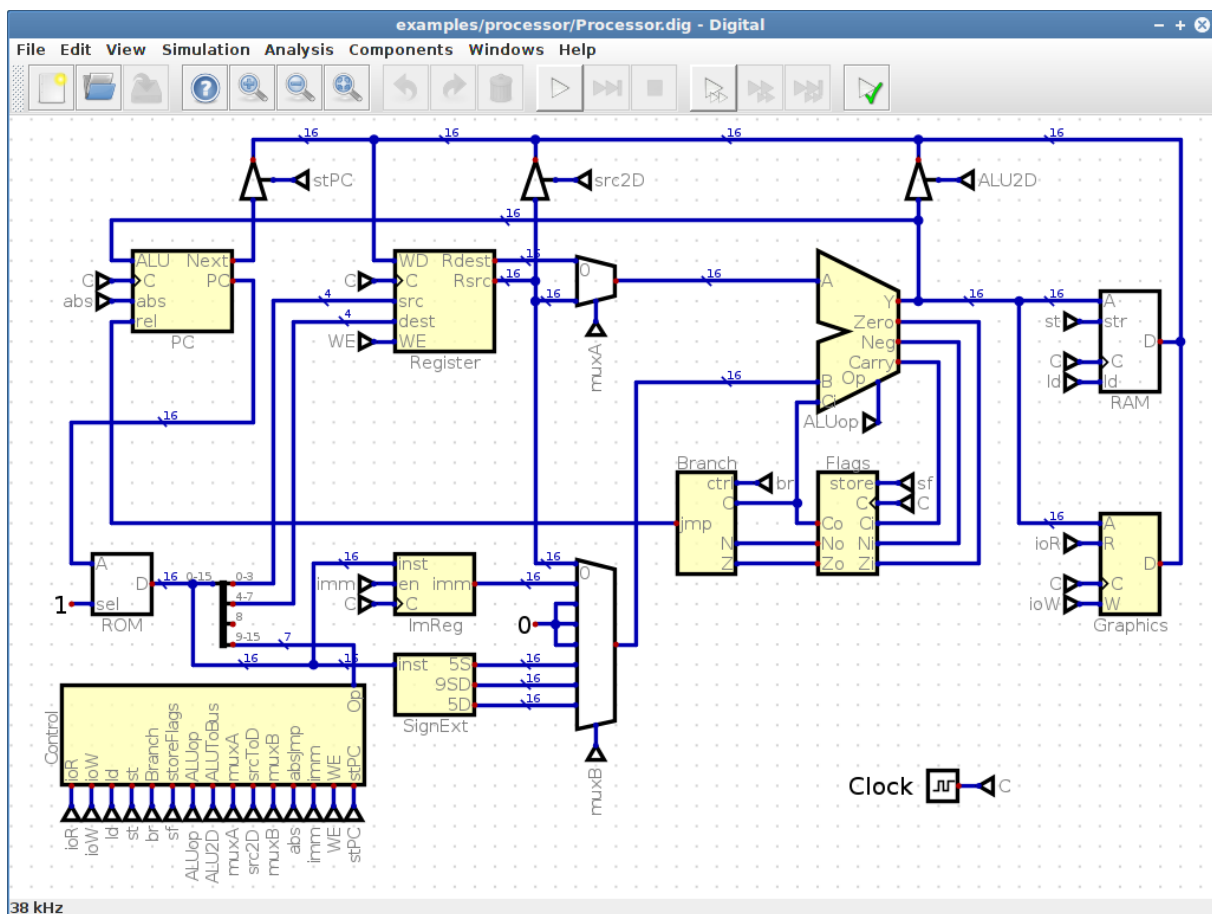


# Digital



Revisão: v0.25  
Data: 2020-08-10 13:19

# Índice

## A Geral

1. Digital .....	5
1.1. Introdução .....	5
1.2. Primeiros passos .....	5
1.3. Fios .....	13
1.4. Projeto hierárquico .....	13
2. Simulação .....	17
2.1. Propagação de atraso .....	17
3. Análise e síntese de circuito .....	17
4. Hardware .....	18
4.1. GAL16v8 e GAL22v10 .....	18
4.2. ATF150xAS .....	18
4.3. Exportar para VHDL ou Verilog .....	18
5. Formatos personalizados .....	19
6. Perguntas frequentes .....	20
7. Atalhos de teclado .....	22

## B Configurações

## C Interface para a linha de comandos

## D Componentes

1. Lógica .....	
1.1. AND .....	28
1.2. NAND .....	28
1.3. OR .....	29
1.4. NOR .....	30
1.5. XOR .....	30
1.6. XNOR .....	31
1.7. NOT .....	32
1.8. LookUpTable .....	32
2. Entradas e saídas .....	
2.1. Saída .....	33
2.2. LED .....	34
2.3. Entrada .....	34
2.4. Entrada do Clock .....	35
2.5. Botão .....	36
2.6. DIP Switch .....	36
2.7. Texto .....	37
2.8. Ponta de prova .....	37
2.9. Gráfico de dados .....	38
3. Entradas e saídas - Displays .....	
3.1. LED RGB .....	38
3.2. LED com duas conexões. ....	39
3.3. Botão com LED .....	39
3.4. Display de 7-Segmentos .....	40
3.5. Display de 7-Segmentos Hexadecimal .....	41
3.6. Display de 16 Segmentos .....	41

3.7. Lâmpada .....	42
3.8. Matriz de LEDs .....	42
4. Entradas e saídas - Mecânica .....	
4.1. Codificador rotativo .....	43
4.2. Motor de passos, unipolar .....	43
4.3. Motor de passos, bipolar .....	44
5. Entradas e saídas - Periféricos- .....	
5.1. Teclado .....	45
5.2. Terminal .....	46
5.3. Monitor VGA .....	46
5.4. MIDI .....	47
6. Conexões .....	
6.1. Terra .....	48
6.2. Fonte .....	48
6.3. Valor constante .....	49
6.4. Túnel .....	49
6.5. Distribuidor .....	49
6.6. Driver .....	50
6.7. Driver invertido .....	51
6.8. Atraso .....	51
6.9. Resistor Pull-Up .....	52
6.10. Resistor Pull-Down .....	52
7. Plexers .....	
7.1. Multiplexador .....	53
7.2. Demultiplexador .....	53
7.3. Decodificador .....	54
7.4. Seletor de Bit .....	55
7.5. Codificador de prioridade .....	55
8. Flip-Flops .....	
8.1. Flip-flop SR .....	56
8.2. Flip-flop SR submetido ao clock .....	57
8.3. Flip-flop JK .....	58
8.4. Flip-flop D .....	59
8.5. Flip-Flop T .....	59
8.6. Flip-flop JK, assíncrono .....	60
8.7. Flip-flop D, assíncrono .....	61
8.8. Monoflop .....	62
9. Memória - RAM .....	
9.1. RAM, portas separadas .....	63
9.2. RAM-Bloco, portas separadas .....	64
9.3. RAM, porta bidirecional .....	65
9.4. RAM, seleção de chip .....	66
9.5. Bloco de registradores .....	67
9.6. RAM, duas portas .....	68
9.7. RAM gráfica .....	69
10. Memória - EEPROM .....	
10.1. EEPROM .....	70
10.2. EEPROM, portas separadas .....	71
11. Memória .....	
11.1. Registrador .....	72

11.2. ROM .....	73
11.3. Contador .....	74
11.4. Contador com preset .....	75
12. Aritmética .....	
12.1. Somar .....	76
12.2. Subtrair .....	77
12.3. Multiplicar .....	77
12.4. Dividir .....	78
12.5. Registrador de deslocamento .....	79
12.6. Comparador .....	79
12.7. Negação .....	80
12.8. Extensor de sinal .....	80
12.9. Contador de bits .....	81
13. Chaves .....	
13.1. Chave .....	81
13.2. Chave de dois polos .....	82
13.3. Relé .....	83
13.4. Relé de dois polos .....	83
13.5. FET tipo P .....	84
13.6. FET tipo N .....	85
13.7. Fusível .....	86
13.8. Diodo para VDD .....	86
13.9. Diodo para Terra .....	87
13.10. FET tipo P com porta flutuante .....	87
13.11. FET tipo N com porta flutuante .....	88
13.12. Porta de transmissão .....	89
14. Diversos .....	
14.1. Caso de teste .....	89
14.2. Retângulo .....	90
14.3. Fonte .....	90
14.4. Distribuidor bidirecional .....	91
14.5. Reiniciar .....	91
14.6. Pausa .....	92
14.7. Parar .....	92
14.8. Temporização assíncrona .....	93
14.9. Externo .....	93
14.10. Controle do pino .....	94

## E Biblioteca

## A Geral

### 1. Digital

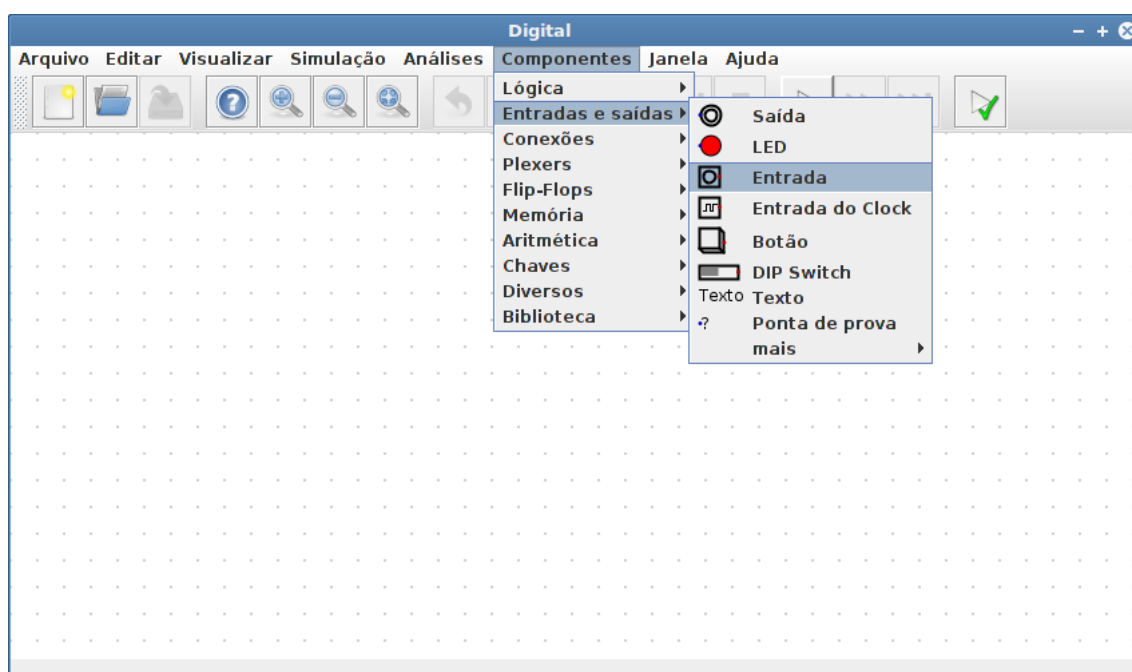
#### 1.1. Introdução

Digital é um simulador simples usado para testar circuitos digitais. As portas lógicas são conectadas umas às outras por fios e o comportamento de todo o circuito pode ser simulado. O usuário pode interagir com a simulação ou pressionando botões, ou definindo valores para as entradas do circuito.

Dessa forma, a maioria dos circuitos básicos usados em eletrônica digital pode ser construída e simulada. Na pasta *examples*, os usuários encontrarão exemplos que incluem até um processador Harvard de 16-bits de ciclo único completamente funcional.

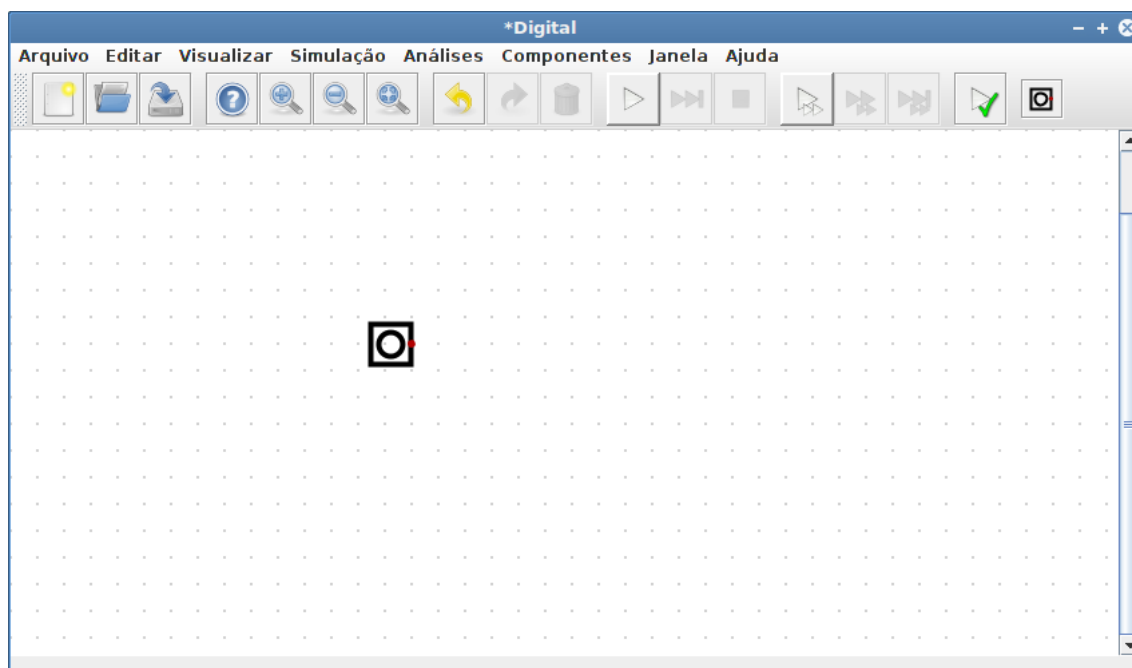
O simulador tem dois modos de operação: Edição e Simulação. No modo de edição, modificações no circuito poderão ser efetuadas. Os usuários poderão adicionar ou conectar componentes. Nesse modo, a simulação estará desabilitada. O modo de simulação será ativado ao se pressionar o botão *Iniciar* na barra de tarefas. Ao iniciar-se a simulação, o circuito será testado em relação à sua consistência. Se houver erros no circuito, uma mensagem apropriada será exibida e os componentes ou fios afetados ficarão em destaque. Se não houver erro, a simulação estará habilitada a prosseguir. Será possível, então, interagir com a simulação em curso. No modo de simulação não será possível modificar o circuito. Para fazer isso, para voltar ao modo de edição será necessário parar a simulação.

#### 1.2. Primeiros passos

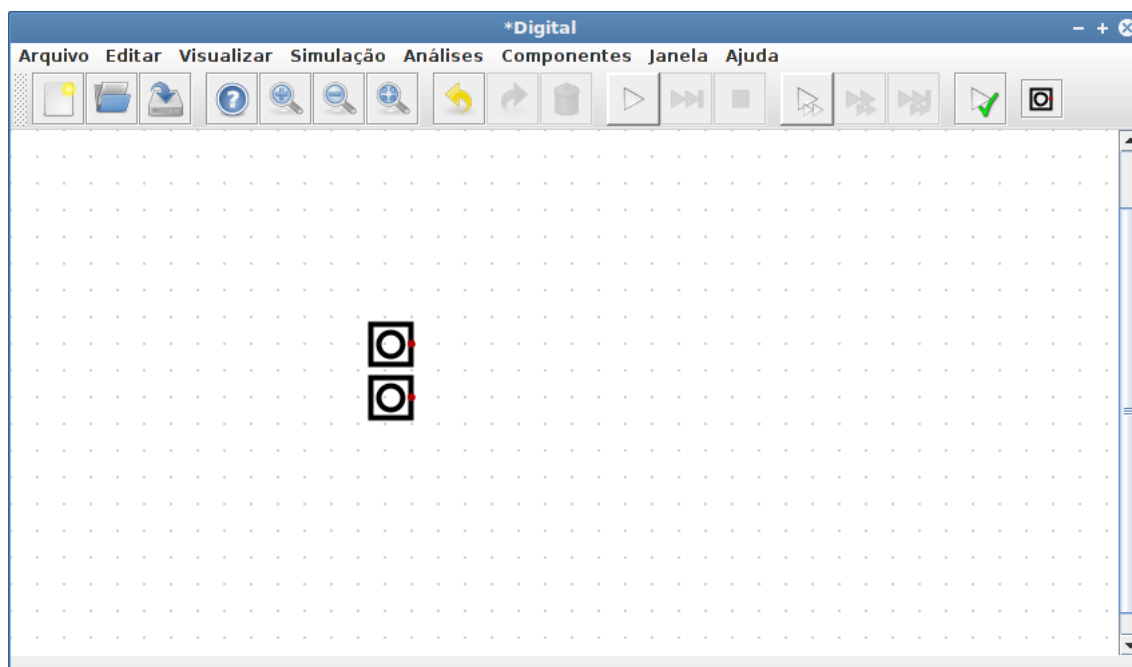


Como um primeiro exemplo, sugere-se construir um circuito com uma porta OU\_Exclusivo (XOR). Na janela principal, o menu *Componentes* permitirá a seleção de vários tipos de componentes. Eles serão posicionados na área de trabalho. Esse processo poderá ser cancelado pressionando-se a tecla ESC a qualquer momento. Sugere-se iniciar pela seleção de um

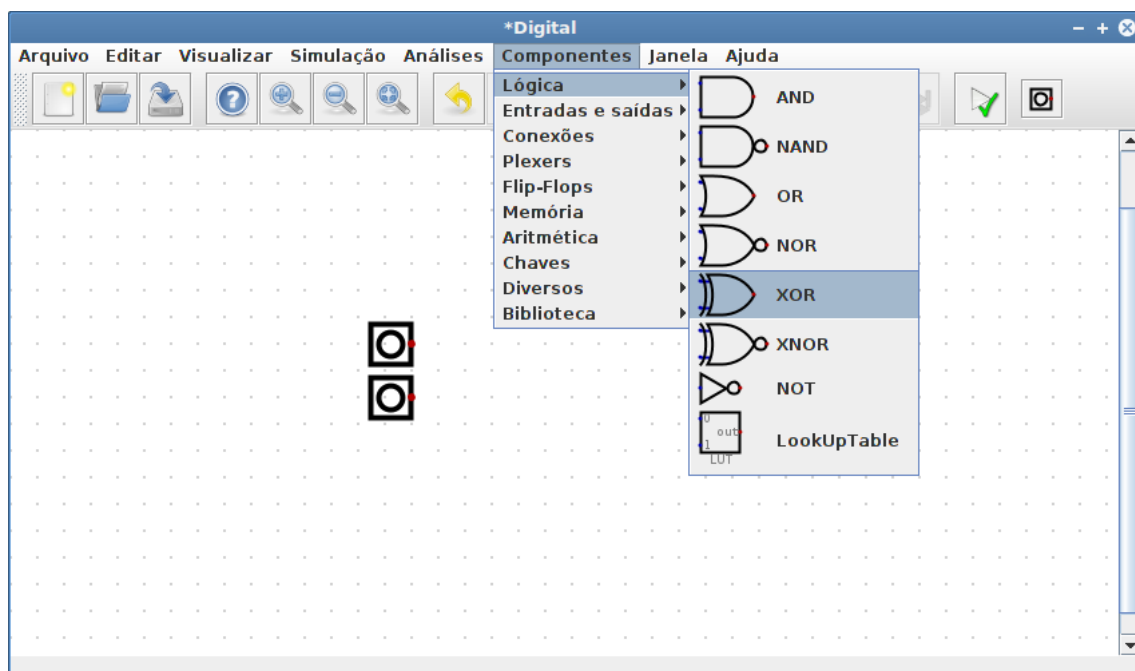
componente de entrada. Mais tarde esse componente poderá ser controlado interativamente mediante uso do mouse.



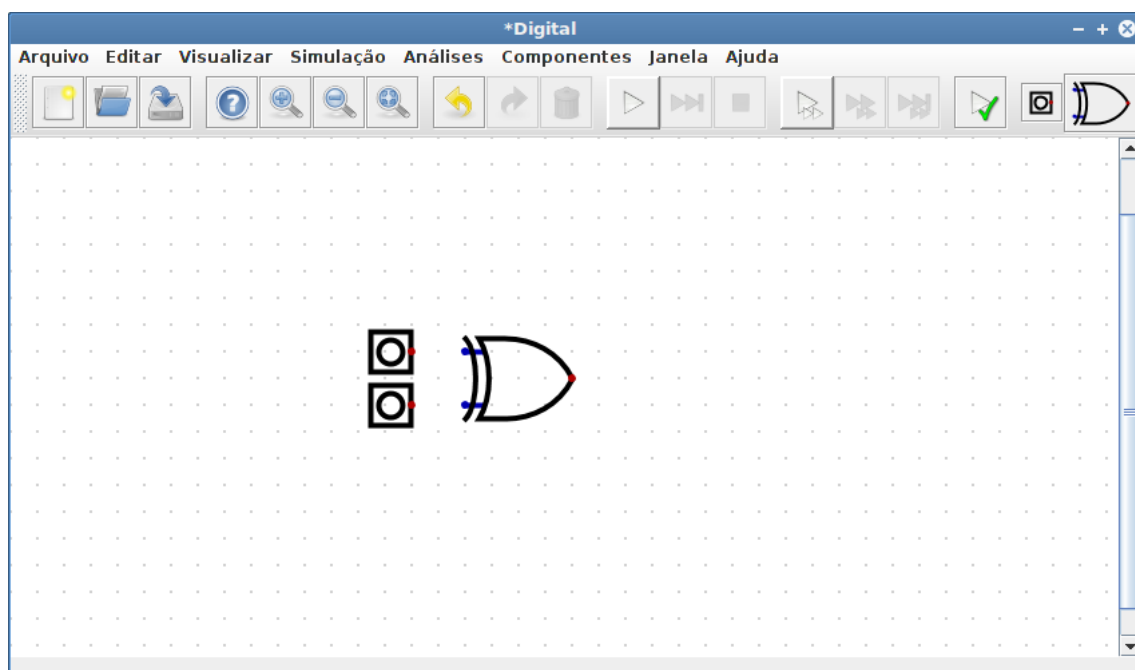
Após seleção, a primeira entrada poderá ser posicionada na área de trabalho. O ponto vermelho no símbolo do componente de entrada será seu ponto de conexão com um fio, ao qual se conectará mais tarde. A cor vermelha indicará uma saída. Isso significa que a porta definirá um sinal cujo valor será transmitido ao fio.



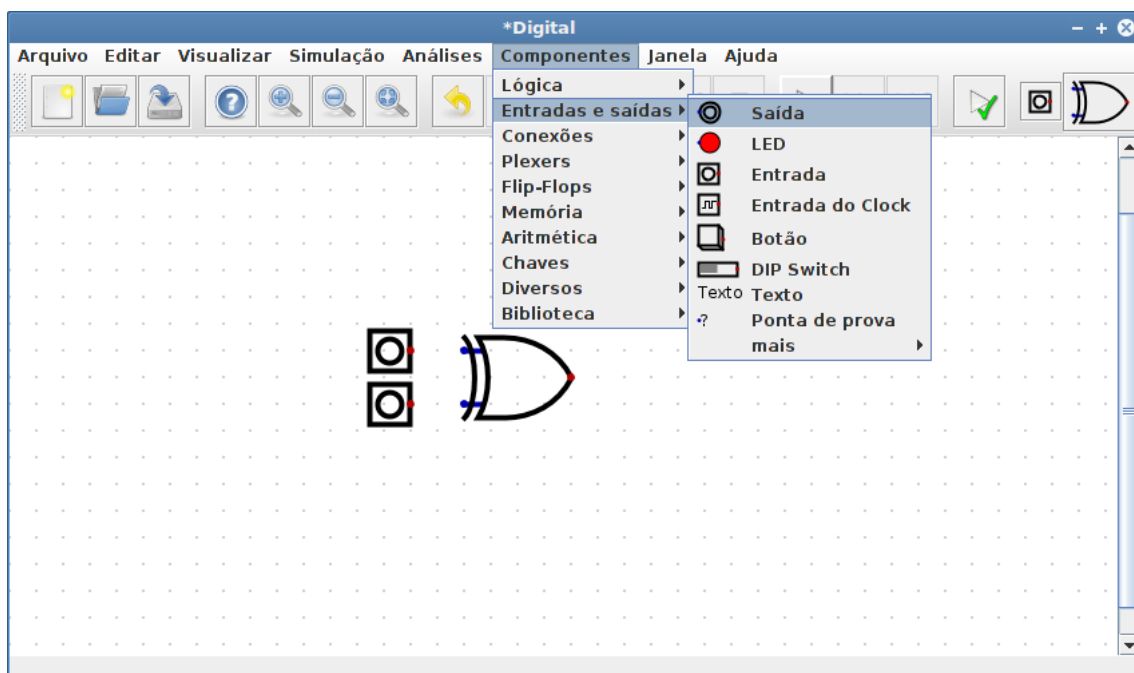
Da mesma forma, uma segunda entrada deverá ser adicionada. O melhor lugar para posicionar a segunda será diretamente abaixo da primeira.



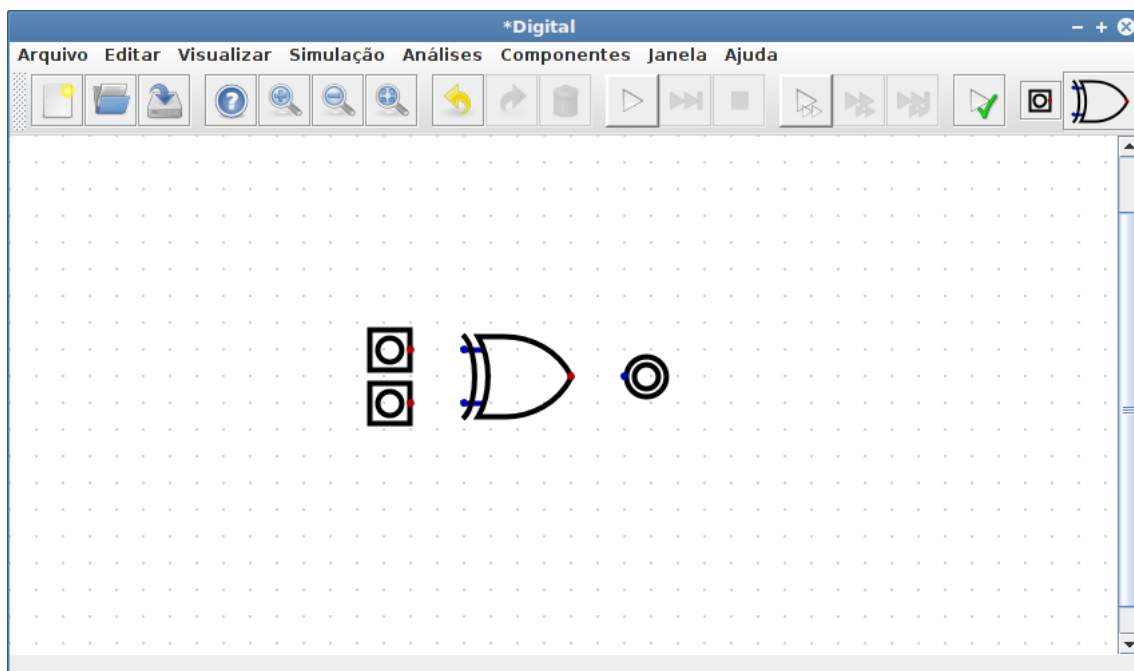
Após adicionar as entradas, a porta OU\_Exclusivo (XOR) deverá ser selecionada. Essa porta representará o valor lógico da função.



Essa porta poderá então ser adicionada ao circuito. É melhor posicioná-la de maneira que estabelecer as conexões subsequentes sejam tão simples de se fazer quanto o possível. Os pontos azuis indicarão os terminais de entrada da porta.

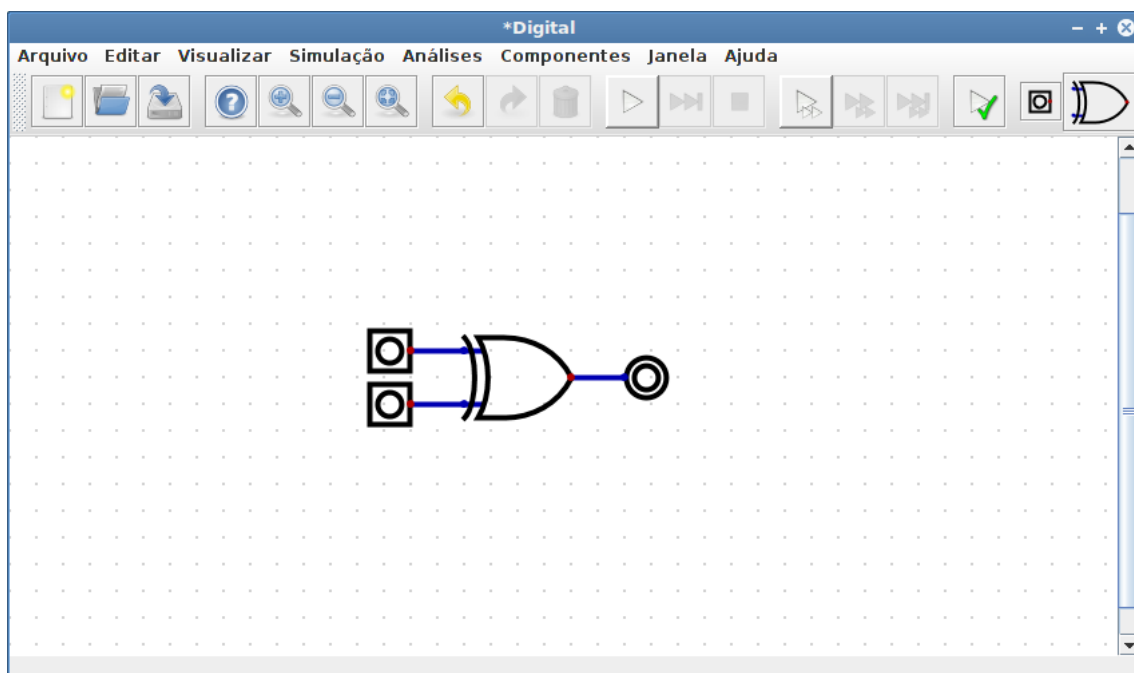


Em seguida, seleccionar uma saída que será usada para mostrar o estado do sinal, ou que mais tarde transmitirá ao restante do circuito ao qual estiver incorporada.

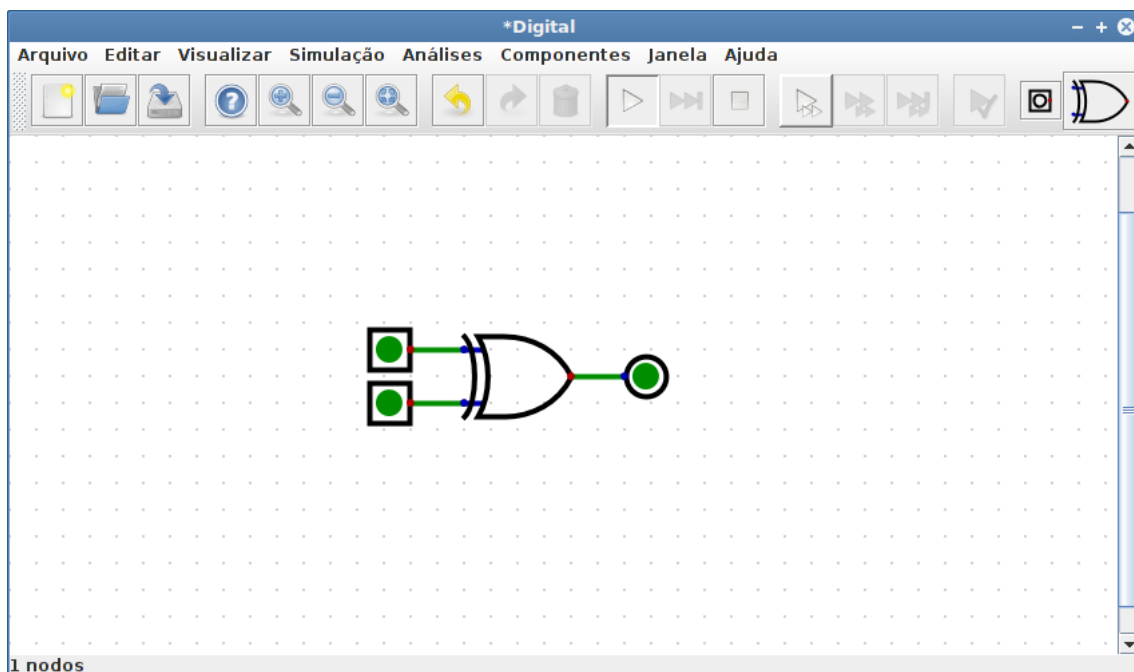


Ela também deverá ser posicionada de maneira que seja fácil executar conexões. A saída terá um ponto azul, que indicará um terminal de entrada. Por aí se poderá fornecer o valor que será exportado posteriormente.

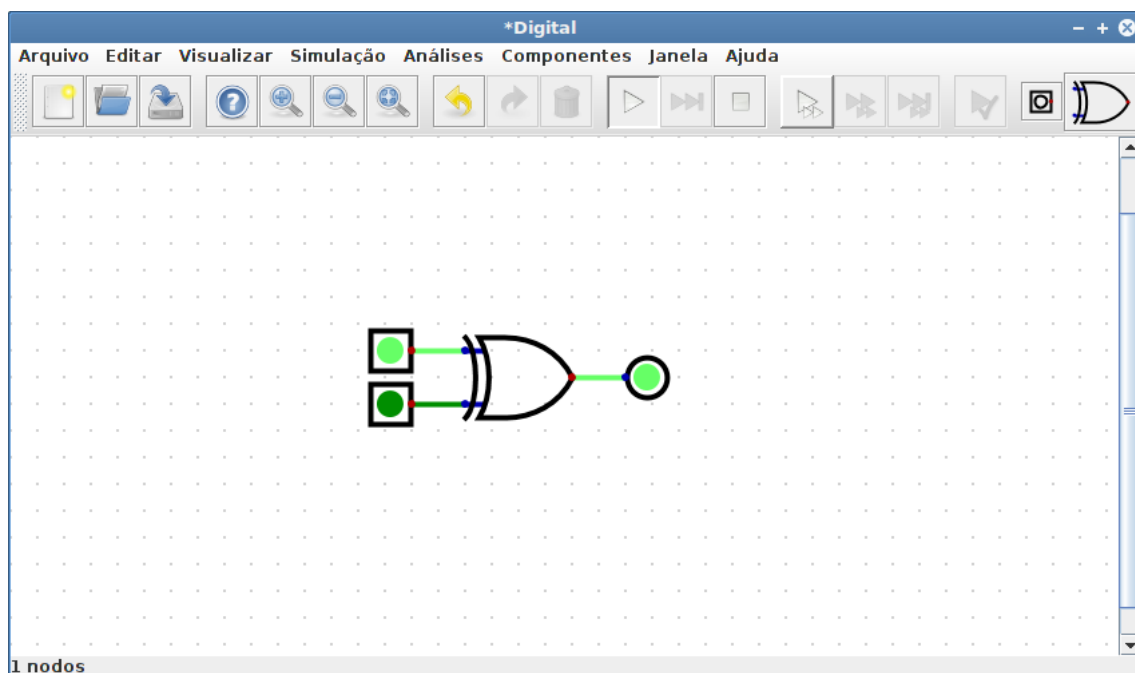




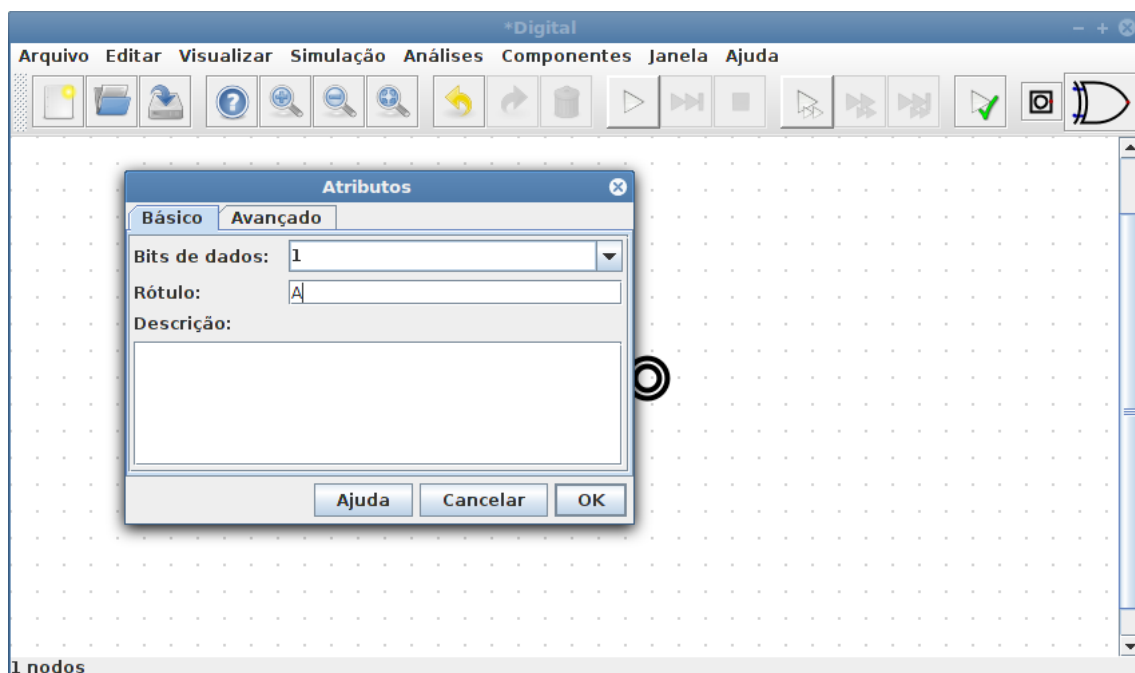
Depois que todos os componentes estiverem selecionados e devidamente posicionados, usar o mouse para criar as conexões entre os pontos azuis e vermelhos. Certificar-se que apenas um ponto vermelho esteja conectado a qualquer número de pontos azuis. Somente o uso de saídas tri-state poderão escapar dessa regra e interconectar outros pontos vermelhos. Quando todos os fios estiverem ligados, o circuito estará completo.



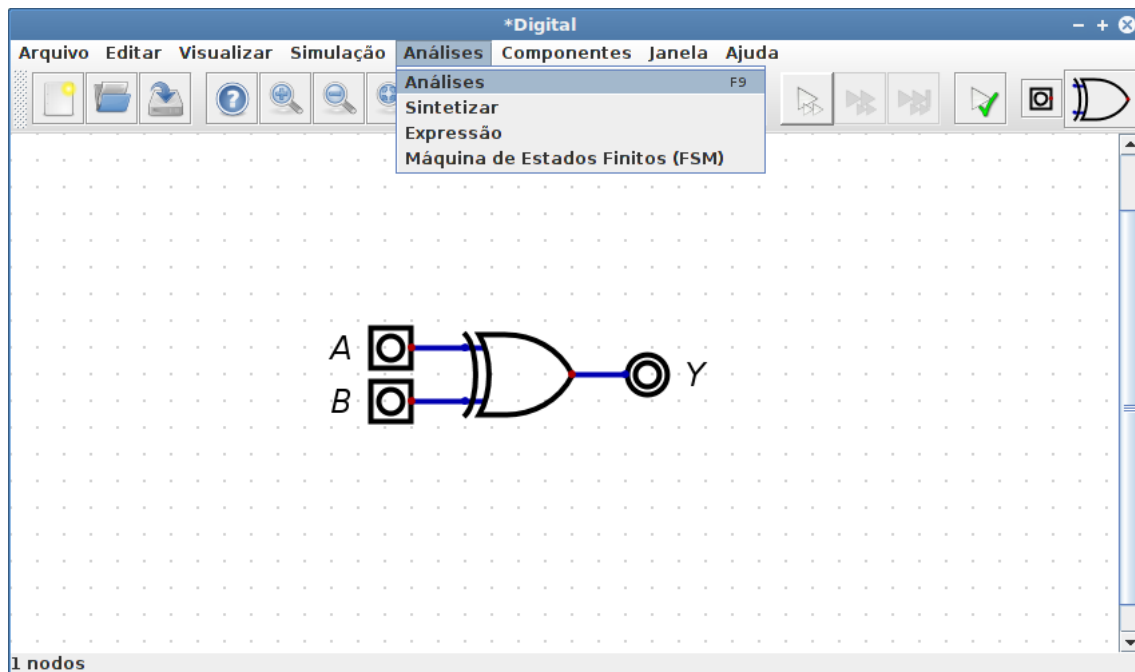
A interação com o circuito será possível quando a simulação for iniciada. Isso poderá ser feito clicando no botão *Iniciar* localizado na barra de ferramentas. Após a simulação iniciar-se, as cores dos fios irão se alterar e as entradas e as saídas tomarão seus respectivos valores. A cor verde clara indicará o nível lógico '1', e a verde escura, o nível lógico '0'. Na figura acima, todos os fios terão o valor '0'.



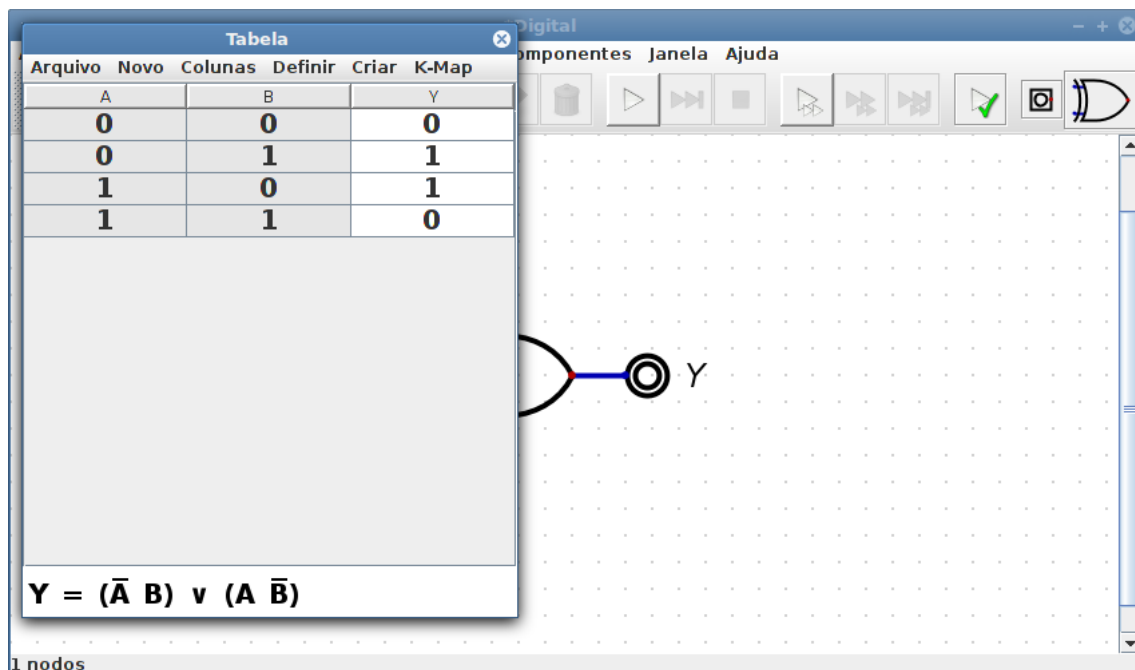
Por meio de clicks do mouse, as entradas poderão ser comutadas. Uma vez que a simulação estiver ativa, as saídas serão alteradas de acordo com os estados das entradas atuais. O circuito se comportará conforme a porta OU\_Exclusivo esperada.



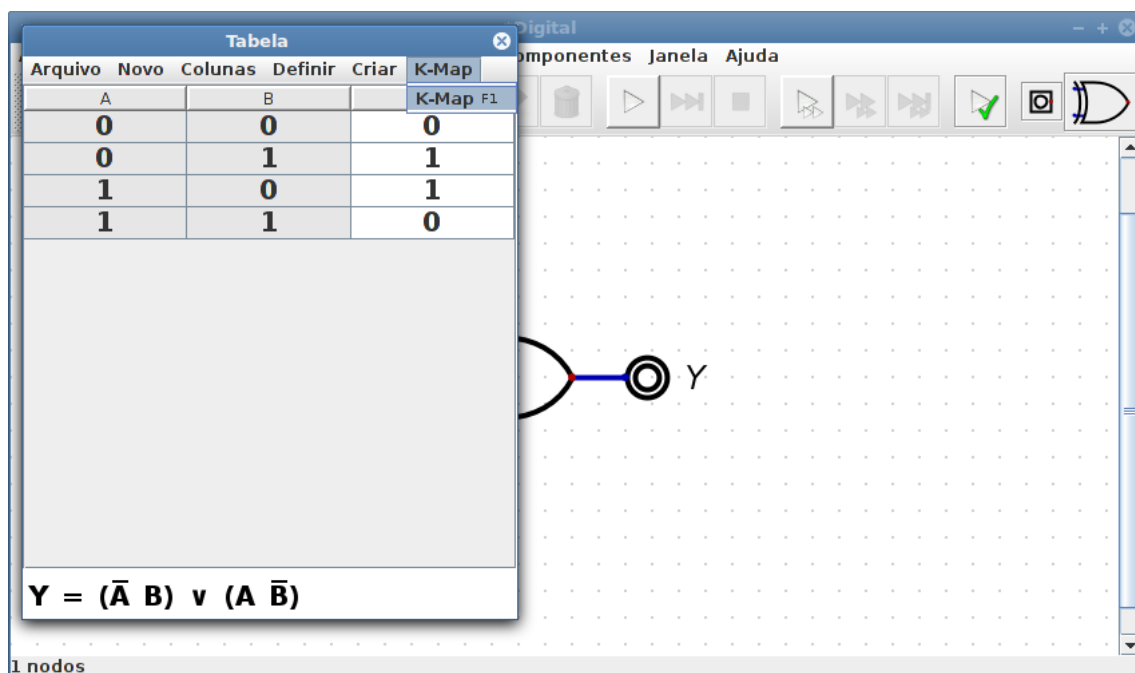
Para outras manipulações do circuito, primeiro a simulação deverá ser interrompida. A maneira mais fácil de fazer isso é por meio do botão *Parar* na barra de ferramentas. Ao clicar o botão direito sobre um componente, uma caixa de diálogo se abrirá para exibir suas propriedades. O rótulo 'A' poderá ser definido para a primeira entrada mediante esse atributo.



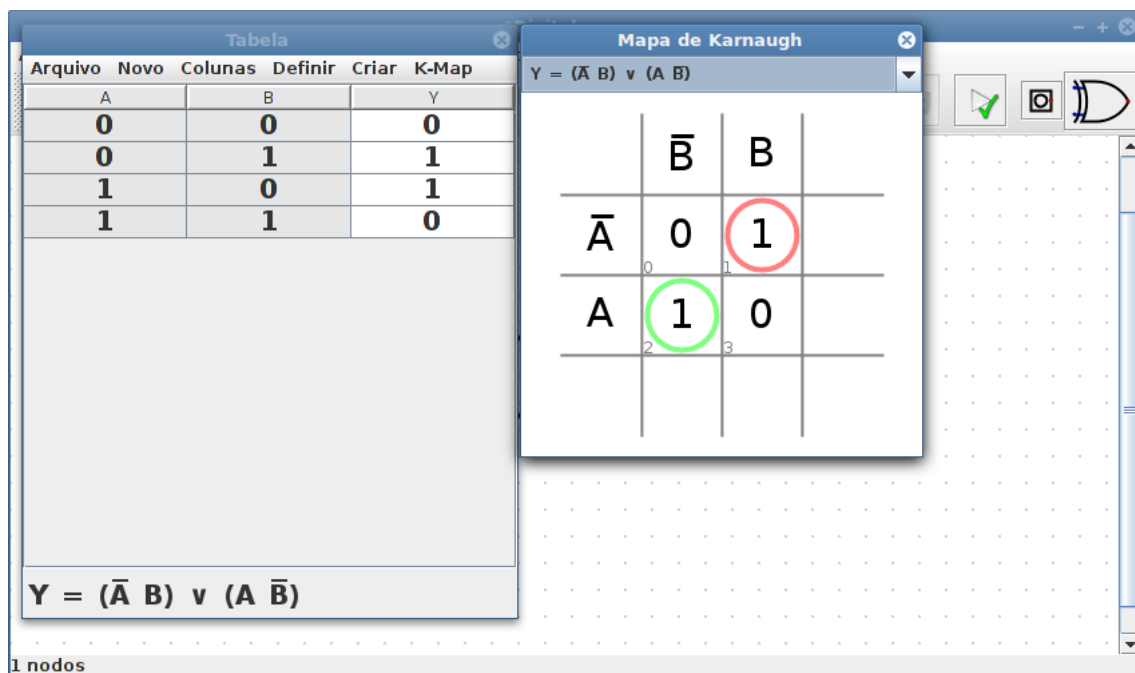
Dessa forma, os rótulos das outras entradas e saídas remanescentes poderão ser configurados. No menu *Análise* há um item correspondente. Essa função executará a análise do circuito atual. Contudo, isso somente será possível se todas as entradas e saídas estiverem devidamente rotuladas.



A tabela-verdade do circuito simulado será apresentada em uma nova janela. Abaixo da tabela poderá ser encontrada a expressão algébrica associada ao circuito. Se houver várias expressões algébricas equivalentes, uma janela em separado se abrirá, e mostrará todas as outras possíveis.



A caixa de diálogo da tabela tem uma entrada *K-Map* no menu principal. Isso permitirá exibir a tabela-verdade na forma de um K-Map.



Na parte de cima da caixa de diálogo há uma lista do tipo drop-down que permitirá selecionar a expressão desejada no K-Map. Dessa forma se poderá, por exemplo, ilustrar como várias expressões algébricas equivalentes poderão daí resultar. Entretanto, para esse exemplo, há apenas uma expressão mínima. A tabela-verdade também poderá ser modificada por meio de clicks no K-Map.

### 1.3. Fios

Todos os componentes deverão estar conectados por fios. Não será possível conectar dois componentes simplesmente colocando-os diretamente justapostos.

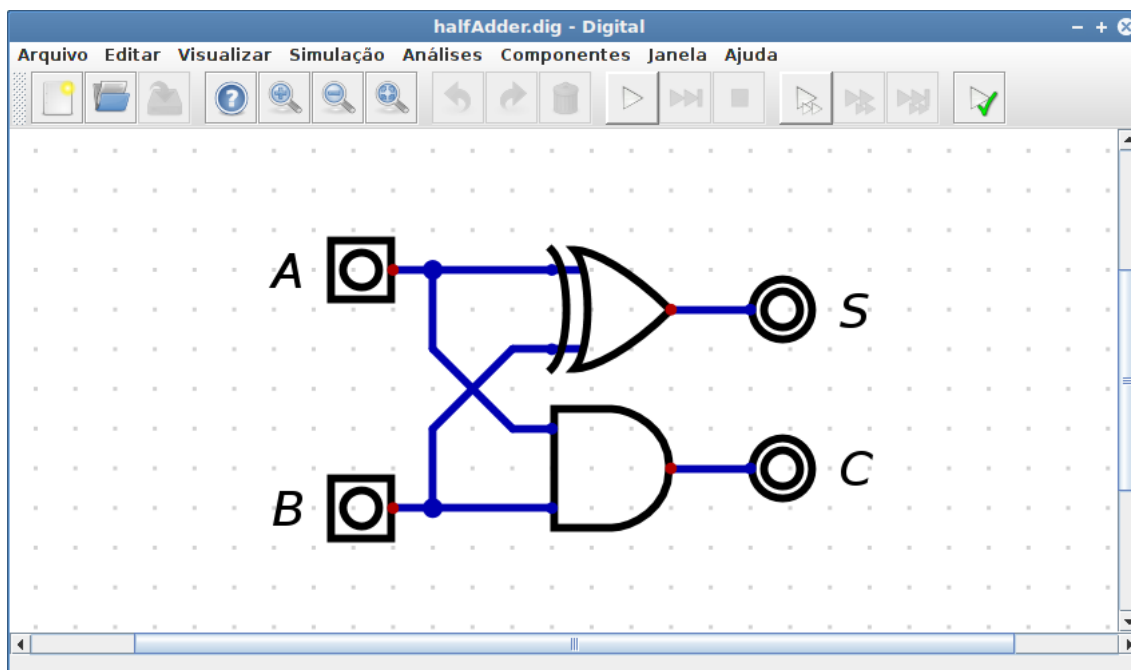
Além disso, só haverá conexões entre o ponto final de um fio e um componente. Se um pino de um componente for colocado no meio de um fio, nenhuma conexão se estabelecerá entre o componente e o fio. Portanto, um fio deverá realmente terminar em cada pino ao qual estiver conectado. Mesmo se um componente do tipo túnel for utilizado, deverá haver um fio entre o pino e esse túnel.

É necessário que o componente seja selecionado mediante a ferramenta de seleção retangular para que possa ser movido, incluindo os fios conectados. Para mover um componente sem os fios conectados, selecioná-lo apenas pelo click do mouse.

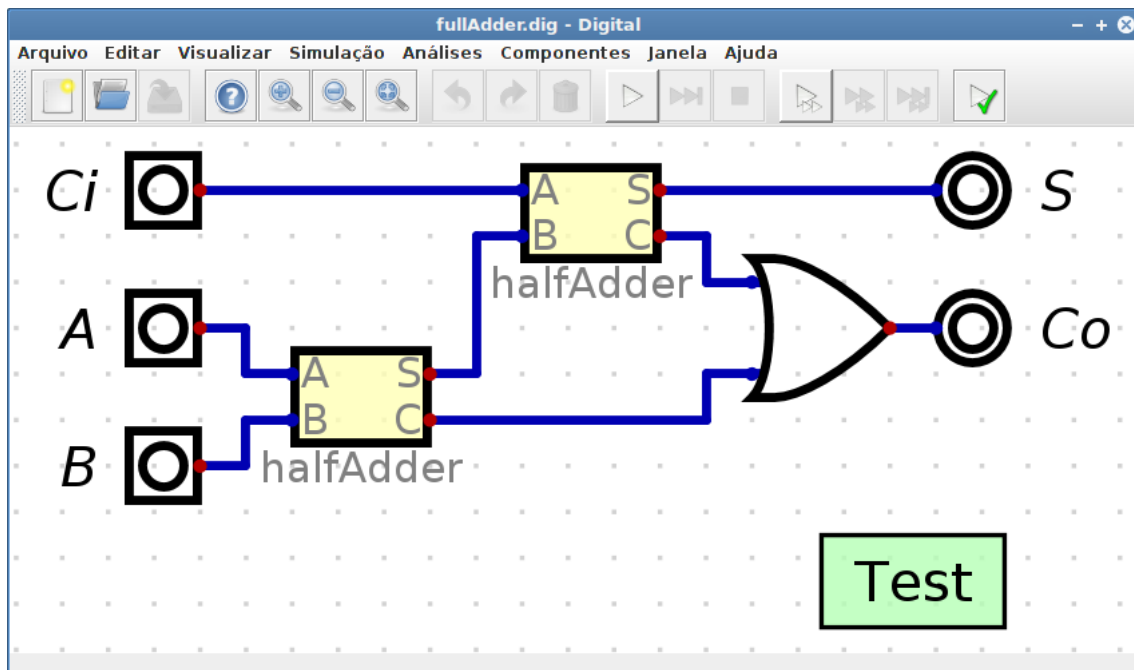
Com CTRL-click se poderá selecionar um único fio e movê-lo ou apagá-lo. Se a tecla 'D' for pressionada enquanto o fio for traçado, esse traçado poderá ser feito na diagonal. A tecla 'S' permitirá dividir um segmento de linha em dois.

### 1.4. Projeto hierárquico

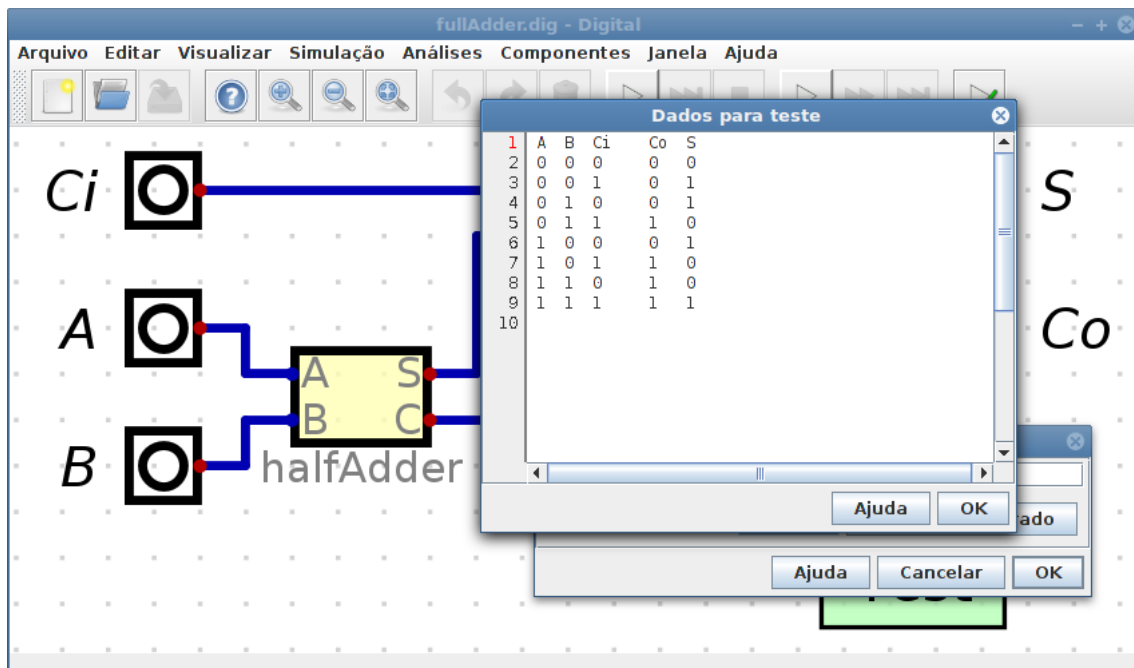
Ao se construir um circuito complexo, esse poderá se tornar rapidamente muito confuso. Para ajudar, diferentes partes de um circuito poderão ser armazenadas em arquivos distintos. Esse mecanismo também poderá ser usado em um subcircuito que, uma vez criado, venha ocorrer em vários outros circuitos. Essa abordagem é vantajosa porque os arquivos poderão ser armazenados independentemente empregando-se um sistema para o controle de versões, e as eventuais mudanças poderão ser melhor acompanhadas.



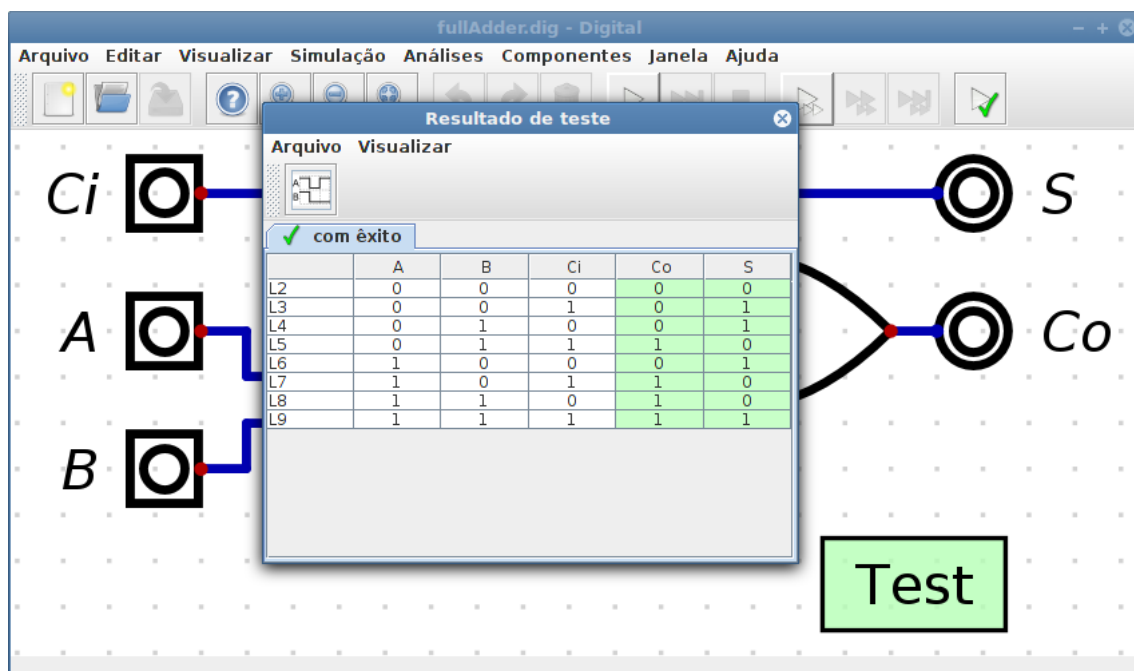
Por exemplo, considerar um somador de 4-bits: primeiramente, se construirá um somador simples para 2-bits (meia-soma). Esse será constituído por uma porta XOR e uma porta AND. A soma de dois bits 'A' e 'B' produzirá as saídas 'S' (soma) e 'C' (vai-um). Esse circuito será armazenado no arquivo *halfAdder.dig*.



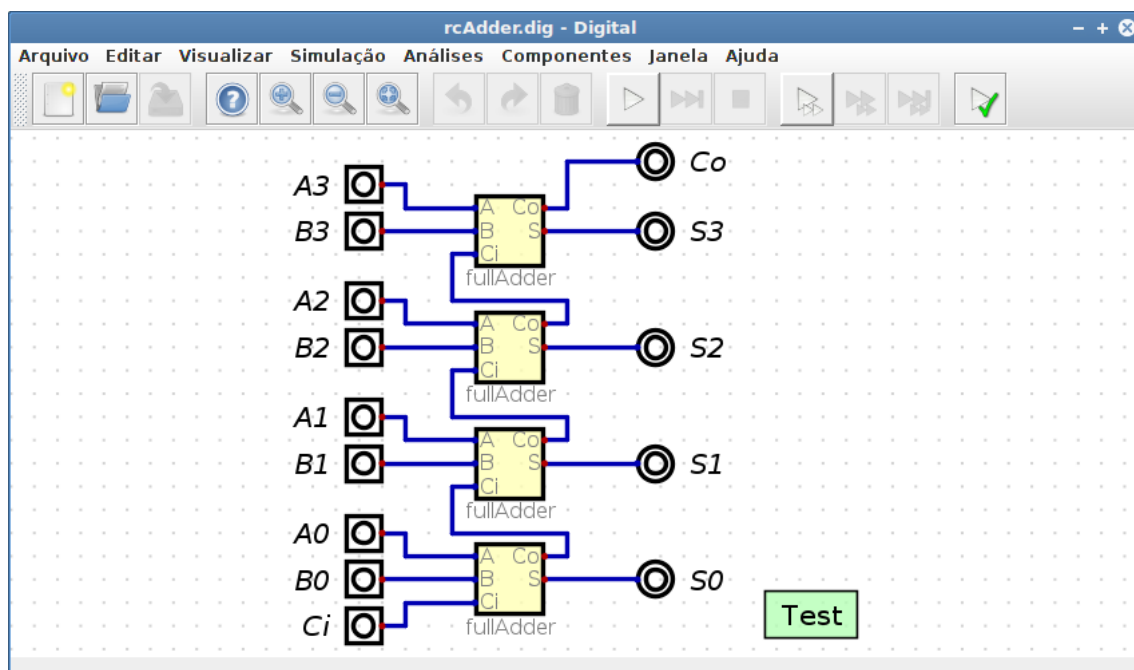
A partir da combinação de dois circuitos de meia-soma, um somador completo (full adder) poderá ser construído. Para isso, basta criar um arquivo vazio e salvá-lo como *fullAdder.dig* na mesma pasta onde estiver o *halfAdder.dig*. Em seguida, o somador simples poderá ser adicionado ao novo circuito via menu *Componentes* → *Personalizado*. A ordem dos pinos no pacote do somador simples poderá ser rearranjada pelo menu *Editar* → *Ordenar entradas* ou *Editar* → *Ordenar entradas*. O somador completo operará os três bits 'A', 'B' e 'Ci' e produzirá as saídas 'S' (soma) e 'Co' (vai-um).



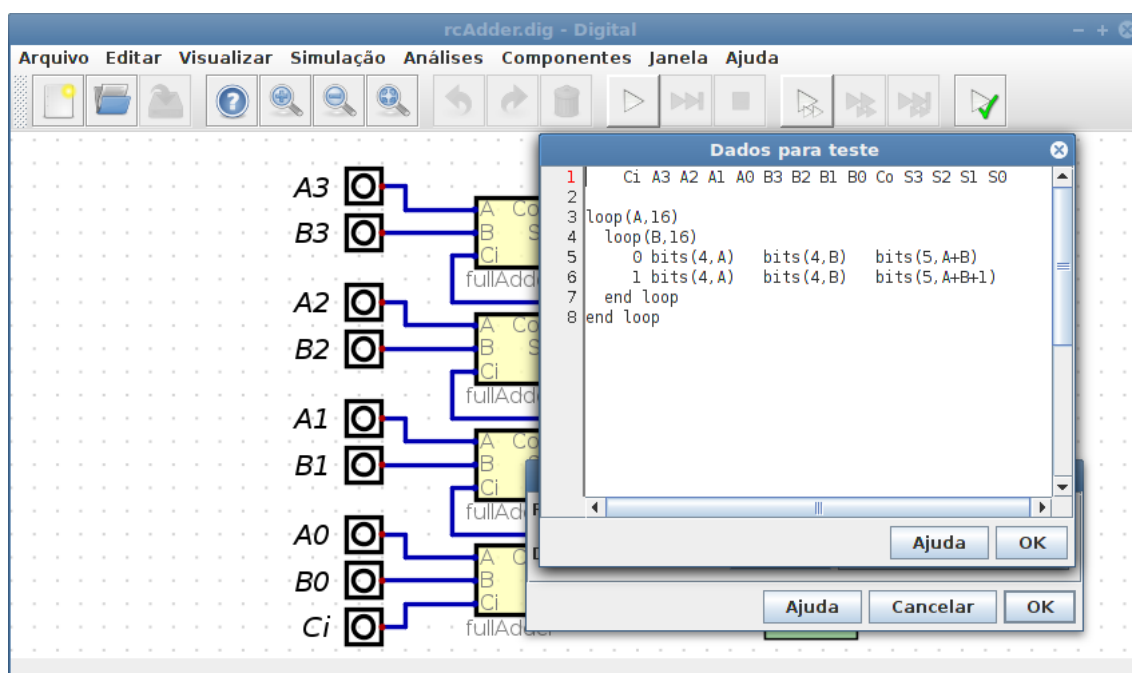
Para se verificar a correção da função do somador completo, um caso de testes poderá ser acrescentado. No caso de testes, a tabela-verdade será armazenada, a qual será submetida ao circuito. Dessa forma se poderá automaticamente verificar seu comportamento.



Os testes poderão ser executados via editor de caso de testes ou pelo botão de teste na barra de ferramentas. As células da tabela receberão destaque na cor verde para indicar quando a saída do circuito for equivalente à tabela-verdade nesse caso de testes.



Assim, somadores completos poderão ser combinados para formar um somador em cascata (ripple-carry). Nesse caso, o vai-um de uma adição serão repassado à próxima como entrada para operar o bit de ordem mais alta, da mesma maneira como se faz manualmente com papel-e-lápis. O somador de 4-bits deverá ser testado para confirmar sua função. Para isso, um caso de testes deverá ser acrescentado.



Um caso de testes executará 100% dos testes, o que somente será possível para circuitos relativamente simples: todas as possíveis combinações de 512 entradas serão aplicadas ao circuito, e se verificará se sua saída estará correta. A primeira linha relacionará a lista de sinais de entradas e saídas. Abaixo dessa, os valores das entradas a serem aplicados e os das saídas a serem verificadas na mesma linha, tal como em uma tabela-verdade. Nesse exemplo, contudo, 512 linhas serão requeridas. Isso poderá ser uma tarefa tediosa e não isenta da possibilidade de erros. Será mais fácil e mais confiável gerar automaticamente essas linhas necessárias. Para isso, as variáveis  $A$  e  $B$  deverão, cada uma, variar de 0 a 15. Os respectivos valores de  $A$  e  $B$  serão atribuídos às entradas 'A[n]' e 'B[n]'. Isso será verificado com as saídas do circuito para os valores de  $A+B$ . Será verificado novamente para os bits de vai-um definidos, para cada caso em que resultar em  $A+B+1$ . Os detalhes da sintaxe de teste serão fornecidos pela caixa de diálogo de ajuda.

Se um circuito estiver incorporado a outro, somente o nome do subcircuito será armazenado nesse, e não o próprio subcircuito. Os arquivos correspondentes aos subcircuitos incorporados deverão portanto serem encontrados na pasta de arquivos do sistema durante a simulação. De modo a prover suporte para os diversos métodos de trabalho dos usuários da melhor forma possível, e ainda evitar uma administração complexa dos caminhos para a importação e similares, uma estratégia pouco usual para fazê-lo foi implementada.

Somente os nomes dos circuitos incorporados serão armazenados no arquivo do circuito, não seus caminhos completos. Se um arquivo necessitar ser aberto, todas as subpastas serão vasculhadas para se encontrar o arquivo com nome correspondente. Se um arquivo aceitável for encontrado, será importado. Esse processo dependerá apenas do nome do arquivo a ser lido, e não do caminho até ele. De forma correspondente, uma mensagem de erro será gerada se houver diversos arquivos com nomes iguais em subpastas diferentes, uma vez que haverá ambiguidades.

Uma estrutura de projeto adequada portanto será a seguinte: o circuito principal (raiz) ficará localizado em uma pasta separada. Todos os circuitos importados deverão estar na mesma pasta ou em subpastas. Todos os circuitos deverão ter nomes diferentes, dessa forma não deverá acontecer que ocorram circuitos com o mesmo nome em pastas diferentes.



## 2. Simulação

### 2.1. Propagação de atraso

Durante a simulação, cada porta lógica terá um atraso de propagação. Cada componente encontrado na biblioteca terá o mesmo atraso de propagação independente de sua complexidade. Assim a porta AND terá o mesmo atraso de propagação de um multiplicador. As únicas exceções serão os diodos, as chaves e os distribuidores que serão usados para os barramentos de dados. Esses componentes não terão qualquer atraso.

Se for necessário simular uma porta, por exemplo, um multiplicador, com um atraso de propagação mais longo, um componente próprio para atraso deverá ser inserido no circuito logo antes da saída do multiplicador.

Se um circuito estiver incluído em outro maior, esse incluirá também o seu comportamento ao longo do tempo. Assim, se um circuito complexo for incluído e tiver um atraso de propagação bem grande, porque os sinais das entradas terão que passar por três portas, até que cheguem à saída, esse comportamento será conservado quando for incluído em outro circuito. Não haverá atrasos adicionais pela inclusão em outro circuito. Se nem todas as saídas de um circuito tiverem o mesmo atraso de propagação, isso também poderá ser o caso quando for incluído em um circuito maior. Em geral, ao se incluir um circuito em outro, isso não modificará o comportamento ao longo do tempo de ambos. Um circuito incorporado a outro se comportará exatamente da mesma forma como se todos os componentes também tivessem sido inseridos nesse mesmo nível do circuito.

## 3. Análise e síntese de circuito

Um circuito poderá ser analisado via menu *Análise*. A tabela-verdade será gerada apenas para circuitos combinacionais. A tabela-verdade poderá ser editada se assim o desejar. Um novo circuito será gerado a partir dessa tabela-verdade após sua edição.

Além de circuitos combinatórios, também será possível analisar ou gerar circuitos sequenciais. Em lugar de uma simples tabela-verdade, se criará uma tabela de transições de estado. Cada flip-flop ocorrerá tanto no lado das entradas e quanto no das saídas da tabela de transições de estado. Nessa tabela, do lado direito, poderão ser encontrados os próximos estados, que tomarão lugar após o próximo sinal do clock. O próximo estado dependerá do estado atual dos flip-flops encontrados do lado esquerdo da tabela. Para que a análise seja possível, todos os flip-flops deverão ter nomes.

A seguinte convenção se aplicará: os próximos estados de um bit do lado direito da tabela serão indicados por letras minúsculas 'n+1'. O estado atual correspondente será indicado pelo sufixo 'n'. Se houver uma variável de estado 'A', 'An' indicará o estado atual e 'An+1' indicará o próximo estado. Se, na tabela-verdade dos lados esquerdo e direito, os sinais estiverem presentes, e corresponderem a esse padrão, irá se supor uma transição de estados nessa tabela, e um circuito sequencial será gerado em lugar de um combinacional.

Deve-se notar que se um circuito ao ser analisado contiver elementos combinacionais, além dos flip-flops D e JK nativos, como por exemplo, portas NOR, isso não será reconhecido com um flip-flop e, portanto, não será possível analisar tal circuito.

## 4. Hardware

### 4.1. GAL16v8 e GAL22v10

No menu de geração de circuito na tabela-verdade também há funções para se gerar arquivos JEDEC. Esse formato especial de arquivo descreve o mapa de fusíveis de um PLD. O arquivo JEDEC poderá ser gravado em um PLD correspondente por meio de um programador especial. No momento, os circuitos do tipo *GAL16v8* e *GAL22v10* ou mapa de fusíveis para dispositivos compatíveis têm suporte.

### 4.2. ATF150xAS

Os chips na família *ATF150x* são CPLDs comuns com até 128 macrocélulas. São disponíveis em um encapsulamento PLCC, o que os torna convenientes para exercícios em laboratório: se um circuito integrado se queimar durante os exercícios, esse poderá ser simplesmente substituído. Além disso, como o *ATDH1150USB* é bem fácil de usar. Basta ter um programador de baixo custo disponível. Esse programador será capaz de lidar com os chips *ATF150x* em um sistema que use a interface JTAG. Uma placa acessível para avaliação (*ATF15XX-DK3-U*) também está disponível. O software *ATMISP*, à disposição no site da ATMEL/Microchip, será necessário para programar esses chips.

Infelizmente, detalhes do mapa de fusíveis não estão publicamente à disposição, de modo que não há filtros adequados para isso que possam ser incorporados à ferramenta, assim como foi possível para os chips *GAL16v8* e *GAL22v10*.

Portanto, os filtros *fit150[x].exe* fornecidos pela ATMEL deverão ser usados. Esses programas criarão um arquivo *JEDEC* adequado a partir de um arquivo *TT2* que poderá então ser usado para programar o chip. A ferramenta iniciará o filtro automaticamente cada vez que o arquivo *TT2* for criado. Para esse propósito, o caminho para os filtros *fit150[n].exe* deverão estar especificados nas configurações. O arquivo *JEDEC* criado poderá ser aberto e programado diretamente com *ATMISP*.

Por razões legais o filtro *fit1502.exe* não pode ser distribuído em conjunto com a ferramenta. Contudo, poderá ser encontrado na pasta *WinCupl\Fitters* após instalação do *WinCupl*. *WinCupl* está à disposição no site da ATMEL/Microchip. Em sistemas Linux, os filtros também poderão ser executados por essa ferramenta, se estiver instalado o *wine*.

### 4.3. Exportar para VHDL ou Verilog

Um circuito poderá ser exportado para VHDL ou Verilog. Um arquivo será gerado contendo a descrição completa do circuito. Códigos VHDL gerados foram testados com o Xilinx Vivado e o simulador de código aberto para VHDL - ghdl. O código Verilog foi testado com o simulador Icarus Verilog.

Se um circuito contiver casos de testes, seus dados serão usados para gerar o teste comportamental em HDL. Isso poderá ser usado para verificar a correção da função do circuito em uma simulação em HDL.

Arquivos adicionais necessários para placas especiais poderão ser criados. No momento, somente as placas BASYS3, Mimas e Mimas V2 têm suporte. Um arquivo de restrições será criado contendo as atribuições aos pinos. As descrições dos pinos poderão ser encontradas nos data sheet das placas, e deverão ser fornecidas, assim como o número do pino para suas entradas e saídas.

Na placa BASYS3, se a frequência de clock de um circuito for baixa, um divisor de frequências será incorporado ao código HDL a fim de dividir o clock da placa para o valor conveniente. Se a frequência de clock selecionada exceder 4.7MHz, a unidade MMCM do Artix-7 será usada para a geração de clock. Isso garantirá que os recursos disponíveis na FPGA para distribuição do clock serão usados. Isso permitirá que o exemplo de processador possa ser executado a 20MHz, e se quiser, sem o multiplicador, 30MHz também será possível.

Se um circuito for executado em uma placa BASYS3, um novo projeto poderá ser criado no Vivado. O arquivo VHDL gerado e o arquivo de restrições deverão ser acrescentados ao projeto. Uma vez criado o projeto, a sequência de bits (bitstream) poderá ser gerada e o Gerenciador de Hardware poderá ser usado para programar a placa BASYS3.

Para criar o arquivo de restrições necessário, além do arquivo HDL, a placa correspondente deverá ser configurada nas configurações. No campo "Toolchain Configuration" o arquivo XML correspondente poderá ser selecionado. As configurações disponíveis poderão ser encontradas na pasta *examples/hdl* e ter o arquivo extensão *.config*. Se a configuração foi integrada com sucesso, um outro menu será exibido, o que tornará acessíveis as funções específicas da placa.

## 5. Formatos personalizados

Embora a ferramenta tenha algumas opções para determinar a aparência de um circuito quando esse for incorporado a outro, em alguns casos poderá ser mais útil indicá-lo por meio de uma formato bem especial para o subcircuito. Uma demonstração disso poderá ser a forma de se representar uma ALU em um processador incluída em vários exemplos. Esse capítulo explicará como definir um formato especial para um circuito.

A ferramenta não dispõe de um editor para criar um formato especial. Para isso, um pequeno procedimento será necessário para dar outros formatos ao circuito: primeiro, o circuito será aberto, o que será representado por determinado formato. Depois, um gabarito SVG será criado para esse circuito. Nesse gabarito, o circuito será representado por um simples retângulo. Ele também conterá todos os pinos do circuito, representados em azul (entradas) e vermelho (saídas). Para se verificar qual círculo corresponderá a qual pino, conferir o ID do círculo nas propriedades do objeto. Esse ID estará na forma *pino:[nome]* ou *pino+:[nome]*. Na última forma variante, o pino terá um rótulo, caso tenha sido reimportado. Se tal rótulo não for desejado, o sinal + poderá ser removido.

Esse arquivo SVG poderá então ser editado. O mais adequado a se fazer é abrir o programa fonte Inkscape disponível gratuitamente. Os pinos poderão ser movidos livremente, mas aderidos ao ponto mais próximo na grade durante a reimportação.

Se arquivos SVG tiverem que ser usados, será mais fácil abrir e criar um gabarito e colar o gráfico existente nesse via Copiar&Colar.

Se o arquivo for salvo, ele poderá ser importado para a ferramenta. O arquivo será lido e todas as informações necessárias serão extraídas e armazenadas no circuito. Para usos futuros do circuito, o arquivo SVG não será mais necessário.

Uma observação final: SVG é um formato de arquivo muito útil e flexível. Poderá ser usado para descrever gráficos extremamente complexos. A ferramenta poderá não estar apta para importar todos os possíveis arquivos SVG sem erros. Se um arquivo não puder ser importado, ou não tiver o aspecto esperado, alguns experimentos poderão ser necessários antes que o resultado desejado possa ser alcançado.

## 6. Perguntas frequentes

### Como mover um fio?

Selecionar uma das extremidades com a seleção retangular. Assim se poderá mover o fio usando o mouse. Também se poderá selecionar um fio usando CTRL + botão do mouse.

### Como apagar um fio?

Selecionar uma das extremidades e apertar a tecla *DEL* ou clicar na lixeira. Também se poderá selecionar um fio usando CTRL + botão do mouse.

### Como mover um componente incluindo todos os fios conectados?

Selecionar o componente com a seleção retangular. A seleção deverá incluir todo o componente. Depois se poderá mover o componente incluindo seus fios usando o mouse.

### Há um componente não conectado a um fio, mesmo havendo pinos sobre o fio.

Um pino somente estará conectado a um fio se o fio tiver seu ponto final nesse pino.

### Se os nomes dos pinos em um circuito forem longos, esse não serão legíveis quando o circuito for incorporado, o que se poderá fazer?

A largura do bloco poderá ser aumentada usando o item de menu *Editar* → *Editar atributos de circuito*.

### Os pinos de um circuito incorporado não estão uma ordem adequada, isso pode ser modificado?

A sequência poderá ser alterada usando-se a entrada de menu *Editar* → *Ordenar entradas* ou *Editar* → *Ordenar saídas*.

### Quando a simulação se iniciar, e um fio ficar cinza, o que isso significa?

As cores verde claro e verde escuro são usadas para representar os estados em nível alto e baixo. A cor cinza significa que o fio está em estado de alta impedância (Z).

### Fornecida a tabela-verdade, como calcular as equações booleanas minimizadas?

No menu *Análise* selecionar o item *Sintetizar*. Depois, fornecer a tabela-verdade. Na parte de baixo da janela se poderá encontrar a equação booleana correspondente. Se for indicada mais do que uma variável dependente, uma nova janela se abrirá para apresentar todas as equações booleanas geradas.

### Fornecida a tabela-verdade, mas se houver mais do que uma equação booleana apresentada, qual delas é a correta?

A minimização de uma equação booleana poderá resultar em várias equivalentes que descreverão a mesma função. Todas as mostradas criarão a mesma tabela-verdade. Poderá haver diferenças dependentes de "don't cares" na tabela-verdade.

### Se tiver a tabela-verdade, como criar um circuito que a represente?

No menu *Análise* selecionar o item *Sintetizar*. Depois, fornecer a tabela-verdade. A tabela poderá ser editada mediante uso dos menus *Nova* ou *Adicionar colunas*. No menu *Criar* se poderá construir o circuito pelo uso do item *Circuito*.

### Como editar o nome de um sinal na tabela-verdade?

Clicar com o botão direito sobre o cabeçalho da tabela para editar o nome.

**Se tiver a equação booleana, como criar um circuito?**

No menu *Análise* selecionar o item *Expressão*. Depois, fornecer a expressão.

**Como criar uma tabela-verdade para uma equação booleana?**

No menu *Análise* selecionar o item *Expressão*. Depois, fornecer a expressão. Em seguida, criar um circuito e de novo no menu *Análise* no item *Análise* criar a tabela-verdade.

**Como criar um arquivo JEDEC para um dado circuito?**

No menu *Análise* selecionar o item *Análise*. Depois, no menu *Criar* na nova janela escolher o dispositivo correto no submenu *Dispositivo*.

**Ao criar um arquivo JEDEC, como atribuir um número de pino a certo sinal?**

Para as entradas e saídas correspondentes se poderá atribuir um número de pino na caixa de diálogo de configuração do mesmo.

**Tenho um arquivo JEDEC criado. Como programá-lo para um GAL16v8 ou GAL22v10?**

Para programar tal chip um hardware programador será necessário.

## 7. Atalhos de teclado

<b>Space</b>	Iniciar ou parar a simulação.
<b>F6</b>	Abrir a caixa de diálogo para a tabela de medidas.
<b>F7</b>	Executar até haver interrupção
<b>F8</b>	Executar cados de testes
<b>C</b>	Uma mudança de clock (funcionará se, e somente se, houver um componente de clock simples).
<b>F9</b>	Análise do circuito
<b>CTRL-A</b>	Selecionar tudo.
<b>CTRL-X</b>	Recortar os elementos selecionados para a área de transferência.
<b>CTRL-C</b>	Copiar os elementos selecionados para a área de transferência.
<b>CTRL-V</b>	Inserir componentes a partir da área de transferência.
<b>CTRL-D</b>	Duplicar a seleção atual sem modificar a área de transferência.
<b>R</b>	Quando inserir isso, rotacionar os componentes.
<b>L</b>	Inserir o último componente de novo.
<b>CTRL-N</b>	Novo circuito.
<b>CTRL-O</b>	Abrir circuito.
<b>CTRL-S</b>	Salvar circuito.
<b>CTRL-Z</b>	Desfazer a última modificação.
<b>CTRL-Y</b>	Reaplicar a última modificação desfeita.
<b>P</b>	Programar um diodo ou um FG-FET.
<b>D</b>	Quando traçar um fio alterar para o modo em diagonal.
<b>F</b>	Quando traçar uma linha mudar a sua orientação.
<b>S</b>	Dividir um fio em dois.
<b>ESC</b>	Abortar a ação corrente.
<b>Del</b>	Remover os componentes selecionados.
<b>Backspace</b>	Remover os componentes selecionados.
<b>+</b>	Aumentar o número de entradas no componente apontado pelo mouse.
<b>-</b>	Diminuir o número de entradas no componente apontado pelo mouse.
<b>CTRL +</b>	Zoom in
<b>CTRL -</b>	Zoom out
<b>F1</b>	Ajustar ao tamanho
<b>F5</b>	Mostrar ou omitir a exibição hierárquica dos componentes

## B Configurações

A seguir descrevem-se as configurações disponíveis no simulador.

### Configurações

As configurações globais do simulador especificação, dentre outras coisas, do idioma, a simbologia a ser usada ou os caminhos para as ferramentas externas.

#### Atributos

- Usar formatos IEEE 91-1984

  - Usar formatos IEEE 91-1984 em lugar dos retangulares

- Idioma

  - Idioma na interface gráfica (GUI). Será efetivo apenas após reinicialização.

- Formato

  - Formato da tela para expressões.

- Esquema de cores

  - Esquema de cores

- Cores definidas pelo usuário

  - Cores definidas pelo usuário

- A hierarquia de componentes visível desde a inicialização.

  - Se definido, fará com que a hierarquia de componentes seja visível desde a inicialização.

- Mostrar grade.

  - Mostrar uma grade na tela principal.

- Mostrar o número de fios em um barramento.

  - ATENÇÃO: O valor será atualizado somente quando a simulação for iniciada.

- Sem dicas de ferramentas para os componentes no painel principal.

  - Se definido, nenhuma dica sobre ferramentas para os componentes no painel principal será exibida. Especialmente no caso de apresentações, essas dicas de ferramentas poderão ser omitidas.

- Dicas sobre conexões

  - Se habilitada, linhas serão destacadas quando o mouse passar sobre elas.

- Biblioteca

  - Pasta contendo a biblioteca com sub-circuitos predefinidos. Contém, por exemplo, os componentes da série 74xx. Também será possível adicionar circuitos próprios que estejam guardados nesse mesmo lugar. Deve-se garantir que os nomes de todos os arquivos nessa pasta e subpastas sejam únicos.

- Biblioteca Java

  - Arquivo jar contendo componentes adicionais implementados em Java.

- Filtro ATF15xx

  - Caminho para o filtro ATF15xx. Fornecer a pasta que contenha os arquivos fit15xx.exe fornecidos pela Microchip (antes ATMEL).

- ATMISP

  - Caminho para o arquivo executável ATMISP.exe. Se definido, o software ATMISP poderá ser ativado automaticamente!

- GHDL

  - Caminho para o arquivo executável ghdl. Somente será necessário se for desejado usar ghdl para simular componentes definidos em vhd.

### IVerilog

Caminho para a pasta de instalação do Icarus Verilog. Somente será necessário se for desejado usar iverilog para simular componentes definidos em verilog.

### Configuração de ferramentas

Usado para configurar uma integração a um conjunto de ferramentas. Permitirá o lançamento de ferramentas externas, por exemplo, para se programar FPGA ou similar.

### Tamanho da fonte em menus [%]

O tamanho das fontes usadas no menu é dada em uma porcentagem do tamanho padrão.

### Usar clicks do mouse MacOS.

Usar CTRL-click em lugar de botão direito.

### Usar a tecla '='

Usar a tecla '=' ao invés da tecla '+'. Isso será sempre útil se o caractere '+' não for uma tecla primária, em seu lugar o caractere '=' será usado, como acontece em teclados com os formatos em inglês ou francês.

### Mostrar caixa de diálogo para se renomear túneis.

Se selecionado, uma caixa de diálogo será exibida para se renomear automaticamente todos os túneis de mesmo nome logo após um túnel tiver sido renomeado.

## Configurações específicas do circuito

Configurações específicas do circuito afetarão o comportamento do circuito corrente. Por exemplo, o formato que representará o circuito quando integrado em outro. Essas configurações serão armazenadas juntamente com o circuito.

### Atributos

#### Rótulo

Nome do elemento.

#### Largura

Largura do símbolo a ser usada se o circuito for componente de outro.

#### Cor de fundo (background)

Cor de fundo para o circuito quando estiver integrado a outro. Não é usada em encapsulamentos DIL.

#### Descrição

Uma breve descrição do elemento e como usá-lo.

#### Modificação bloqueada

O circuito está bloqueado. É possível configurar diodos e FGF-FETs.

#### Formato

Formato a ser usado na representação de circuito integrado a outro. No modo "Simples", as entradas estarão mostradas à esquerda, e as saídas, à direita de um retângulo. Em "Layout", as posições de entradas e saídas, bem como suas orientações no circuito, definirão as posições dos pinos. Assim será possível ter pinos nas partes de cima e de baixo. Se selecionado "DIL-Chip", esse encapsulamento será usado para apresentar o circuito. Os números dos pinos das entradas e das saídas determinarão as posições dos pinos nesse caso.

#### Formato customizado

Importar um arquivo SVG

#### Altura

Altura do símbolo a ser usada se o circuito for componente de outro.



Número de pinos DIL

Número de pinos. Se igual a zero, significa que o número de pinos será determinado automaticamente.

Conteúdo das ROM's

Conteúdo de todas as ROM's usadas

Mostrar o gráfico de medidas juntamente com o início da simulação

Quando a simulação iniciar, uma tabela com os valores medidos será mostrada.

Mostrar o gráfico de medidas juntamente com o início da simulação

Ao iniciar a simulação, o gráfico de valores medidos também será mostrado.

Mostrar o gráfico de medidas juntamente com o início da simulação passo-a-passo

Ao iniciar a simulação, o gráfico de valores medidos também será mostrado no modo passo-a-passo. Todas as mudanças em portas estarão relacionadas no gráfico.

Memória de programa com carregamento prévio na inicialização.

Quando da simulação de um processador que use uma RAM como memória de programa, é difícil iniciá-lo pois o conteúdo da RAM geralmente começa com zeros ao iniciar-se a simulação. Essa configuração permitirá a carregar previamente dados na memória de programa. Para isso, a memória de programa na simulação deverá ser marcada para tal.

Arquivo de programa

Arquivo que deverá ser carregado na memória de programa ao iniciar-se a simulação a simulação.

Circuito é genérico

Permite criar um circuito genérico.

## C Interface para a linha de comandos

`java -cp Digital.jar CLI`

`test -circ [String] [-tests [String]] [-allowMissingInputs]:`

O primeiro nome de arquivo especificará o circuito a ser testado. Se um segundo nome de arquivo for especificado, os casos de testes serão executados a partir desse arquivo. Se não houver um segundo nome de arquivo especificado, os testes serão executados a partir do primeiro arquivo.

Opções:

`-circ [String(def: )]`

Nome do arquivo a ser testado.

`[-tests [String(def: )]]`

Nome do arquivo com os casos para testes.

`[-allowMissingInputs(def: false)]`

Permite-se que entradas faltantes no circuito sejam definidas no caso de teste. Isso poderá ser útil se houver várias soluções que possam depender de diferentes entradas.

`svg -dig [String] [-svg [String]] [-ieee] [-LaTeX] [-pinsInMathMode] [-hideTest] [-noShapeFilling] [-smallIO] [-noPinMarker] [-thinnerLines] [-highContrast] [-monochrome]:`

Poderá ser usado para criar um arquivo SVG a partir de um circuito.

Opções:

`-dig [String(def: )]`

O nome do arquivo do circuito.

`[-svg [String(def: )]]`

O nome do arquivo SVG a ser gravado.

`[-ieee(def: false)]`

Usar símbolos IEEE.

`[-LaTeX(def: false)]`

Texto a ser inserido em notação LaTeX. Inkscape será necessário para processamento futuro.

`[-pinsInMathMode(def: false)]`

Para os rótulos de pinos, usar o modo matemático mesmo se não contiver índices.

`[-hideTest(def: false)]`

Ocultar os casos de testes.

`[-noShapeFilling(def: false)]`

Polígonos não preenchidos.

`[-smallIO(def: false)]`

Entradas e saídas serão representadas por círculos pequenos.

`[-noPinMarker(def: false)]`

Os marcadores de pinos nas cores azul e vermelha serão omitidos.

`[-thinnerLines(def: false)]`

Se selecionado, as linhas serão traçadas ligeiramente mais estreitas.

`[-highContrast(def: false)]`

As conexões e o texto dos pinos serão exibidos em preto.

`[-monochrome(def: false)]`

Apenas tons de cinza serão usados.

`stats -dig [String] [-csv [String]]:`

Criar arquivo CSV contendo estatísticas do circuito. Todos os components usados serão listados no arquivo CSV.

Opções:

`-dig [String(def: )]`

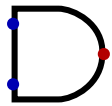
Nome do arquivo contendo circuito.

`[-csv [String(def: )]]`

Nome do arquivo CSV a ser criado. Se essa opção for omitida, a tabela será escrita na saída padrão.

## D Componentes

### 1. Lógica



#### 1.1. AND

Porta AND. Retornará 1 somente se todas as entradas também estiverem em 1. É possível usar barramentos com vários bits tanto para entradas quanto para saídas. Nesse caso, serão executados bit-a-bit. Isso significa que os bits de menor ordem de todas as entradas estarão conectados à AND e sua saída também será a de menor ordem. O mesmo ocorrerá para o bit 1, bit 2 e assim por diante.

##### Entradas

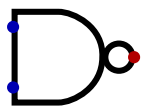
- In\_1  
Valor de entrada para a operação lógica em 1.
- In\_2  
Valor de entrada para a operação lógica em 2.

##### Saídas

- out  
Retornar o resultado da operação lógica.

##### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Número de entradas  
Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.
- Entradas invertidas  
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Formato ampliado  
Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



#### 1.2. NAND

Combinação de AND e NOT. Retornará 0 somente se todas as entradas estiverem em 1. Se alguma das entradas estiver em 0 a saída irá para 1. Também é possível usar barramentos com vários bits para as entradas. Nesse caso, a operação se aplicará a cada bit das entradas.

### Entradas

In\_1

Valor de entrada para a operação lógica em 1.

In\_2

Valor de entrada para a operação lógica em 2.

### Saídas

out

Retornar o resultado da operação lógica.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de entradas

Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.

Entradas invertidas

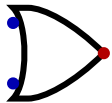
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato ampliado

Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



## 1.3. OR

Porta OR. Retornará 1 se alguma das entradas estiver em 1. Se todas as entradas estiverem em 0 a saída também irá para 0. Também é possível usar barramentos com vários bits tanto para entradas quanto para saídas. Nesse caso, serão executados bit-a-bit. Isso significa que os bits de menor ordem de todas as entradas estarão conectados à OR e sua saída também será a de menor ordem. O mesmo ocorrerá para o bit 1, bit 2 e assim por diante.

### Entradas

In\_1

Valor de entrada para a operação lógica em 1.

In\_2

Valor de entrada para a operação lógica em 2.

### Saídas

out

Retornar o resultado da operação lógica.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de entradas

Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.

Entradas invertidas

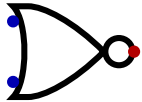
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato ampliado

Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



#### 1.4. NOR

Combinação de OR e NOT. Retornará 0 se alguma das entradas estiver em 1. Se todas as entradas estiverem em 0 a saída irá para 1. Também é possível usar barramentos vários bits como entradas. Nesse caso, a operação se aplicará a cada bit das entradas.

Entradas

In\_1

Valor de entrada para a operação lógica em 1.

In\_2

Valor de entrada para a operação lógica em 2.

Saídas

out

Retornar o resultado da operação lógica.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de entradas

Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.

Entradas invertidas

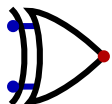
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato ampliado

Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



#### 1.5. XOR

Se todas as entradas forem usadas, a saída será 0 para cada par de bits iguais. Caso contrário a saída será 1. Se mais do que duas entradas forem usadas, se comportará como portas XOR em cascata (  $A \text{ XOR } B \text{ XOR } C = (A \text{ XOR } B) \text{ XOR } C$  ). Também é possível usar barramentos com vários bits como entradas. Nesse caso, a operação se aplicará a cada bit das entradas.

### Entradas

In\_1

Valor de entrada para a operação lógica em 1.

In\_2

Valor de entrada para a operação lógica em 2.

### Saídas

out

Retornar o resultado da operação lógica.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de entradas

Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.

Entradas invertidas

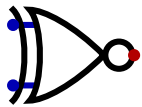
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato ampliado

Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



## 1.6. XNOR

Combinação de XOR e NOT. As entradas serão combinadas pela operação XOR. O resultado dessa operação será então invertido. Também é possível usar barramentos com vários bits como entradas. Nesse caso, a operação se aplicará a cada bit das entradas.

### Entradas

In\_1

Valor de entrada para a operação lógica em 1.

In\_2

Valor de entrada para a operação lógica em 2.

### Saídas

out

Retornar o resultado da operação lógica.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de entradas

Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato ampliado

Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



## 1.7. NOT

Inverterá o valor à entrada. Um valor igual a 1 se tornará 0 e um 0 se tornará 1. Também é possível usar barramentos com vários bits como entradas. Nesse caso, a operação se aplicará a cada bit das entradas.

Entradas

in

A entrada da porta NOT.

Saídas

out

O valor invertido da entrada.

Atributos

Bits de dados

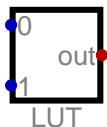
Número de bits de dados usados.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato ampliado

Usará um formato ampliado para visualizar a porta.



## 1.8. LookUpTable

Obterá o valor da saída a partir de uma tabela armazenada. Dessa forma poderá emular qualquer porta combinatória.

Entradas

0

Entrada 0. Essa entrada em combinação com todas as outras definirá o endereço do valor armazenado que será retornado.

1

Entrada 1. Essa entrada em combinação com todas as outras definirá o endereço do valor armazenado que será retornado.

Saídas

out

Retornará o valor armazenado no endereço definido pelas entradas.



### Atributos

#### Bits de dados

Número de bits de dados usados.

#### Número de entradas

Número de entradas usado. Cada entrada necessitará estar conectada.

#### Rótulo

Nome do elemento.

#### Dados

Os valores armazenados nesse elemento.

#### Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## 2. Entradas e saídas



### 2.1. Saída

Pode ser usada para mostrar um sinal de saída do circuito. Esse elemento também é usado para conectar um circuito a outro integrado. Nesse caso a conexão é bidirecional. Também é usado para atribuir um número PIN, se código para CPLD ou FPGA for gerado.

#### Entradas

in

Este valor é usado para a conexão de saída.

#### Atributos

##### Bits de dados

Número de bits de dados usados.

##### Rótulo

Nome do elemento.

##### Descrição

Uma breve descrição do elemento e como usá-lo.

##### Rotação

Orientação do elemento no circuito.

##### Formato para número

Formato a ser usado para mostrar números.

##### Número do pino

Número desse pino. Usado para a representação de um circuito com encapsulamento DIL e quando a atribuição ao pino for usada na programação de um CPLD. Se houver vários bits, todos os números de pinos poderão ser especificados por uma lista, separados por vírgulas.

##### Mostrar medida graficamente

Mostrar o valor de uma medida graficamente.



## 2.2. LED

Um LED pode ser usado para visualizar um valor de saída. Aceita um único bit. Acenderá se a entrada estiver em 1.

### Entradas

in

Entrada do LED que acenderá se estiver em 1.

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Cor

A cor do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Tamanho

Tamanho do formato no circuito.



## 2.3. Entrada

Poderá ser usado para manipular interativamente um sinal de entrada em um circuito com o mouse. Esse elemento também poderá ser usado para ligar um circuito a outro integrado. Nesse caso a conexão é bidirecional. Também é usado para atribuir um número PIN, se código para CPLD ou FPGA for gerado.

### Saídas

out

Fornece o valor ao qual está ligada a essa entrada.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Descrição

Uma breve descrição do elemento e como usá-lo.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. "Z" significa alta impedância.

Entrada tri-state

Se definido, permite-se que a entrada esteja em alta impedância. Em um componente de entrada, isso também será permitido, se ("Z") estiver definido como valor padrão.

Nenhuma saída em zero.

Evitar saída em zero. Isso será útil especialmente quando forem definidos circuitos com relés . Somente poderá ser ativada se uma saída em alta impedância for permitida.

Formato para número

Formato a ser usado para mostrar números.

Número do pino

Número desse pino. Usado para a representação de um circuito com encapsulamento DIL e quando a atribuição ao pino for usada na programação de um CPLD. Se houver vários bits, todos os números de pinos poderão ser especificados por uma lista, separados por vírgulas.

Mostrar medida graficamente

Mostrar o valor de uma medida graficamente.



## 2.4. Entrada do Clock

Um sinal de clock. É possível controlá-lo por um clock de tempo real. Dependendo da complexidade do circuito, a frequência de clock alcançada pode ser menor que a do valor selecionado. Se a frequência for maior que 50Hz, a representação gráfica do circuito não será mais atualizada a cada ciclo de clock de modo que as cores dos fios também não mais serão atualizadas. Se um clock de tempo real não estiver ativado, o elemento poderá ser controlado por clicks do mouse. Também é usado para atribuir um número PIN, se código para CPLD ou FPGA for gerado.

Saídas

C

Alternará entre 0 e 1, de acordo com a frequência selecionado do clock.

Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Iniciar o clock de tempo real

Se habilitado o clock da execução será iniciado juntamente com a ligação do circuito

Frequência/Hz

Frequência em tempo real a ser usada no clock de tempo real

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Número do pino

Número desse pino. Usado para a representação de um circuito com encapsulamento DIL e quando a atribuição ao pino for usada na programação de um CPLD. Se houver vários bits, todos os números de pinos poderão ser especificados por uma lista, separados por vírgulas.



## 2.5. Botão

Botão simples que voltará ao seu estado original quando liberado.

Saídas

out

O sinal de saída do botão.

Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Ativo em nível baixo

Se selecionada a saída estará em nível baixo, quando o circuito estiver ativo.

Mapear para o teclado

Botão mapeado para o teclado. Para usar as teclas do cursor, utilizar as teclas de direção UP, DOWN, LEFT ou RIGHT.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Mostrar medida graficamente

Mostrar o valor de uma medida graficamente.



## 2.6. DIP Switch

Chave DIP que pode ter a saída alta ou baixa.

Saídas

out

O valor da chave de saída.

Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Descrição

Uma breve descrição do elemento e como usá-lo.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Saída em nível alto

Valor padrão de saída de um DIP switch quando a simulação iniciar.

## Texto

### 2.7. Texto

Mostrar um texto no circuito. Não afeta a simulação. O texto poderá ser alterado pela caixa do diálogo do atributo.

#### Atributos

##### Descrição

Uma breve descrição do elemento e como usá-lo.

##### Tamanho da fonte

Definição do tamanho de fonte a ser usado nesse texto.

##### Rotação

Orientação do elemento no circuito.

##### Orientação

Posição de coordenada relativa ao texto.

##### Aderência à grade

Se selecionado, o componente se alinhará à grade.



### 2.8. Ponta de prova

Valor medido que poderá ser exibido na saída gráfica de dados ou na tabela de medições. Esse componente poderá ser usado para observar facilmente valores de circuitos integrados. Não afeta a simulação.

#### Entradas

in

O valor da medição.

#### Atributos

##### Rótulo

Nome do elemento.

##### Rotação

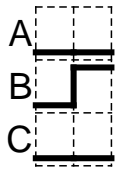
Orientação do elemento no circuito.

##### Formato para número

Formato a ser usado para mostrar números.

##### Mostrar medida graficamente

Mostrar o valor de uma medida graficamente.



## 2.9. Gráfico de dados

Mostrará um gráfico dentro do painel de circuito. Será possível exibir ciclos completos de clock ou mudanças de portas individuais. Não afeta a simulação.

Atributos

Mostrar passo-a-passo

Mostrar todos os passos graficamente.

Número máximo de passos a serem mostrados

Número máximo de valores armazenados. Se o quantidade máxima for alcançada, os valores mais antigos serão descartados.

Aderência à grade

Se selecionado, o componente se alinhará à grade.

## 3. Entradas e saídas - Displays



### 3.1. LED RGB

Um LED RGB pode ter sua cor controlada através de três entradas. Em cada uma das três entradas, um canal de cor estará ligado.

Entradas

R

O canal da cor vermelha.

G

O canal da cor verde.

B

O canal da cor azul.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 3.2. LED com duas conexões.

LED com conexões para o cátodo e o ânodo. O LED acenderá, se o ânodo estiver ligado ao positivo e o cátodo estiver ligado ao negativo.

#### Entradas

- A  
A conexão do ânodo do LED.
- C  
A conexão do cátodo do LED.

#### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Cor  
A cor do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



### 3.3. Botão com LED

Um botão simples que voltará ao seu estado original quando não estiver mais acionado. O botão possui um LED que poderá ser comutado via um sinal de entrada.

#### Entradas

- in  
Entrada para controlar o LED.

#### Saídas

- out  
O sinal de saída do botão.

#### Atributos

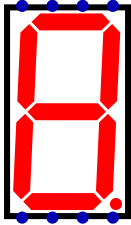
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Ativo em nível baixo  
Se selecionada a saída estará em nível baixo, quando o circuito estiver ativo.
- Mapear para o teclado  
Botão mapeado para o teclado. Para usar as teclas do cursor, utilizar as teclas de direção UP, DOWN, LEFT ou RIGHT.

Cor

A cor do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 3.4. Display de 7-Segmentos

Display de 7-Segmentos, cada segmento possui sua própria entrada de controle.

Entradas

- a  
Essa entrada controlará a linha horizontal superior.
- b  
Essa entrada controlará a linha vertical superior direita.
- c  
Essa entrada controlará a linha vertical inferior direita.
- d  
Essa entrada controlará a linha horizontal inferior.
- e  
Essa entrada controlará a linha vertical inferior esquerda.
- f  
Essa entrada controlará a linha vertical superior esquerda.
- g  
Essa entrada controlará a linha horizontal ao meio.
- dp  
Essa entrada controlará o ponto decimal.

Atributos

Cor

A cor do elemento.

Conexão comum

Se a entrada for selecionada como ânodo ou cátodo comum, também será simulada.

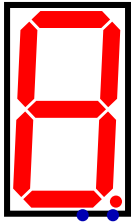
Comum

Tipo da conexão comum.

Prevenir o piscamento (flicker)

Não é possível aumentar a frequência o bastante para que o efeito de piscamento possa desaparecer. Para suprimir o piscamento, um "afterglow" poderá ser acionado para manter os LEDs nessa condição. Se selecionado, os LEDs se manterão ligados, mesmo que um dos pinos for alterado para nível de alta impedância (z). Isso simulará uma frequência acima da crítica para a fusão.





### 3.5. Display de 7-Segmentos Hexadecimal

Display de 7-Segmentos com entrada hexadecimal de 4 bits

Entradas

- d  
O valor dessa entrada será exibido no display.
- dp  
Essa entrada controlará o ponto decimal.

Atributos

- Cor  
A cor do elemento.
- Tamanho  
Tamanho do formato no circuito.



### 3.6. Display de 16 Segmentos

A entrada do LED input tem 16 bits que controlarão os segmentos. A segunda entrada controlará o ponto decimal.

Entradas

- led  
Barramento de 16-bits para controlar os LEDs.
- dp  
Essa entrada controlará o ponto decimal.

Atributos

- Cor  
A cor do elemento.
- Tamanho  
Tamanho do formato no circuito.



### 3.7. Lâmpada

Lâmpada com duas conexões. Se houver fluxo de corrente, a lâmpada acenderá! A direção da corrente não importa. A lâmpada acenderá quando as entradas tiverem valores diferentes. A lâmpada tem funcionamento similar ao da porta XOR.

#### Entradas

- A  
Conexão
- B  
Conexão

#### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Cor  
A cor do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



Matriz de LEDs

### 3.8. Matriz de LEDs

A matrixz de LEDs. Os LEDs serão exibidos em uma janela em separado. Os LEDs de uma coluna do display serão controlados por uma palavra de controle. Em outra entrada, a coluna corrente será selecionada. Dessa forma um display multiplexado será obtido. Os LEDs são capazes de se manter acesos indefinidamente durante a simulação para evitar que o display fique piscando.

#### Entradas

- r-data  
A fileira de LEDs de uma coluna. Cada bit nessa palavra de dados representa o estado da coluna corrente.
- c-addr  
O número da coluna corrente cujo estado estará visível segundo a outra entrada.

#### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Linhas  
Especificação do número de linhas mediante a largura em bits da palavra correspondente.

Bits de endereço das colunas

Endereços das colunas individuais. Três bits corresponderão a oito colunas.

Cor

A cor do elemento.

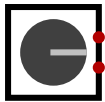
Prevenir o piscamento (flicker)

Não é possível aumentar a frequência o bastante para que o efeito de piscamento possa desaparecer. Para suprimir o piscamento, um "afterglow" poderá ser acionado para manter os LEDs nessa condição. Se selecionado, os LEDs se manterão ligados, mesmo que um dos pinos for alterado para nível de alta impedância (z). Isso simulará uma frequência acima da crítica para a fusão.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## 4. Entradas e saídas - Mecânica



### 4.1. Codificador rotativo

Disco giratório com codificador rotativo. Usado para detectar movimentos de rotação.

Saídas

A

sinal A do codificador

B

sinal A do codificador

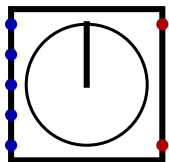
Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 4.2. Motor de passos, unipolar

Motor de passos unipolar com duas chaves de fim de curso. Há suporte para controle por passo completo, meio-passo e .

#### Entradas

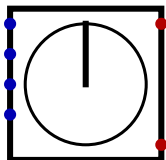
- P0  
Fase 0
- P1  
Fase 1
- P2  
Fase 2
- P3  
Fase 3
- com  
Conexão da bobina com derivação central

#### Saídas

- S0  
Chave de fim de curso 0, será 1 quando o ângulo do motor for 0°.
- S1  
Chave de fim de curso 1, será 1 quando o ângulo do motor for 180°.

#### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Saída invertida  
Se definido, inverterá a saída.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



### 4.3. Motor de passos, bipolar

Motor de passos bipolar com duas chaves de fim de curso. Há suporte para controle por passo completo, meio passo e .

#### Entradas

- A+  
Bobina A, positivo
- A-  
Bobina A, negativo
- B+  
Bobina B, positivo
- B-  
Bobina B, negativo

## Saídas

S0

Chave de fim de curso 0, será 1 quando o ângulo do motor for 0°.

S1

Chave de fim de curso 1, será 1 quando o ângulo do motor for 180°.

## Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

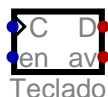
Saída invertida

Se definido, inverterá a saída.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## 5. Entradas e saídas - Periféricos-



### 5.1. Teclado

Um teclado poderá ser usado para realizar entrada de texto. Esse componente receberá a entrada, a qual poderá ser lida posteriormente. Uma janela em separado será aberta para a entrada do texto.

## Entradas

C

Clock. Quando da borda de subida, o caractere mais antigo será removido do buffer.

en

Se em nível alto, a saída D estará ativa e um caractere estará à saída. Isso também habilitará a entrada de clock.

## Saídas

D

O último caractere digitado, ou zero se nenhum caractere estiver disponível. A saída será um caractere Java com 16 bits.

av

Essa saída indicará que caracteres estarão disponíveis. Isso poderá ser usado para chavear uma interrupção.

## Atributos

Rótulo

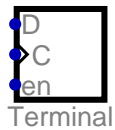
Nome do elemento.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 5.2. Terminal

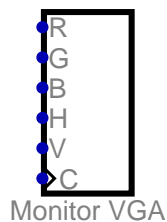
Será possível escrever caracteres ASCII nesse terminal. O terminal abrirá sua própria janela para exibir a saída.

### Entradas

- D  
Os dados a serem escritos no terminal
- C  
Clock. Quando da borda de subida, enviará o valor da entrada para a janela do terminal.
- en  
Um nível alto nessa entrada habilitará o recebimento do clock.

### Atributos

- Caracteress por linha  
Número de caracteres a serem mostrados em cada linha.
- Linhas  
Número de linhas a serem mostradas.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



## 5.3. Monitor VGA

Analisar sinais de entrada de vídeo e exibir o correspondente gráfico. Como a simulação não ocorre em tempo real, além dos sinais de vídeo também será requerido o sinal de clock para os pixels.

### Entradas

- R  
O componente para cor vermelha.
- G  
O componente para cor verde
- B  
O componente para a cor azul
- H  
O sinal de sincronismo horizontal
- V  
O sinal de sincronismo vertical
- C  
O clock para os pixels

### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



## 5.4. MIDI

Usar o sistema MIDI para tocar notas.

### Entradas

- N  
Nota
- V  
Volume
- OnOff  
Se definido, isso se traduzirá no pressionar de uma tecla (key down event), caso contrário, isso se traduzirá no liberar de uma tecla (key up event).
- en  
Habilitar o componente
- C  
Clock

### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Canal MIDI  
Selecionar o canal MIDI a ser usado.

Instrumento MIDI

O instrumento MIDI a ser usado.

Permitir alteração de programa

Adicionar uma nova entrada PC. Se essa entrada estiver em nível alto, o valor da entrada N será usado para alterar o programa (instrumento).

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## 6. Conexões



### 6.1. Terra

Conexão para terra. A saída será sempre igual a zero.

Saídas

out

Saída sempre retornará 0.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 6.2. Fonte

Conexão à fonte. A saída será sempre igual a um.

Saídas

out

Saída sempre retornará 1.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



1•

### 6.3. Valor constante

Componente que retornará um dado valor constante. O valor poderá ser atribuído por caixa de diálogo.

Saídas

out  
Retornará o valor constante dado.

Atributos

Bits de dados  
Número de bits de dados usados.  
Valor  
Valor de uma constante.  
Rotação  
Orientação do elemento no circuito.  
Formato para número  
Formato a ser usado para mostrar números.



### 6.4. Túnel

Conectará componentes sem fios. Todos os elementos desse tipo, cujos nomes serão os mesmos, estarão conectados em conjunto. Funcionarão apenas localmente, não sendo possível usá-los em circuitos diferentes. Túneis sem identificação serão ignorados.

Entradas

in  
A conexão a um túnel.

Atributos

Nome da rede  
ATodas as redes com nomes idênticas estarão ligadas entre si.  
Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



### 6.5. Distribuidor

Distribuir ou criar um conjunto de fios ou um barramento de dados com mais de um bit. Com um barramento será possível, por exemplo, gerar conexões de 16-bits sem ter que rotear 16 fios individuais. Todas as 16 conexões serão reunidas em um único cabo. O distribuidor terá uma direção, isso significa que os sinais serão transmitidos em apenas um sentido.

**Entradas**

0-3

Os bits de entrada 0-3.

4-7

Os bits de entrada 4-7.

**Saídas**

0-7

Os bits de saída 0-7.

**Atributos****Entrada para o distribuidor**

Se, por exemplo, quatro bits, dois bits mais outros dois serão usados como entradas, isso poderá ser configurado como "4,2,2". A quantidade indicará o número de bits. Por conveniência, o asterisco poderá ser usado: 16 bits poderão ser configurados como "[bits]\*[quantidade]", ou seja, "1\*16". Também é possível especificar os bits a serem usados diretamente e em qual ordem. Por exemplo, "4-7,0-3" configurará os bits 4-7 e 0-3. Essa notação permitirá qualquer arranjo de bits desejado. Os bits de entrada deverão ser especificados de forma completa e inequívoca.

**Saída do distribuidor**

Se, por exemplo, quatro bits, dois bits mais outros dois serão usados como saídas, isso poderá ser configurado como "4,2,2". A quantidade indicará o número de bits. Por conveniência, o asterisco poderá ser usado: 16 bits poderão ser configurados como "[bits]\*[quantidade]", ou seja, "1\*16". Também é possível especificar os bits a serem usados diretamente e em qual ordem. Os bits de saída poderão ser combinados várias vezes: "0-7,1-6,4-7"

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**Espelhamento**

Espelhar o componente em um circuito.

**Propagação**

Configuração de como irão se propagar as entradas e saídas no circuito.

**6.6. Driver**

Um driver poderá ser usado para conectar um sinal a outro fio. O driver é controlado pela entrada definida. Se o sinal de entrada estiver em nível baixo, a saída estará em estado de alta impedância. Se o sinal de saída estiver em nível alto, a saída será definida pelo valor à entrada.

**Entradas**

in

O valor de entrada do driver.

sel

Pino para controlar o driver. Se sua entrada for 1, a saída terá o valor dado à entrada. Se sua entrada for 0, a saída estará em estado de alta impedância.

## Saídas

out

Se a entrada for 1, a saída terá o valor da entrada. Se seu valor for 0, a saída estará em estado de alta impedância.

## Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Alternar posição do seletor

Essa opção permitirá deslocar o pino do seletor para o lado oposto.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 6.7. Driver invertido

Um driver poderá ser usado para conectar um sinal a outro fio. O driver é controlado pela entrada definida. Se sua entrada estiver em nível alto, a saída estará em estado de alta impedância. Se o sinal de saída estiver em nível baixo, a saída será definida pelo valor à entrada.

## Entradas

in

Valor de entrada do driver.

sel

Pino para controlar o driver. Se sua entrada for 0, a saída terá o valor dado à entrada. Se sua entrada for 1, a saída estará em estado de alta impedância.

## Saídas

out

Se a entrada for 1, a saída terá o valor da entrada. Se seu valor for 0, a saída estará em estado de alta impedância.

## Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Alternar posição do seletor

Essa opção permitirá deslocar o pino do seletor para o lado oposto.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 6.8. Atraso

Atrasará o sinal no tempo de propagação. Atrasará um sinal por um número de atrasos de porta regulável. Todos os outros componentes no simulador têm um atraso de porta no

tempo de propagação. Esse componente pode ser usado para implementar qualquer atraso de propagação necessário.

Entradas

in

Entrada do sinal a ser atrasado.

Saídas

out

O sinal de entrada atrasado pelo tempo correspondente a um atraso de porta.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Duração

Unidades de tempo do atraso de propagação das portas comuns.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 6.9. Resistor Pull-Up

Se o circuito estiver em estado de alta impedância, o resistor levará o valor para nível alto. Em qualquer outro caso, esse componente não terá efeito.

Saídas

out

Um nível alto "fraco".

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 6.10. Resistor Pull-Down

Se o circuito estiver em estado de alta impedância, o resistor levará o valor para nível baixo. Em qualquer outro caso, esse componente não terá efeito.

Saídas

out

Um nível baixo "fraco".

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## 7. Plexers



### 7.1. Multiplexador

Componente que usará o valor de entrada de seleção para direcionar um dos valor escolhido dentre as entradas para a saída.

Entradas

sel

Essa entrada será usada para selecionar os dados à entrada que serão direcionados para a saída.

in\_0

O valor da primeira entrada do multiplexador 0.

in\_1

O valor da primeira entrada do multiplexador 1.

Saídas

out

O valor da entrada selecionada.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de bits do seletor

Número de bits usados na entrada do seletor.

Alternar posição do seletor

Essa opção permitirá deslocar o pino do seletor para o lado oposto.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 7.2. Demultiplexador

Componente que poderá direcionar um valor de entrada para uma saída escolhida. As outras saídas terão o valor padrão definido.

#### Entradas

sel

O pino que seleciona a saída a ser usada.

in

O valor dessa entrada será dado à saída selecionada.

#### Saídas

out\_0

Primeira saída de dados 0.

out\_1

Primeira saída de dados 1.

#### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Número de bits do seletor

Número de bits usados na entrada do seletor.

Alternar posição do seletor

Essa opção permitirá deslocar o pino do seletor para o lado oposto.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.



### 7.3. Decodificador

Um dos pinos de saída estará em 1, todas as outras saídas estarão em 0.

#### Entradas

sel

Essa entrada selecionará a saída. A saída selecionada terá o valor igual a 1. Todas as outras saídas serão iguais a 0.

#### Saídas

out\_0

Saída 0. essa saída estará em 1 de acordo com a entrada de seleção.

out\_1

Saída 1. essa saída estará em 1 de acordo com a entrada de seleção.

#### Atributos

Número de bits do seletor

Número de bits usados na entrada do seletor.

Alternar posição do seletor

Essa opção permitirá deslocar o pino do seletor para o lado oposto.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**7.4. Seletor de Bit**

Seleciona um único bit do barramento de dados.

**Entradas**

in

O barramento de entrada

sel

Essa entrada selecionará o bit

**Saídas**

out

O bit selecionado.

**Atributos**

Número de bits do seletor

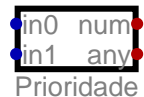
Número de bits usados na entrada do seletor.

Alternar posição do seletor

Essa opção permitirá deslocar o pino do seletor para o lado oposto.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

**7.5. Codificador de prioridade**

Se um das entradas estiver definida, a saída será o seu número. Se várias entradas estiverem definidas ao mesmo tempo, a saída será igual ao número mais alto.

**Entradas**

in0

O valor da primeira entrada do codificador de prioridade 0.

in1

O valor da primeira entrada do codificador de prioridade 1.

**Saídas**

num

Número da entrada definida.

any

Se essa saída estiver definida, pelo menos uma das entradas também estará.

**Atributos**

**Rótulo**

Nome do elemento.

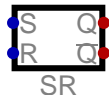
**Número de bits do seletor**

Número de bits usados na entrada do seletor.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

## 8. Flip-Flops



### 8.1. Flip-flop SR

Componente que armazenará um único bit. Oferece funções para armazenar e limpar determinado bit. Se ambas as entradas forem para 1, ambas as saídas também irão para 1. Se ambas as entradas forem para 0, ao mesmo tempo, o estado final será aleatório.

**Entradas**

S

A entrada para armazenar.

R

A entrada para limpar.

**Saídas**

Q

Retornará o valor armazenado.

$\neg Q$

Retornará o inverso do valor armazenado.

**Atributos****Rótulo**

Nome do elemento.

**Entradas invertidas**

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**Espelhamento**

Espelhar o componente em um circuito.

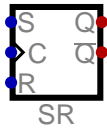
**Valor padrão**

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

**Usar como valor medido**

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.





## 8.2. Flip-flop SR submetido ao clock

Componente que armazenará um único bit. Oferece funções para armazenar e limpar determinado bit. Se ambas as entradas (S, R) estiverem em nível alto quando da subida do clock, o estado final será aleatório.

### Entradas

S

A entrada para armazenar.

C

A entrada do clock. A subida do clock inicia o processo de transição.

R

A entrada para limpar.

### Saídas

Q

Retornará o valor armazenado.

$\neg Q$

Retornará o inverso do valor armazenado.

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

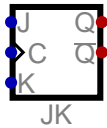
Espelhar o componente em um circuito.

Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.



### 8.3. Flip-flop JK

Tem a possibilidade para manter ( $J=K=0$ ), levar para nível alto ( $J=1, K=0$ ), levar para nível baixo ( $J=0, K=1$ ) ou trocar ( $J=K=1$ ) o valor armazenado. A mudança de estado ocorrerá somente quando houver uma borda de subida na entrada do clock C.

#### Entradas

J

A entrada para armazenar no flip-flop.

C

A entrada do clock. Uma borda de subida iniciará a transição de estado.

K

A entrada para limpar o flip-flop.

#### Saídas

Q

Retornará o valor armazenado.

$\neg Q$

Retornará o inverso do valor armazenado.

#### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

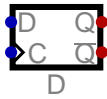
Espelhar o componente em um circuito.

Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.



## 8.4. Flip-flop D

Componente que armazenará um único bit. O valor presente no pino D será armazenado na subida do clock no pino C. A largura de bits poderá ser selecionada, o que permitirá armazenar múltiplos bits.

### Entradas

D

Entrada para o bit a ser armazenado.

C

Entrada do clock para armazenar um valor. O valor presente no pino D será armazenado na subida do clock nesse pino.

### Saídas

Q

Retornará o valor armazenado.

$\neg Q$

Retornará o inverso do valor armazenado.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

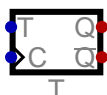
Espelhar o componente em um circuito.

Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.



## 8.5. Flip-Flop T

Armazenará um único bit. Alternará o valor a cada borda de subida na entrada C.

## Entradas

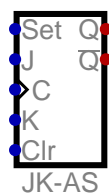
- T  
Habilitará a função de troca.
- C  
Entrada de clock. A cada borda de subida, alternará a saída, se a entrada T estiver em 1.

## Saídas

- Q  
Retornará o valor armazenado.
- $\neg Q$   
Retornará o inverso do valor armazenado.

## Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Entrada para habilitação  
Se definido, tornará a entrada de habilitação (T) disponível.
- Entradas invertidas  
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Espelhamento  
Espelhar o componente em um circuito.
- Valor padrão  
Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.
- Usar como valor medido  
Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.



## 8.6. Flip-flop JK, assíncrono

Tem a possibilidade para manter ( $J=K=0$ ), levar para nível alto ( $J=1, K=0$ ), levar para nível baixo ( $J=0, K=1$ ) ou trocar ( $J=K=1$ ) o valor armazenado. A mudança de estado ocorrerá somente quando houver uma borda de subida na entrada do clock C. Há duas entradas adicionais para armazenar ou limpar o estado sem a presença de um sinal de clock.

## Entradas

### Set

Habilitação assíncrona. Um valor em nível alto nessa entrada levará a saída para nível alto.

### J

A entrada para armazenar do flip-flop.

### C

A entrada do clock. Uma borda de subida iniciará a transição de estado.

### K

A entrada para limpar o flip-flop.

### Clr

Limpeza assíncrona. Um valor em nível alto nessa entrada levará a saída para nível baixo.

## Saídas

### Q

Retornará o valor armazenado.

### $\neg Q$

Retornará o inverso do valor armazenado.

## Atributos

### Rótulo

Nome do elemento.

### Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

### Rotação

Orientação do elemento no circuito.

### Espelhamento

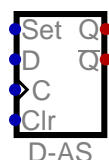
Espelhar o componente em um circuito.

### Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

### Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.



## 8.7. Flip-flop D, assíncrono

Componente que armazenará um único bit. O valor presente no pino D será armazenado na subida do clock no pino C. Há duas entradas adicionais para armazenar ou limpar o estado imediatamente sem a presença de um sinal de clock. A largura de bits poderá ser selecionada, o que permitirá armazenar múltiplos bits.

## Entradas

### Set

Habilitação assíncrona. Um valor em nível alto nessa entrada levará a saída para nível alto.

### D

Entrada do bit a ser armazenado.

### C

Pino de controle para armazenar um bit. O valor presente no pino D será armazenado na subida do sinal nesse pino.

### Clr

Limpeza assíncrona. Um valor em nível alto nessa entrada levará a saída para nível baixo.

## Saídas

### Q

Retornará o valor armazenado.

### $\neg Q$

Retornará o inverso do valor armazenado.

## Atributos

### Bits de dados

Número de bits de dados usados.

### Rótulo

Nome do elemento.

### Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

### Rotação

Orientação do elemento no circuito.

### Espelhamento

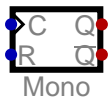
Espelhar o componente em um circuito.

### Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

### Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.



## 8.8. Monoflop

O monoflop será determinado na subida da entrada de clock. Após um atraso de tempo configurável, o monoflop será limpo automaticamente. O monoflop poderá ser gatilhável. Isso somente será utilizado se existir apenas um componente de clock presente no circuito. Esse componente de clock será usado como base de tempo para medir os atrasos.

### Entradas

C

A entrada de clock. Uma borda de subida irá engatilhar o monoflop.

R

Entrada para limpar. Um valor em nível alto irá limpar o monoflop.

### Saídas

Q

Saída

$\neg Q$

Saída invertida

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Largura de pulso

A largura de pulso é medida em ciclos de clock.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

Espelhar o componente em um circuito.

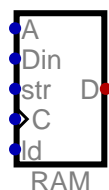
Valor padrão

Valor definido para o circuito quando for ligado. No demultiplexador, esse valor será definido para as saídas não selecionadas.

Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.

## 9. Memória - RAM



### 9.1. RAM, portas separadas

Módulo de RAM com portas separadas para armazenar e prover a saída para de dados armazenados.

## Entradas

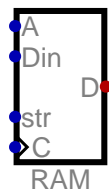
- A  
Endereço onde ler ou gravar.
- Din  
Dados a serem armazenados.
- str  
Se essa entrada estiver em nível alto, quando da borda de subida do clock, os dados serão armazenados.
- C  
Entrada de clock
- Id  
Se essa entrada estiver em nível alto, a saída estará ativada e os dados visíveis.

## Saídas

- D  
Pino para a saída de dados

## Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Bits de endereço  
Número de bits de endereço usado.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Formato para número  
Formato a ser usado para mostrar números.
- Memória de programa  
Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.



## 9.2. RAM-Bloco, portas separadas

Módulo de RAM com entradas separadas para armazenar dados, e saída para se ler os dados armazenados. Essa RAM somente atualizará sua saída na borda de subida da entrada de clock. Isso permitirá o uso dessa RAM em FPGA.



### Entradas

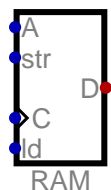
- A  
Endereço onde ler ou gravar.
- Din  
Dados a serem armazenados em RAM.
- str  
Se essa entrada estiver em nível alto, quando houver borda de subida do clock, os dados serão armazenados.
- C  
Entrada de clock

### Saídas

- D  
Pino de saída de dados

### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Bits de endereço  
Número de bits de endereço usado.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Memória de programa  
Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.



## 9.3. RAM, porta bidirecional

Módulo de RAM com pino bidirecional para ler e gravar dados.

### Entradas

- A  
Endereço onde ler ou gravar.
- str  
Se essa entrada estiver em nível alto, quando da borda de subida do clock, os dados serão armazenados.
- C  
Entrada de clock
- ld  
Se essa entrada estiver em nível alto, a saída estará ativada e os dados visíveis.

## Saídas

D

Conexão de dados bidirecional.

## Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Bits de endereço

Número de bits de endereço usado.

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

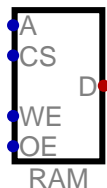
Orientação do elemento no circuito.

Formato para número

Formato a ser usado para mostrar números.

Memória de programa

Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.



#### 9.4. RAM, seleção de chip

Módulo de RAM com conexão bidirecional para ler e gravar dados. Se a entrada CS estiver em nível baixo, o componente estará desabilitado. Isso permitirá a construção de RAM's maiores a partir de módulos menores e um decodificador de endereços. O ciclo de escrita funcionará como se segue: ao colocar CS em nível alto, o componente será selecionado. Uma borda de subida em WE receberá o endereço, e na próxima borda de descida irá armazenar os dados.

## Entradas

A

Endereço onde ler ou gravar.

CS

Se essa entrada estiver em nível alto, essa RAM estará habilitada. De outro modo, a saída estará sempre em estado de alta impedância.

WE

Se essa entrada estiver em nível alto, os dados serão gravados na RAM.

OE

Se essa entrada estiver em nível alto, o valor armazenado estará disponível na saída.

## Saídas

D

Conexão de dados bidirecional.

## Atributos

## Bits de dados

Número de bits de dados usados.

## Bits de endereço

Número de bits de endereço usado.

## Rótulo

Nome do elemento.

## Entradas invertidas

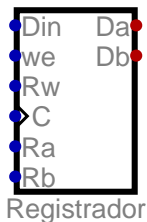
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

## Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## Memória de programa

Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.



## 9.5. Bloco de registradores

Memória com uma porta que permitirá a gravação e duas portas que permitirão leituras simultâneas. Poderá ser usada para implementar registradores em um processador. Dois registradores poderão ser lidos simultaneamente, enquanto um terceiro poderá ser escrito.

## Entradas

## Din

Dados a serem armazenados no registrador Rw.

## we

Se essa entrada estiver em nível alto, quando da borda de subida do clock, os dados serão armazenados.

## Rw

Registrador no qual os dados serão escritos.

## C

Clock

## Ra

Registrador visível à porta (a).

## Rb

Registrador visível à porta (b).

## Saídas

## Da

Porta de saída (a)

## Db

Porta de saída (b)

## Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Bits de endereço

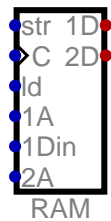
Número de bits de endereço usado.

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

**9.6. RAM, duas portas**

RAM com uma porta que permitirá leitura e gravação, e uma outra porta onde apenas a leitura é permitida. A segunda porta poderá ser usada para dar a alguma lógica envolvendo parte gráfica acesso aos conteúdos de memória. Dessa maneira, o processador poderá escrever na RAM, enquanto a parte gráfica poderá ler da mesma simultaneamente.

## Entradas

str

Se essa entrada estiver em nível alto, quando da borda de subida do clock, os dados serão armazenados.

C

Clock

ld

Se essa entrada estiver em nível alto, a saída estará ativada e os dados estarão visíveis em 1D.

1A

Endereço onde a porta 1 irá ler ou gravar.

1Din

Dados a serem armazenados na RAM.

2A

Endereço onde a porta 2 irá acessar para ler .

## Saídas

1D

Porta de saída 1

2D

Porta de saída 2

## Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Bits de endereço

Número de bits de endereço usado.

Rótulo

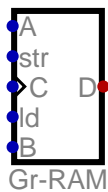
Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Memória de programa

Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.



## 9.7. RAM gráfica

Usada para exibir gráficos bitmap. Tem comportamento semelhante a de uma. Além disso, exibirá seu conteúdo em uma janela gráfica. Cada pixel será representado por um endereço de memória. O valor armazenado definirá a cor do pixel, a partir de uma paleta de cores fixa. Haverá dois buffers de tela implementados para dar suporte à mudança de páginas. A entrada B selecionará o buffer a ser exibido. Assim, o tamanho total da memória será  $dx * dy * 2$  palavras.

Entradas

A

Endereço onde ler ou gravar.

str

Se essa entrada estiver em nível alto, quando da borda de subida do clock, os dados serão armazenados.

C

Clock

Id

Se essa entrada estiver em nível alto, os dados armazenados estarão disponíveis na saída.

B

Selecionará o buffer de tela a ser exibido.

Saídas

D

Conexão de dados bidirecional.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

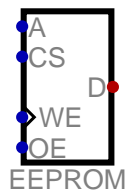
Nome do elemento.

Largura em pixels

Largura da tela em pixels.

Altura em pixels  
 Altura da tela em pixels.  
 Rotação  
 Orientação do elemento no circuito.

## 10. Memória - EEPROM



### 10.1. EEPROM

Módulo de EEPROM com conexão bidirecional para ler e gravar dados. Se a entrada CS estiver em nível baixo, o componente estará desabilitado. Os dados estarão armazenados tal como em uma ROM. Estarão assim preservados durante, e após a simulação terminar, e quando for reiniciada. O ciclo de escrita funcionará como se segue: ao colocar CS em nível alto, o componente será selecionado. Uma borda de subida em WE receberá o endereço, e na próxima borda de descida irá armazenar os dados.

#### Entradas

- A  
Endereço onde ler ou gravar.
- CS  
Se essa entrada estiver em nível alto, essa EEPROM estará habilitada. De outro modo, a saída estará sempre em estado de alta impedância.
- WE  
Se essa entrada estiver em nível alto, os dados serão escritos na EEPROM.
- OE  
Se essa entrada estiver em nível alto, o valor armazenado estará disponível na saída.

#### Saídas

- D  
Conexão de dados bidirecional.

#### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Bits de endereço  
Número de bits de endereço usado.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Entradas invertidas  
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.
- Dados  
Os valores armazenados nesse elemento.

**Rotação**

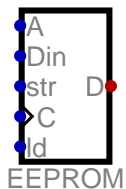
Orientação do elemento no circuito.

**Formato para número**

Formato a ser usado para mostrar números.

**Memória de programa**

Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.

**10.2. EEPROM, portas separadas**

Módulo de EEPROM com portas separadas para armazenar e prover a saída para de dados armazenados.

**Entradas**

A

Endereço onde ler ou gravar.

Din

Dados a serem armazenados

str

Se essa entrada estiver em nível alto, quando da borda de subida do clock, os dados serão armazenados.

C

Entrada de clock

Id

Se essa entrada estiver em nível alto, a saída estará ativada e os dados visíveis.

**Saídas**

D

Pino para a saída de dados

**Atributos**

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Bits de endereço

Número de bits de endereço usado.

Rótulo

Nome do elemento.

Dados

Os valores armazenados nesse elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

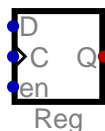
Formato para número

Formato a ser usado para mostrar números.

Memória de programa

Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.

## 11. Memória



### 11.1. Registrador

Componente para armazenar valores. A largura em bits da palavra de dados poderá ser selecionada. Diferente do flip-flop D, o registrador possui uma entrada que o habilitará dependendo do clock.

Entradas

D

Entrada da palavra de dados a ser armazenada.

C

Entrada de clock. Na borda de subida armazenará o valor presente no pino D.

en

Pino para habilitação. O armazenamento do valor funcionará somente se esse pino estiver em nível alto.

Saídas

Q

Retornará o valor armazenado.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

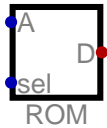
Contador de programa

Tomar o registrador como contador de programa. O valor do registrador será tomado a partir da IDE do montador externo para marcar a linha de código corrente durante a depuração.

Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.





## 11.2. ROM

Componente de memória não-volátil. Os dados armazenados poderão ser editados por meio da caixa de diálogo de atributos.

### Entradas

A

Este pino definirá o endereço da palavra de dados a ser enviada para a saída.

sel

Se a entrada estiver em nível alto, a saída será ativada. Se estiver em nível baixo, a saída de dados estará em estado de alta impedância.

### Saídas

D

A palavra de dados selecionada se a entrada estiver em nível alto.

### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Bits de endereço

Número de bits de endereço usado.

Rótulo

Nome do elemento.

Dados

Os valores armazenados nesse elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Formato para número

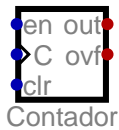
Formato a ser usado para mostrar números.

Memória de programa

Tomar o conteúdo da ROM como a memória de programa. Dessa forma, poderá ser acessado por uma IDE externa.

Carga inicial do modelo

Recarregar o arquivo hexadecimal toda vez que o modelo for ligado.



### 11.3. Contador

Componente que funcionará como contador simples. Dependendo da entrada de clock, será incrementado. Poderá retornar a zero mediante uso da entrada clr. A largura de bits poderá ser determinada por uma caixa de diálogo de atributos.

#### Entradas

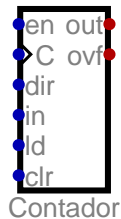
- en  
Se estiver em 1, o contador estará habilitado!
- C  
Entrada de clock. Quando da borda de subida, incrementará o contador.
- clr  
Limpeza síncrona do contador se igual a 1.

#### Saídas

- out  
Retornará o valor contado.
- ovf  
Transbordamento de saída (overflow). Esse pino será igual a 1 se o contador exceder seu valor máximo e a entrada en estiver em 1.

#### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Entradas invertidas  
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Usar como valor medido  
Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.
- Contador de programa  
Tomar o registrador como contador de programa. O valor do registrador será tomado a partir da IDE do montador externo para marcar a linha de código corrente durante a depuração.



### 11.4. Contador com preset

Contador com valor que poderá ser pré-estabelecido. Além disso, o valor máximo e a direção de contagem também poderão ser especificados.

#### Entradas

- en  
Se estiver em 1, o contador estará habilitado!
- C  
A entrada de clock. Quando da borda de subida, incrementará o contador.
- dir  
Especificará a direção de contagem. Se for 0 será para cima.
- in  
Palavra de dados a ser armazenada no contador quando (ld) for habilitado.
- ld  
Se habilitado, o valor na entrada in será armazenado no contador no próximo sinal do clock.
- clr  
Limpeza síncrona do contador se igual a 1.

#### Saídas

- out  
Retornará o valor contado.
- ovf  
Saída de transbordamento (overflow output). Se estiver em 1, e a entrada en estiver em 1 e se o contador alcançar seu valor máximo quando estiver sendo incrementado, ou quando atingir 0 ao ser decrementado.

#### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Valor máximo  
Se o valor zero for fornecido, o maior valor possível será usado (todos os bits em 1).
- Entradas invertidas  
É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.

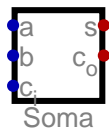
Usar como valor medido

Se definido, o valor será usado como o de medição, e será mostrado no gráfico e também na tabela de dados. Além disso, um rótulo deverá ser especificado para servir como identificação do valor.

Contador de programa

Tomar o registrador como contador de programa. O valor do registrador será tomado a partir da IDE do montador externo para marcar a linha de código corrente durante a depuração.

## 12. Aritmética



### 12.1. Somar

Componente para realizar uma soma simples. Somará dois valores inteiros ( $a+b$ ) presentes nas entradas (a) e (b). O resultado será incrementado em uma unidade se a entrada de carry estiver em nível alto.

Entradas

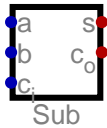
- a  
Primeira entrada para somar.
- b  
Segunda entrada para somar.
- c\_i  
Entrada para carry-in, se estiver em nível alto, irá incrementar uma unidade.

Saídas

- s  
O resultado da soma
- c\_o  
Saída carry-out. Estará em nível alto se houver transbordamento (overflow).

Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



## 12.2. Subtrair

Componente para realizar uma subtração simples. Subtrairá dois valores inteiros ( $a-b$ ) presentes nas entradas (a) e (b). O resultado será decrementado em uma unidade se a entrada de carry estiver em nível alto.

### Entradas

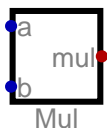
- a  
Primeira entrada para subtrair.
- b  
Segunda entrada para subtrair.
- c\_i  
Entrada para carry-in, se estiver em nível alto, irá decrementar de uma unidade.

### Saídas

- s  
O resultado da subtração.
- c\_o  
Saída carry-out. Estará em nível alto se houver transbordamento (overflow).

### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



## 12.3. Multiplicar

Componente para realizar uma multiplicação. Multiplicará dois valores inteiros ( $a*b$ ) presentes nas entradas (a) e (b).

### Entradas

- a  
Primeira entrada para multiplicar.
- b  
Segunda entrada para multiplicar.

### Saídas

mul

O resultado da multiplicação.

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Operação com sinal

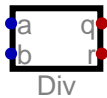
Se selecionado, a operação será executada usando valores com sinal (em complemento de 2).

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 12.4. Dividir

Componente para realizar uma divisão. Dividirá um valor inteiro por outro ( $a/b$ ), ambos presentes nas entradas (a) e (b). Se o divisor for zero, o valor igual a 1 será usado no lugar. Em se tratando de divisão com sinal, o resto será sempre positivo.

### Entradas

a

dividendo

b

divisor

### Saídas

q

quociente

r

resto

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Bits de dados

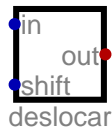
Número de bits de dados usados.

Operação com sinal

Se selecionado, a operação será executada usando valores com sinal (em complemento de 2).

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 12.5. Registrador de deslocamento

Componente para deslocamento de bits. Deslocará o valor na entrada por certo número de bits presente à entrada.

### Entradas

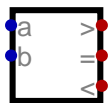
- in  
Entrada com os bits a serem deslocados.
- shift  
Entrada com a largura a ser deslocada.

### Saídas

- out  
Saída com o valor deslocado.

### Atributos

- Rótulo  
Nome do elemento.
- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Entrada para o deslocamento com sinal  
Entrada para o deslocamento em complemento de 2
- Direção  
Definir direção.
- Modo  
Modo do registrador de deslocamento
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.



## 12.6. Comparador

Componente para comparar valores bit a bit. Irá comparar dois valores (a) e (b) presentes às entradas e compor as saídas correspondentes.

### Entradas

- a  
Entrada (a) para comparar.
- b  
Entrada (b) para comparar.

## Saídas

- >  
Saída com o valor igual a 1, se a entrada (a) for maior que (b)
- =  
Saída com o valor 1, se (a) igual a (b)
- <  
Saída com o valor igual a 1, se a entrada (a) for menor que (b)

## Atributos

## Rótulo

Nome do elemento.

## Bits de dados

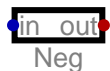
Número de bits de dados usados.

## Operação com sinal

Se selecionado, a operação será executada usando valores com sinal (em complemento de 2).

## Rotação

Orientação do elemento no circuito.

**12.7. Negação**

## Complemento de 2

## Entradas

in

Entrada da palavra de dados a qual será aplicada o complemento de 2

## Saídas

out

Retornará o resultado da negação em complemento de 2.

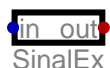
## Atributos

## Bits de dados

Número de bits de dados usados.

## Rotação

Orientação do elemento no circuito.

**12.8. Extensor de sinal**

Incrementará a largura em bits de um valor com sinal mantendo seu valor. Se a entrada for de um único bit, esse valor será disponível em todos os bits da saída.



**Entradas****in**

Valor da entrada. A largura em bits da entrada que deverá ser menor que a largura em bits da saída!

**Saídas****out**

Valor da entrada estendida. A largura em bits da entrada que deverá ser menor que a largura em bits da saída!

**Atributos****Rótulo**

Nome do elemento.

**Largura em bits da entrada**

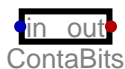
O número de bits da saída deverá ser maior do que o número de bits da entrada.

**Largura em bits da saída**

O número de bits da saída deverá ser maior que o número de bits da entrada.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**12.9. Contador de bits**

Retornará o número de bits iguais a 1 presentes no valor à entrada.

**Entradas****in**

Entrada para se contar os valores iguais a 1.

**Saídas****out**

Saída com a quantidade de valores iguais a 1.

**Atributos****Bits de dados**

Número de bits de dados usados.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**13. Chaves****13.1. Chave**

Interruptor simples. Não haverá atraso. Uma mudança de sinal irá propagar imediatamente.

### Saídas

- A1  
Um das conexões da chave.
- B1  
Um das conexões da chave.

### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Número de polos  
Número de polos disponíveis.
- Fechada  
Estado inicial definido para a chave.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Espelhamento  
Espelhar o componente em um circuito.
- Chave com comportamento semelhante a uma entrada  
Se o modelo for analisado, a chave se comportará como uma entrada, onde "aberto" corresponderá a '0' e "fechado" a '1'



## 13.2. Chave de dois polos

Chave de dois polos. Não haverá atraso. Uma mudança de sinal irá propagar imediatamente.

### Saídas

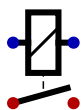
- A1  
Um das conexões da chave.
- B1  
Um das conexões da chave.
- C1  
Um das conexões da chave.

### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Número de polos  
Número de polos disponíveis.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.

**Espelhamento**

Espelhar o componente em um circuito.

**13.3. Relé**

Relé é uma chave que pode ser controlada por uma bobina. Se uma corrente fluir pela bobina, a chave fechará ou abrirá. Não haverá diodo de flyback de modo que a direção da corrente não será relevante. A chave atuará se as entradas tiverem valores diferentes. O relé se comportará de forma semelhante à porta XOR.

**Entradas**

in1

Uma das entradas para controle do relé.

in2

Uma das entradas para controle do relé.

**Saídas**

A1

Um das conexões da chave.

B1

Um das conexões da chave.

**Atributos**

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Número de polos

Número de polos disponíveis.

Relé normalmente fechado.

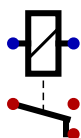
Se o relé estiver fechado, a entrada estará em nível baixo.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

Espelhar o componente em um circuito.

**13.4. Relé de dois polos**

Relé é uma chave que pode ser controlada por uma bobina. Se uma corrente fluir pela bobina, a chave fechará ou abrirá. Não haverá diodo de flyback de modo que a direção da

corrente não será relevante. A chave atuará se as entradas tiverem valores diferentes. O relé terá comportamento similar à porta XOR.

#### Entradas

- in1  
Uma das entradas para controle do relé.
- in2  
Uma das entradas para controle do relé.

#### Saídas

- A1  
Um das conexões da chave.
- B1  
Um das conexões da chave.
- C1  
Um das conexões da chave.

#### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.
- Rótulo  
Nome do elemento.
- Número de polos  
Número de polos disponíveis.
- Rotação  
Orientação do elemento no circuito.
- Espelhamento  
Espelhar o componente em um circuito.



### 13.5. FET tipo P

Transistor de efeito de campo tipo P. A base será conectada à referência de tensão positiva e o transistor será simulado sem um diodo interno.

#### Entradas

- G  
Porta

#### Saídas

- S  
Fonte
- D  
Dreno

#### Atributos

- Bits de dados  
Número de bits de dados usados.

**Unidirecional**

Transistores unidirectionais propagarão um sinal somente da fonte para o dreno. Eles são muito mais rápidos para simular do que os transistores bidirecionais. Desde que não haja realimentação do dreno para a fonte, nesse modo, o transistor não poderá causar curto-circuito de fios quando estiver conduzindo. Assim, será possível simular certos circuitos CMOS.

**Rótulo**

Nome do elemento.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**Espelhamento**

Espelhar o componente em um circuito.

**13.6. FET tipo N**

Transistor de efeito de campo tipo N. A base será conectada à terra e o transistor será simulado sem um diodo interno.

**Entradas**

G

Porta

**Saídas**

D

Dreno

S

Fonte

**Atributos****Bits de dados**

Número de bits de dados usados.

**Unidirecional**

Transistores unidirectionais propagarão um sinal somente da fonte para o dreno. Eles são muito mais rápidos para simular do que os transistores bidirecionais. Desde que não haja realimentação do dreno para a fonte, nesse modo, o transistor não poderá causar curto-circuito de fios quando estiver conduzindo. Assim, será possível simular certos circuitos CMOS.

**Rótulo**

Nome do elemento.

**Rotação**

Orientação do elemento no circuito.

**Espelhamento**

Espelhar o componente em um circuito.



### 13.7. Fusível

Fusível usado para construir uma memória programável uma única vez.

Saídas

out1

Um das conexões da chave.

out2

Um das conexões da chave.

Atributos

Programado

Se o diodo estiver "programado" ou não ("blown"). Em uma porta flutuante FET, estará com carga. Poderá ser definido apenas pela letra 'p'.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 13.8. Diodo para VDD

Simple diodo unidirecional, usado para levar uma conexão para VDD. É usada para implementar uma OR de fios. Para isso é necessário conectar um resistor de pull down à saída do diodo. Na simulação o diodo se comportará como uma porta ativa com uma tabela-verdade trivalente: se a entrada estiver em nível alto, a saída também estará. Em todos os outros casos (entrada em nível baixo ou em alta impedância) a saída estará estado de alta impedância. De modo que dois diodos anti-paralelos poderão manter-se em nível alto, o que não seria possível com diodos reais. Esse é um diodo ideal: não haverá queda de tensão através de um diodo polarizado diretamente.

Entradas

in

Se a entrada estiver em nível alto, a saída também estará. Em todos os outros casos, a saída estará estado de alta impedância.

Saídas

out

Se a entrada estiver em nível alto, a saída também estará. Em todos os outros casos, a saída estará estado de alta impedância.

Atributos

Programado

Se o diodo estiver "programado" ou não ("blown"). Em uma porta flutuante FET, estará com carga. Poderá ser definido apenas pela letra 'p'.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 13.9. Diode para Terra

Simple diodo unidirecional, usado para levar uma conexão para VDD. É usada para implementar uma AND de fios. Para isso é necessário conectar um resistor de pull up à saída do diodo. Se a entrada estiver em nível baixo, a saída também estará. Em todos os outros casos (entrada em nível baixo ou em alta impedância) a saída estará estado de alta impedância. De modo que dois diodos anti-paralelos poderão manter-se em nível baixo, o que não seria possível com diodos reais. Esse é um diodo ideal: não haverá queda de tensão através de um diodo polarizado diretamente.

#### Entradas

in

Se a entrada estiver em nível baixo, a saída também estará. Em todos os outros casos, a saída estará estado de alta impedância.

#### Saídas

out

Se a entrada estiver em nível baixo, a saída também estará. Em todos os outros casos, a saída estará estado de alta impedância.

#### Atributos

##### Programado

Se o diodo estiver "programado" ou não ("blown"). Em uma porta flutuante FET, estará com carga. Poderá ser definido apenas pela letra 'p'.

##### Rotação

Orientação do elemento no circuito.



### 13.10. FET tipo P com porta flutuante

Transistor de efeito de campo tipo P com porta flutuante. A base será conectada à terra e o transistor será simulado sem um diodo interno. Se houver uma carga armazenada na porta flutuante, o transistor não conduzirá, mesmo se a porta estiver em nível baixo.

#### Entradas

G

Porta

#### Saídas

S

Fonte

D

Dreino

#### Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Programado

Se o diodo estiver "programado" ou não ("blown"). Em uma porta flutuante FET, estará com carga. Poderá ser definido apenas pela letra 'p'.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

Espelhar o componente em um circuito.



### 13.11. FET tipo N com porta flutuante

Transistor de efeito de campo tipo N com porta flutuante. A base será conectada à terra e o transistor será simulado sem um diodo interno. Se houver uma carga armazenada na porta flutuante, o transistor não estará conduzindo ainda que a porta esteja em nível alto.

Entradas

G

Porta

Saídas

D

Dreno

S

Fonte

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rótulo

Nome do elemento.

Programado

Se o diodo estiver "programado" ou não ("blown"). Em uma porta flutuante FET, estará com carga. Poderá ser definido apenas pela letra 'p'.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

Espelhar o componente em um circuito.





### 13.12. Porta de transmissão

Uma porta de transmissão real é construída com apenas dois transistores. Por isso é frequentemente usada para se economizar transistores quando da implementação em silício.

Entradas

- S  
    entrada de controle
- $\neg S$   
    entrada de controle invertida

Saídas

- A  
    entrada A
- B  
    entrada B

Atributos

- Bits de dados  
    Número de bits de dados usados.
- Rotação  
    Orientação do elemento no circuito.

## 14. Diversos

Test

### 14.1. Caso de teste

Descrever um caso de teste. Em um teste de caso será possível descrever o comportamento de um circuito. Isso poderá ser automaticamente verificado, ou seja, se o comportamento realmente corresponde à descrição, ou não, e assim sendo uma mensagem de erro será mostrada.

Atributos

- Rótulo  
    Nome do elemento.
- Dados para teste  
    Descrição de um caso de teste. Detalhes de sintaxe poderão ser encontrados na caixa de diálogo para ajuda no editor de caso de teste.
- Habilitado  
    Habilitar ou desabilitar o componente.

Texto



## 14.2. Retângulo

Mostrará um retângulo no circuito. Isso não afetará a simulação. Se um sinal negativo (-) for usado no cabeçalho, esse será omitido.

Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Largura

Largura em unidades da grade

Altura

Altura em unidades da grade

Tamanho da fonte

Definição do tamanho de fonte a ser usado nesse texto.

Texto interno

Colocar texto interno ao retângulo.

Texto embaixo

Colocar texto embaixo do retângulo.

Texto à direita

Colocar texto à direita do retângulo.

Aderência à grade

Se selecionado, o componente se alinhará à grade.



Fonte

## 14.3. Fonte

Não possui qualquer função. Garante que a alimentação (VDD) e o terra (GND) estarão conectados. Poderá ser usada em circuitos 74xx para ligar os pinos de alimentação, e assim testar se corretamente conectados.

Entradas

VDD

Deverá ser conectada à fonte de alimentação (VDD)!

GND

Deverá ser conectado ao terra (GND)!

Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



#### 14.4. Distribuidor bidirecional

Poderá ser usado para barramento de dados e simplificará especialmente a construção de módulos de memória em um pacote DIL, assim com a implementação desse tipo de barramento.

##### Entradas

###### OE

Quando definido, o valor no terminal de dados comum D será a saída para os bits D[i], se não, os bits D[i] terão como saída o valor D comum.

##### Saídas

###### D

A conexão de dados comum.

###### D0

O primeiro bit de dado 0 do barramento do distribuidor.

##### Atributos

###### Bits de dados

Número de bits de dados usados.

###### Rotação

Orientação do elemento no circuito.

###### Propagação

Configuração de como irão se propagar as entradas e saídas no circuito.



#### 14.5. Reiniciar

A saída desse componente será mantida em nível alto durante a inicialização do circuito. Após o circuito se estabilizar, a saída irá para o nível baixo. Se a saída for invertida, irá se comportar de forma oposta.

##### Saídas

###### Reset

Saída de reinicialização.

##### Atributos

###### Rótulo

Nome do elemento.

###### Saída invertida

Se definido, inverterá a saída.

###### Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 14.6. Pausa

Se esse componente for usado em um circuito, o botão "Run To Break" entre "Start" e "Stop" estará habilitado. Esse botão irá o clock para o circuito até uma borda de subida na entrada do componente ser detectada. Esse elemento poderá ser usado para depuração ao prover o clock ao circuito em qualquer ponto de parada (breakpoint). Poderá ser usado também para implementar uma instrução BRK em linguagem de montagem (assembly). Será possível simular um processador e interromper sua execução quando a instrução BRK for alcançada. O clock de avanço rápido somente poderá ser usado se o clock de tempo real estiver desabilitado.

### Entradas

brk

Irá suspender uma simulação rapidamente se uma borda de subida for detectada.

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Habilitado

Habilitar ou desabilitar o componente.

Ciclos de temporização

Se a quantidade de ciclos for alcançada sem um sinal de interrupção, uma situação de erro se estabelecerá.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.



## 14.7. Parar

Uma borda de subida na entrada irá parar a simulação. Terá o mesmo efeito que pressionar o botão Parar na barra de ferramentas.

### Entradas

stop

Um borda de subida irá parar a simulação.

### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Entradas invertidas

É possível selecionar entradas cujos valores serão invertidos.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

## Async

### 14.8. Temporização assíncrona

Será permitido a temporização de um circuito sequencial assíncrono, tal como um pipeline de Muller. O circuito deverá ser iniciado em modo de passo único e deverá alcançar um estado estável logo ao iniciar-se. O circuito poderá ser então iniciado interativamente ou mediante uma porta de reinicialização. Não é permitido usar um componente de clock comum nesse modo.

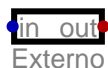
#### Atributos

Iniciar o clock de tempo real

Se habilitado o clock da execução será iniciado juntamente com a ligação do circuito

Frequência/Hz

Frequência em tempo real a ser usada no clock de tempo real



### 14.9. Externo

Componente que executará um processo externo para calcular uma função lógica. Será usado para especificar o comportamento de um componente mediante VHDL ou Verilog. A simulação real do comportamento deverá ser provida por meio de um simulador externo. Até o momento apenas os simuladores ghdl (VHDL) e Icarus Verilog têm suporte.

#### Entradas

in

#### Saídas

out

#### Atributos

Rótulo

Nome do elemento.

Largura

Largura do símbolo a ser usada se o circuito for componente de outro.

Entradas

Entradas do processo externo. Lista de nomes de sinais separados por vírgulas.

Após cada nome de sinal, separado por dois-pontos, um número de bits pode ser especificado. As entradas de 8 bits de um somador poderão ser descritas como "a:8,b:8,c\_in".

Saídas

As saídas do processo externo. Lista de nomes de sinais separados por vírgulas.

Após cada nome de sinal, separado por dois-pontos, um número de bits pode ser especificado. As saídas de 8 bits de um somador poderão ser descritas como "a:8,b:8,c\_in". "s:8,c\_out".

Código de programa

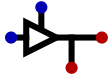
Definição do código de programa a ser executado na aplicação externa.

Aplicação

Definição de qual aplicação usar.

Opções GHDL

Opções que serão usadas para todos os passos de processamento pelo GHDL.



## 14.10. Controle do pino

Lógica de controle para um pino bidirecional. Esse componente será necessário apenas no contexto para a geração de código VHDL ou Verilog, a fim de se criar uma porta bidirecional em HDL. Se não desejar usar uma porta de entrada e saída bidirecional em FPGA, não o use! O componente não poderá ser usado em circuito incorporado. Apenas será permitido no circuito de nível mais alto!

Entradas

wr

O dado a ser emitido.

oe

Ativar a saída.

Saídas

rd

Os dados a serem lidos.

pin

O conector para o pino corrente. Apenas um sinal de saída deverá estar conectado aqui.

Atributos

Bits de dados

Número de bits de dados usados.

Rotação

Orientação do elemento no circuito.

Espelhamento

Espelhar o componente em um circuito.

## E Biblioteca

- 27c801:** 8 Mbit (1Mb x 8) UV EPROM
- 28c010:** 1-Megabit (128K x 8) Paged Parallel EEPROM; DATA Polling for End of Write Detection not implemented!
- 28c16:** 16K (2K x 8) Parallel EEPROM; DATA Polling for End of Write Detection not implemented!
- 28c64:** 64K (8K x 8) Parallel EEPROM; DATA Polling for End of Write Detection not implemented!
- 28c256:** 256K (32K x 8) Paged Parallel EEPROM; DATA Polling for End of Write Detection not implemented!
- 28c512:** 512K-Bit (64K x 8) CMOS Parallel EEPROM; DATA Polling for End of Write Detection not implemented!
- 7400:** quad 2-input NAND gate
- 7401:** quad 2-input NAND gate with open-collector outputs
- 7402:** quad 2-input NOR gate
- 7403:** quad 2-input NAND gate with open-collector outputs, different pinout than 7401
- 7404:** hex inverter
- 7405:** hex inverter, open-collector output
- 7406:** hex inverter buffer, open-collector output
- 7407:** hex buffer, open-collector output
- 7408:** quad 2-input AND gate
- 7409:** quad 2-input AND gate with open-collector outputs
- 7410:** triple 3-input NAND gate
- 7411:** triple 3-input AND gate
- 7412:** triple 3-input NAND gate with open-collector outputs
- 7413:** dual 4-input NAND gate, Schmitt trigger
- 7414:** hex inverter, Schmitt trigger
- 7415:** triple 3-input AND gate with open-collector outputs
- 7416:** hex inverter buffer, open-collector output, same as 7406
- 7417:** hex buffer, open-collector output, same as 7407
- 7420:** dual 4-input NAND gate
- 7421:** dual 4-input AND gate
- 7425:** dual 4-input NOR gate
- 7427:** triple 3-input NOR gate
- 7428:** quad 2-input NOR buffer
- 7430:** 8-input NAND gate
- 7432:** quad 2-input OR gate
- 7440:** dual 4-input NAND buffer
- 7442:** 4-line BCD to 10-line decimal decoder
- 7447:** BCD to 7-segment decoder, active low
- 7448:** BCD to 7-segment decoder, active high
- 7451:** 2-input/3-input AND-NOR gate
- 7454:** 2-3-2-3-line AND NOR gate
- 7455:** 2 wide 4-input AND-NOR gate
- 7458:** dual AND OR gate
- 7474:** dual D-flip-flop
- 7476:** dual J-K flip-flops with preset and clear
- 7480:** Gated Full Adder with Complementary Inputs and Complementary Sum Outputs
- 7482:** 2-bit binary full adder

**7483:** 4-bit binary full adder  
**7483Real:** 4-bit binary full adder, real gates  
**7485:** 4-bit comparator  
**7486:** quad 2-input XOR gate  
**7489:** 64-bit RAM  
**74107:** dual J-K flip-flops with clear  
**74109:** Dual J-NOT-K flip-flop with set and reset; positive-edge-trigger  
**74112:** Dual J-K negative-edge-triggered flip-flop, clear and preset  
**74116:** dual 4-bit D-type latches  
**74133:** 13-input NAND gate  
**74138:** 3-line to 8-line decoder/demultiplexer, inverted out  
**74139:** dual 2-line to 4-line decoder/demultiplexer  
**74147:** 10-line to 4-line priority encoder  
**74148:** 8-line to 3-Line priority encoder  
**74150:** 4-line to 16-line data selectors/multiplexers  
**74151:** 3-line to 8-line data selectors/multiplexers  
**74153:** dual 4-line to 1-line data selectors/multiplexers  
**74154:** 4-line to 16-line decoders/demultiplexers  
**74157:** quad 2-line to 1-line data selectors/multiplexers  
**74160:** decimal synchronous counter, async clear  
**74161:** hex synchronous counter, async clear  
**74162:** decimal synchronous counter  
**74162Real:** decimal synchronous counter, real gates  
**74163:** hex synchronous counter  
**74164:** 8-bit parallel-out serial shift register, asynchronous clear  
**74165:** parallel-load 8-bit shift register  
**74166:** 8-Bit Parallel-In/Serial-Out Shift Register  
**74173:** quad 3-state D flip-flop with common clock and reset  
**74174:** hex D-flip-flop  
**74181:** 4-bit arithmetic logic unit  
**74182:** look-ahead carry generator  
**74189:** 64-Bit Random Access Memory with 3-STATE Outputs  
**74191:** Presettable synchronous 4-bit binary up/down counter  
**74193:** Synchronous 4-Bit Up/Down Binary Counter with Dual Clock  
**74198:** 8-bit shift register  
**74238:** 3-line to 8-line decoder/demultiplexer  
**74244:** octal 3-state buffer/line driver/line receiver  
**74245:** octal bus transceivers with 3-state outputs  
**74247:** BCD to 7-segment decoder, active low, tails on 6 and 9  
**74248:** BCD to 7-segment decoder, active high, tails on 6 and 9  
**74253:** dual tri state 4-line to 1-line data selectors/multiplexers  
**74260:** dual 5-input NOR gate  
**74266:** quad 2-input XNOR gate  
**74273:** octal D-type flip-flop with clear  
**74280:** 9 bit Odd-Even Parity Generator-Checker  
**74283:** 4-bit binary full adder, alternative pinning  
**74373:** octal transparent latches  
**74374:** octal positive-edge-triggered flip-flops  
**74377:** Octal D Flip-Flop with enable  
**74382:** 4-Bit Arithmetic Logic Unit



**74540:** octal buffer/line driver, inverted  
**74541:** octal buffer/line driver  
**74573:** octal transparent latches, different pinout compared to 74373  
**74574:** octal positive-edge-triggered flip-flops, different pinout compared to 74374  
**74590:** 8-bit binary counter with tri-state output registers  
**74595:** 8-Bit Shift Registers with 3-State Output Registers  
**74670:** 3-state 4-by-4 Register File  
**74682:** 8-bit digital comparator  
**74688:** 8-bit identity comparator  
**74779:** 8-Bit Bidirectional Binary Counter with 3-STATE Outputs  
**74804:** hex 2-input NAND gate <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn74as804b.pdf>  
**74805:** hex 2-input NOR gate <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn54as805b.pdf>  
**74808:** hex 2-input AND gate <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn54as808b.pdf>  
**74832:** hex 2-input OR gate <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/sn54as832b.pdf>  
**744017:** Johnson decade counter with 10 decoded outputs  
**744075:** triple 3-input OR gate  
**A623308A:** 8K X 8 BIT CMOS SRAM  
**RAM32Bit:** A 32-bit memory that allows byte access and can handle non-aligned memory addresses.