



## Projetos eletrônicos usando o MultiSim 9 do Electronics Workbench – Parte 6

# Simulação de circuitos lógicos digitais

Newton C. Braga

No artigo anterior estudamos os osciloscópios encontrados no MultiSim 9 verificando seus principais recursos. Depois, aprendemos a utilizar o osciloscópio básico de duplo traço na análise do amplificador de ganho 10 que desenvolvemos nas lições precedentes. Vimos nesse osciloscópio tanto a forma de onda do sinal de entrada quanto a do sinal de saída. Este artigo irá tratar do projeto e simulação de circuitos lógicos digitais e da verificação do seu funcionamento no analisador lógico disponível na barra de instrumentos.

O projeto e simulação de circuitos digitais é extremamente simples no MultiSim graças à sua enorme biblioteca de componentes lógicos tanto de tecnologia CMOS quanto TTL, assim como pela presença de um analisador lógico na caixa de instrumentos.

Como projetar um circuito lógico digital é o que veremos neste artigo e, depois, haverá verificação de seus sinais utilizando o analisador lógico. O que vamos observar pode ser facilmente estendido para circuitos de maior complexidade e, na instrumentação, outros instrumentos além do analisador podem ser empregados.

### O circuito básico

Para que o leitor entenda como projetar um circuito lógico digital, vamos tomar uma configuração básica bastante conhecida, facilitando assim a compreensão de seu princípio de funcionamento. Montaremos um circuito seqüencial utilizando o conhecido circuito integrado 4017.

Esse circuito tem 10 saídas seqüenciais, o que é suficiente para testarmos a capacidade de análise do analisador lógico do MultiSim 9, pois ele é capaz de analisar até 16 sinais simultâneos.

### Os circuitos lógicos digitais do MultiSim 9

Conforme podemos ver pela **figura 1**, na área de trabalho do MultiSim 9 temos acesso tanto a uma grande quantidade de circuitos integrados TTL como CMOS.

Basta *clicar* no ícone na área de trabalho, correspondente à família lógica, para que a relação de componentes disponíveis se abra e possamos selecionar o tipo desejado.

É justamente a partir desse ponto que desenvolveremos nosso projeto, baseado em tecnologia CMOS.



Figura 1 - Localização dos circuitos integrados

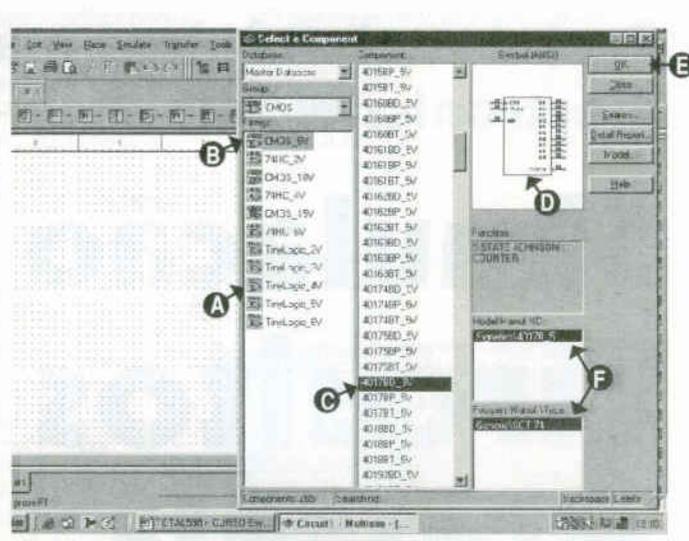


Figura 2 - Selecionando o circuito integrado

### Primeira fase Montando um oscilador de clock

Começamos por selecionar o circuito integrado que vamos usar como oscilador, abrindo a relação de circuitos integrados CMOS, observe a figura 2 em (B).

Em (A) temos a relação das diversas famílias de circuitos lógicos CMOS disponíveis. Veja que é importante em um projeto manter a compatibilidade e em caso de se interligar famílias deferentes, esteja atento para os *fan-out* e *fan-in* além das tensões de alimentação.

O circuito tomado como exemplo para esse caso é o 4017 (C) para 5 V, cuja pinagem conforme aparecerá na área de trabalho é exibida em (D). Em (F) temos informações adicionais. Para colocá-lo na área de trabalho, basta clicar em (E).

Para iniciar nosso projeto, o circuito integrado selecionado é o 4093 que é formado por quatro portas disparadoras NAND.

Conforme vemos na figura 3, fazendo a escolha desse circuito integrado em (A), apenas uma porta é colocada na área de trabalho, de acordo o indicado em (B) e em (C),

ficando a opção de colocarmos as demais portas.

Para isso, efetuamos a escolha de outra porta, e em (B) do quadro de diálogo que aparece, escolhemos mais uma delas. Não é o nosso caso, pois iremos montar um oscilador usando uma porta NAND.

### Segunda fase Completando o oscilador

Para completar o oscilador, conforme abordado nas edições anteriores, colocamos na área de trabalho um resistor e um capacitor cujos valores serão programados para 10 nF e 10 kΩ respectivamente.

As conexões desses componentes de modo a formar o oscilador completo são exibidas na figura 4.

Esse oscilador gera um sinal retangular de 5 V de amplitude que, se o leitor desejar, poderá ser visto ligando o osciloscópio na sua saída. Este assunto já foi abordado em edições anteriores. O oscilador pronto servirá de *clock* para um contador divisor por 10 que será montado em torno do circuito integrado 4017, conforme veremos a seguir.

### Terceira fase Colocando o 4017

Nosso próximo passo consiste em abrir a tabela de seleção dos circuitos CMOS e, na mesma família de 5 V,

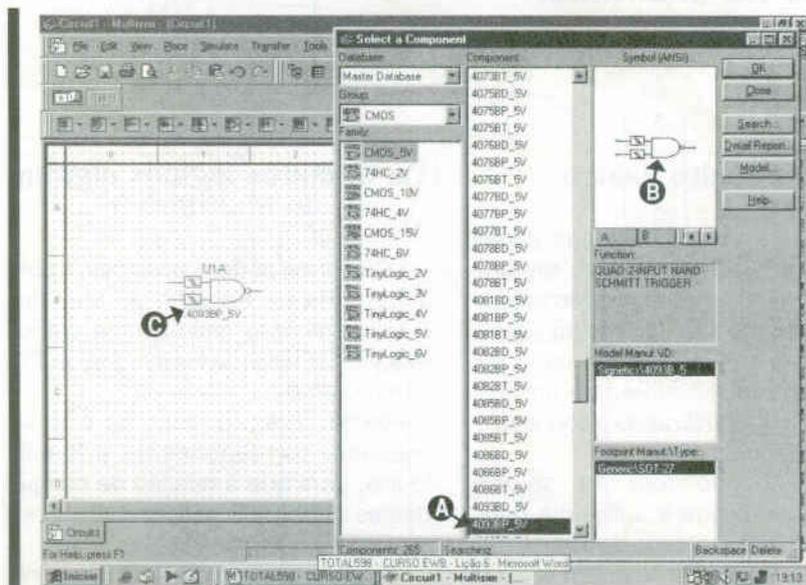


Figura 3 - Selecionando o 4093



selecionar o 4017, o qual será colocado na área de trabalho ao lado do oscilador de *clock* já montado. A seguir fazemos suas conexões iniciais ao oscilador e às dos terminais que devem ser aterrados, conforme mostra a **figura 5**.

Um fato importante que o leitor deverá ter observado, é que os terminais de alimentação (*Vss* e *Vdd*) são omitidos. Não é preciso ligar uma fonte de alimentação, porque o simulador a assume.

Evidentemente, na montagem real final deve-se prever a ligação dos pinos de alimentação positiva e negativa em todos os circuitos integrados usados.

### Quarta fase O analisador lógico

O analisador lógico consiste em um poderoso instrumento para a análise simultânea de até 16 sinais em circuitos digitais. Esse instrumento encontra-se acessível na barra do lado direito da área de trabalho, bastando clicar nele para colocá-lo na área de trabalho, conforme mostra a **figura 6**. Veja que posicionamos esse instrumento de modo que suas 10 primeiras entradas já fiquem alinhadas com as saídas do 4017, cujos sinais vamos analisar. As conexões do analisador lógico ao contador são apresentadas na **figura 7**.

Clicando sobre o painel desse instrumento, teremos acesso aos seus diversos controles. Para maior facilidade na observação dos sinais, usamos o controle "reverse" para obter uma imagem em fundo branco. Na condição normal, temos a imagem em fundo preto. O painel detalhado do analisador lógico é exibido na **figura 8**.

O que o analisador faz é plotar os níveis lógicos dos pontos dos circuitos analisados, usando como referência um *clock* que tanto pode ser interno como externo. O primeiro passo para analisar o funcionamento do contador divisor por 10 com o 4017 é fazer os ajustes do analisador

### Quinta fase Ajustando o analisador lógico

Abrindo o painel do analisador (basta clicar sobre o instrumento na área de trabalho) teremos acesso aos diversos controles, que devem ser ajustados para permitir a visualização dos sinais. Na **figura 8** já mostramos esse painel, com dois pontos que devem ser ajustados. O primeiro, indicado em **(A)**, consiste em se selecionar 2 *clocks*/divisão para observação do sinal. O segundo é para abrir o segundo painel de ajustes, clicando em **set (B)**, como podemos visualizar na **figura 9**.

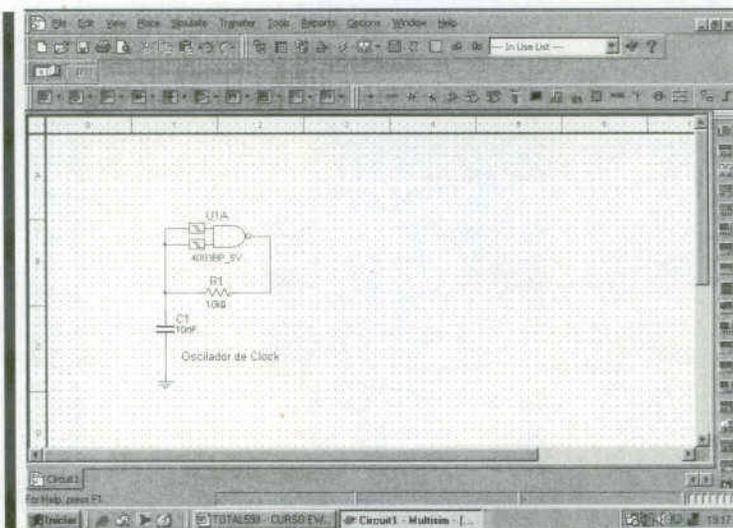


Figura 4 - Completando o oscilador

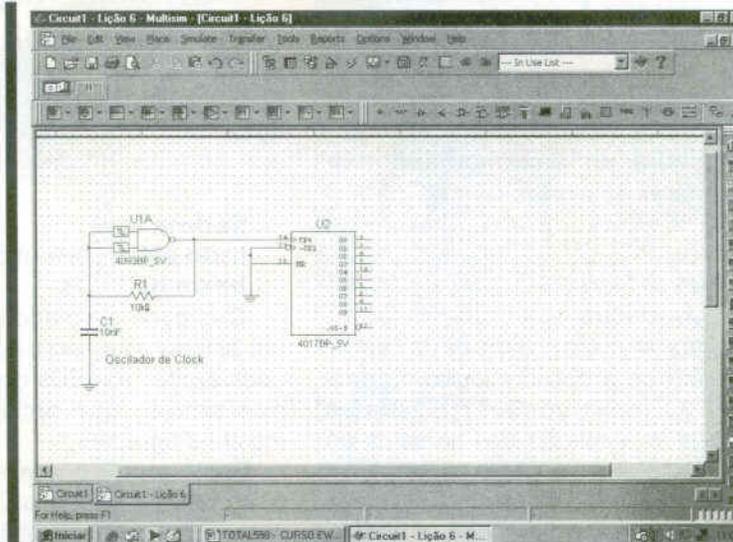


Figura 5 - Colocando o 4017

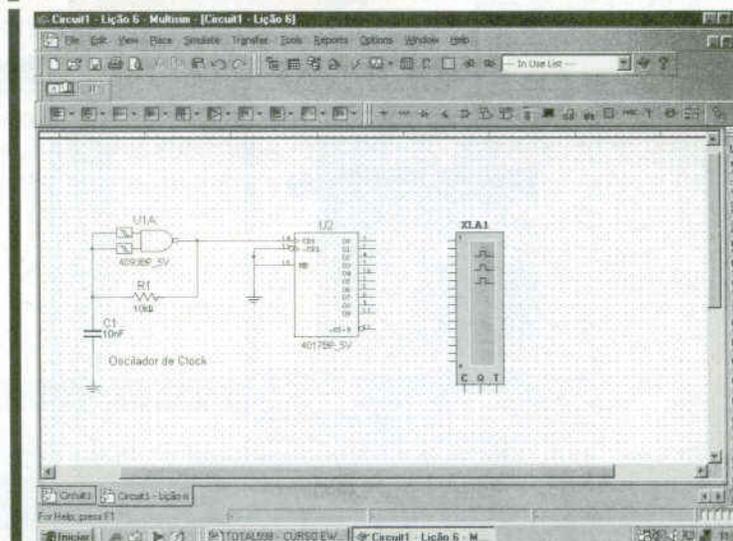


Figura 6 - Colocando o analisador lógico

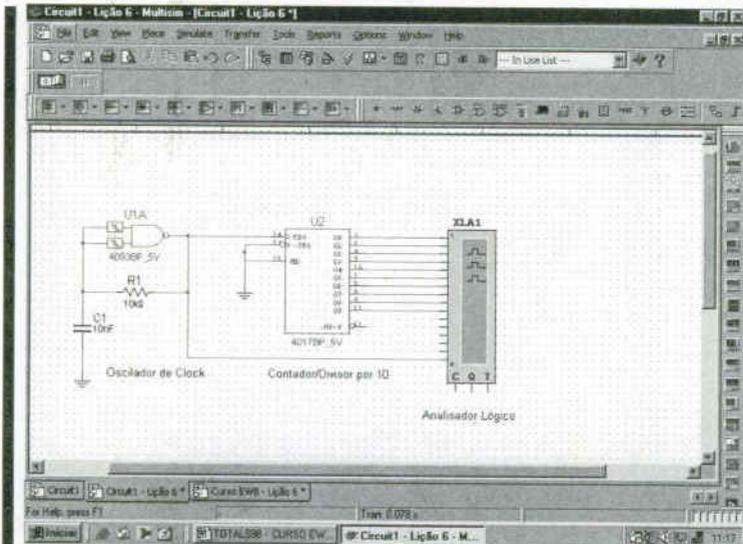


Figura 7 - Fazendo as conexões

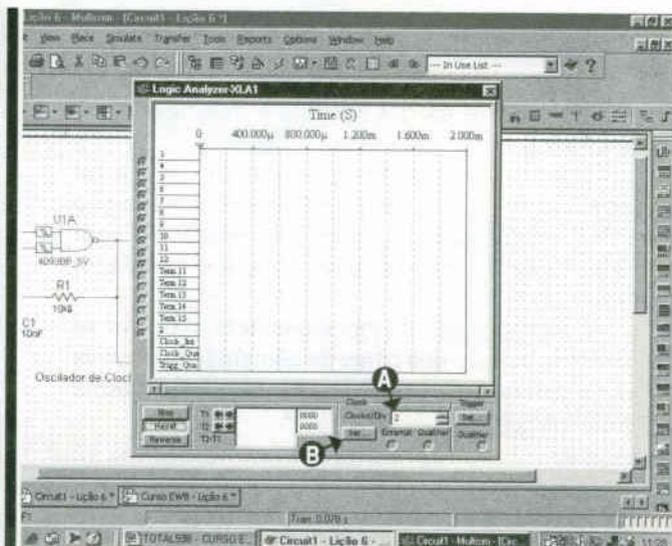


Figura 8 - Painel do analisador lógico

Nele, selecionamos o *clock* interno (A) e também uma frequência de *clock* de 10 kHz em (B). Com isso, o circuito estará pronto para a simulação. Basta então clicar em "accept" (C) para fechar essa caixa de ajustes.

**Sexta fase Simulação**

Para simular o circuito, basta manter o painel do analisador lógico maximizado e clicar em I/O. Teremos assim as formas de sinais obtidos na saída do circuito, observe a figura 10.

Repare que a amostragem é feita com dois ciclos de *clock* por divisão e que, por problemas de sincronismo

com o oscilador externo, temos em alguns instantes uma duração maior para o pulso de algumas saídas do 4017.

**Sétima fase Indo além com uma barra de LEDs**

O circuito simulado consiste em um sistema seqüencial que facilmente pode excitar 10 LEDs comuns. Podemos simular esse circuito conforme mostra a figura 11.

Basta retirar o analisador lógico e, no quadro de diodos, abrir a lista que mostra essa categoria de componentes. Nessa lista (A) temos diodos

virtuais (B) e também LEDs (C). Na relação de LEDs que selecionamos, escolhemos uma barra de 10 LEDs verdes, indicada em (D). Esse componente tem o aspecto exibido em (E).

Observe que as setas dão a sua polaridade, o que é importante na hora de fazer sua conexão ao circuito simulado. Se os LEDs forem invertidos, o circuito não funcionará!

Assim, ao colocar o indicador de LEDs na área de trabalho, deveremos girá-lo no sentido anti-horário (anti CLW) para que ele fique em posição de funcionamento, conforme ilustra a figura 12.

Depois é só fazer as ligações e colocar um resistor limitador de cor-

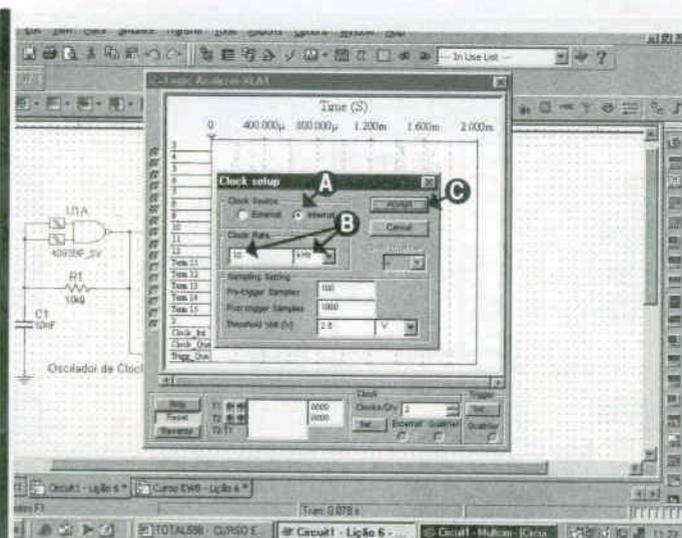


Figura 9 - Segundo painel de ajustes

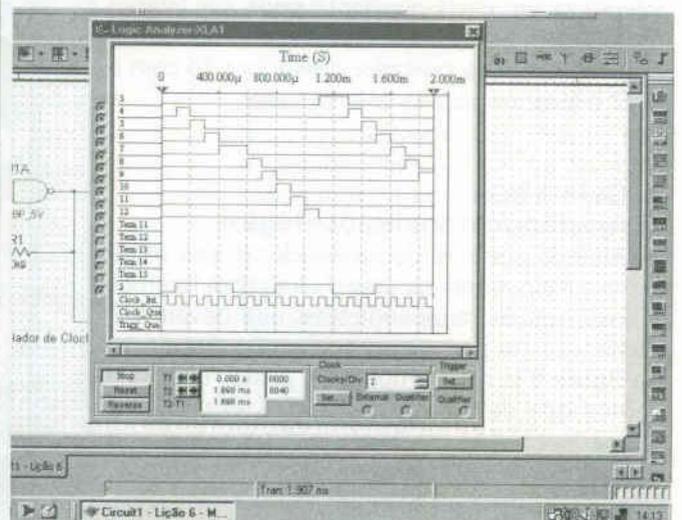


Figura 10 - Sinais obtidos

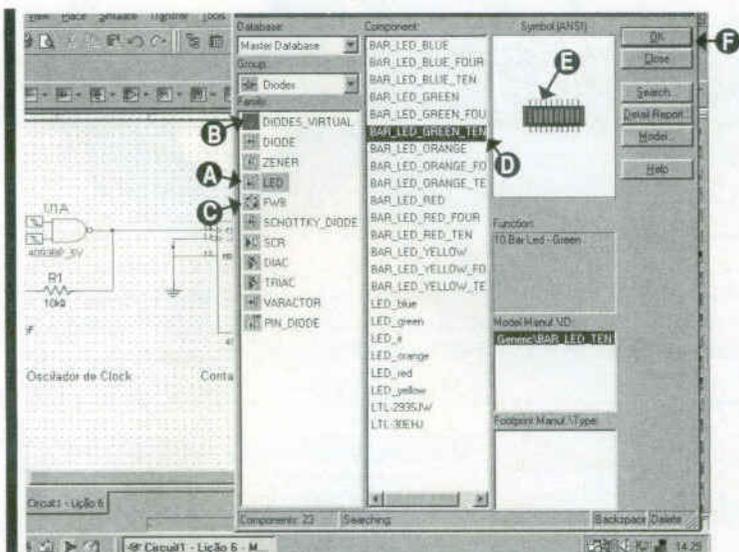


Figura 11 - Selecionando a barra de LEDs

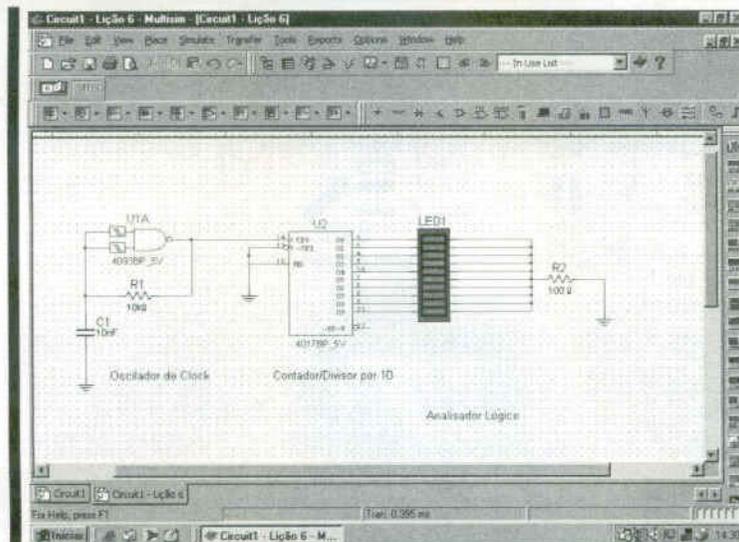


Figura 12 - Posicionando a barra de LEDs

rente que, na prática, deverá ter de 330 a 470  $\Omega$  para alimentação de 5 a 6 V e 1 k $\Omega$  para alimentação de 12 V.

Clicando em O/I, que inicia a simulação, o leitor verá os LEDs acenderem em seqüência, comprovando o funcionamento do circuito.

### Conclusão

O que vimos neste artigo foi um pouco do que o leitor poderá fazer em termos de simulação e projeto usando o MultiSim 9. Existem ainda muitos outros recursos e componentes para o leitor utilizar e testar em novas configurações. A exploração do programa

para que o leitor aprenda a usá-lo dependerá muito do que irá necessitar em um dado projeto. Com os conhecimentos básicos abordados, já é possível dar início a um trabalho eficiente de projetos, tanto no nível amador como profissional.

Na próxima edição iremos além, mostrando mais alguns recursos importantes do MultiSim 9. **T**

### Versão Demo

Para acompanhar estes artigos, nada melhor do que ter acesso a uma versão demo do Electronics Workbench. Essa versão, que "faz tudo" que precisamos para aprender a usar o EWB, está disponível no site [www.ni.com/brasil](http://www.ni.com/brasil)

## Complete sua coleção

Adquira as edições anteriores da revista Mecatrônica Fácil através do site:

[www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br)

ou pelo telefone: (11) 6195-5330

