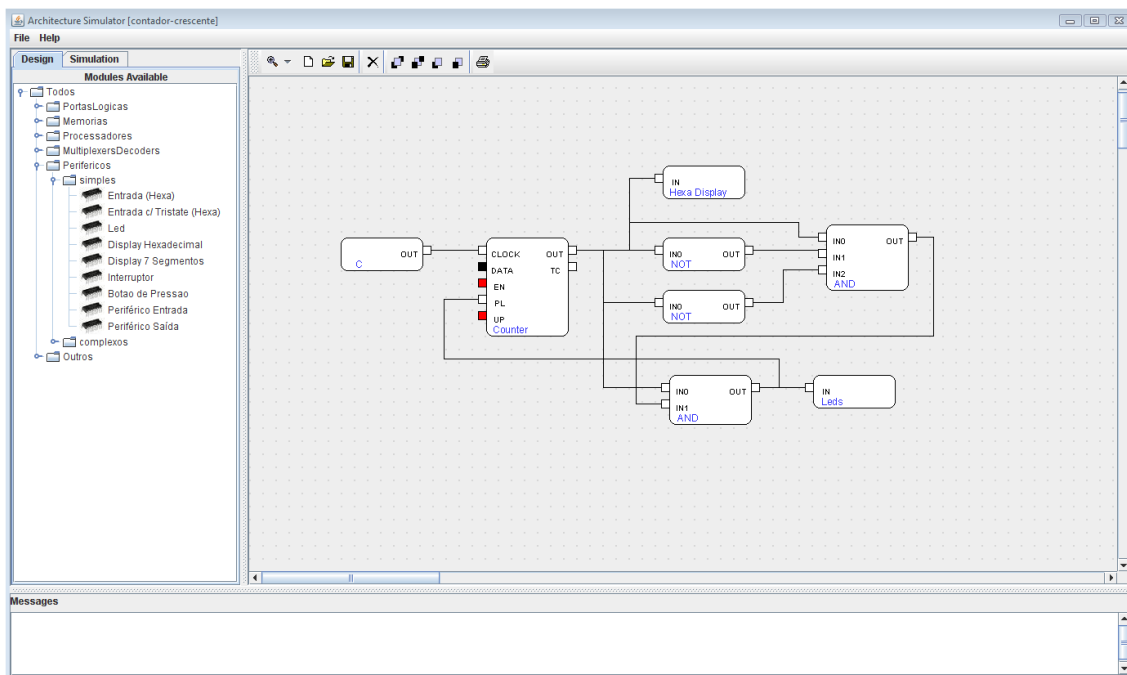


1. Desta forma, as transições do número no Mostrador de 7 segmentos evoluem de forma estável (sem nunca piscar) de cada vez que o botão passa de 0 para 1.

NOTA – Para este circuito funcionar, a saída de cada báscula tem de ligar num bit diferente da ligação ao mostrador de 7 segmentos, pois esta ligação é de 4 bits. Isto está programado no próprio circuito e afecta não só os sinais OUT de cada báscula como todos as entradas dos restantes módulos que a elas ligam.

4 – Contador crescente com carregamento paralelo

Carregue o circuito seguinte do ficheiro “contador-crescente.cmod” e que implementa o circuito da Fig. 2.34, com a adição de um led no sinal de carregamento paralelo para melhor visualizar a ocorrência desta situação.



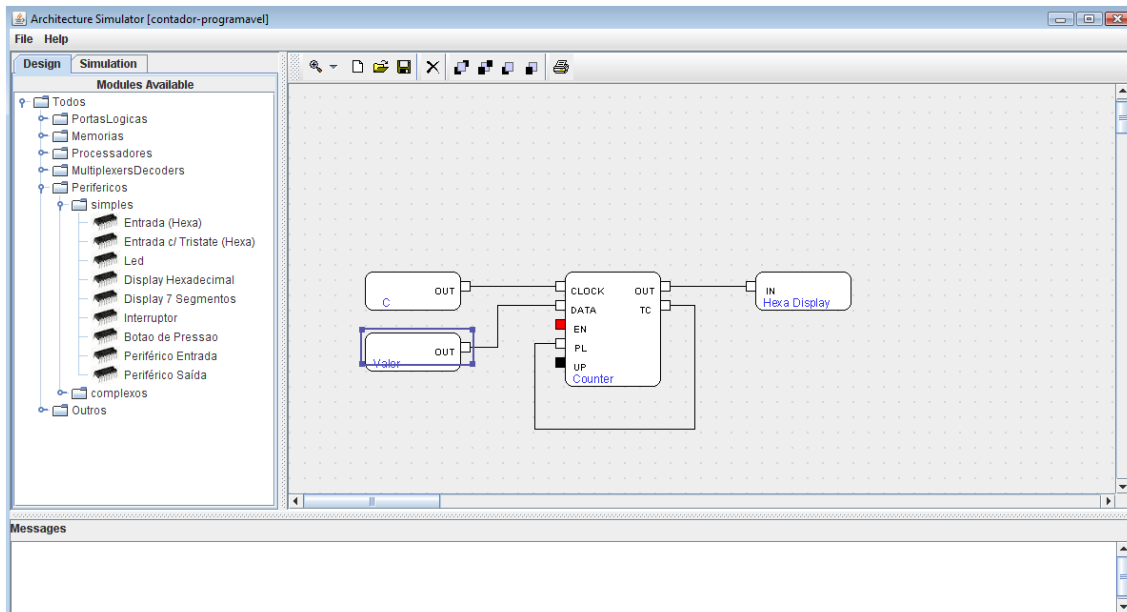
Passe para Simulação, faça Start e abra as janelas do botão, do mostrador e do led.

Verifique que de cada vez que a saída do botão passa para 1 o mostrador conta uma unidade e que quando este chega a 9 o led fica aceso. No próximo clique, o mostrador passa para 0, devido ao carregamento em paralelo do valor presente na entrada do contador (forçada a 0).

5 – Contador decrescente com período programável

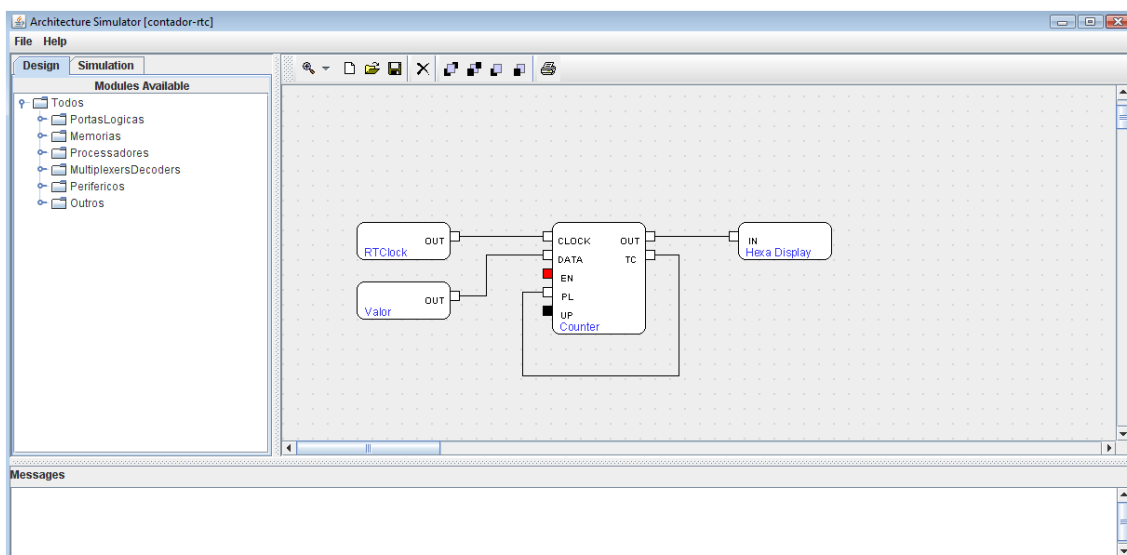
Carregue o circuito seguinte do ficheiro “contador-programavel.cmod” e que implementa o circuito da Fig. 2.35, mas em que o módulo Contador do simulador já produz um sinal (TC – Terminal Count) que já implementa o NOR, isto é, dá um impulso a 1 quando a contagem chega ao fim. O sinal UP está forçado a 0 para a contagem ser decrescente.

A janela de entrada (valor) permite especificar o período de contagem.

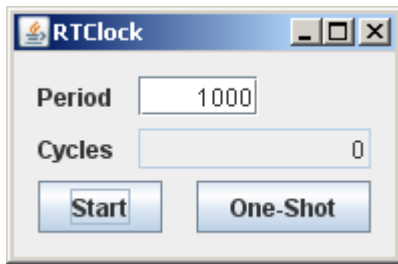


Passe para Simulação, faça Start e abra as janelas do botão C, da entrada Valor e do mostrador de 7 segmentos. Na janela de entrada, coloque 6 (como na Fig. 2.35, ou outro valor à sua escolha) e carregue em OK. Vá carregando no botão até o contador chegar a 0 (não se admire se o contador começar a contar num valor diferente daquele que especificou em Valor, pois este só é lido quando o contador TC estiver activo, e quando o contador arranca ainda não está inicializado. Mas após a primeira volta já fica certo). Verifique que no próximo ciclo de relógio o contador recomeça em 6 (ou no valor que consta na janela de entrada).

Use agora o ficheiro “contador-rtc.cmod”, que em vez de um botão utiliza um relógio de tempo real (RTC), com período de 1 segundo.



Faça como no caso anterior, mas em vez da janela do botão abra a janela do RTC e carregue em Start nesta janela.



O funcionamento do contador é agora automático, evoluindo em cada segundo. Experimente alterar o o valor na janela de entrada (fazendo OK) e verifique que este não tem efeito imediato no valor do contador. Só quando o contador chegar a 0 é que carrega o novo valor.