

Oscilador Com Circuito Integrado CD4093B e o Diodo 1n4148 no LTspice

Beleza pessoal! Vamos continuar nossa série aprendendo eletrônica com o LTspice. Nesse post vamos trabalhar numa aplicação usando diodo de sinal e uma porta NAND Schmitt Trigger.

Pesquise no Google com as palavras chaves 'Datasheet do CD4093B'. Como resultado da pesquisa obtive o link '<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cd4093b.pdf>' e baixei o Datasheet da Texas Instruments.

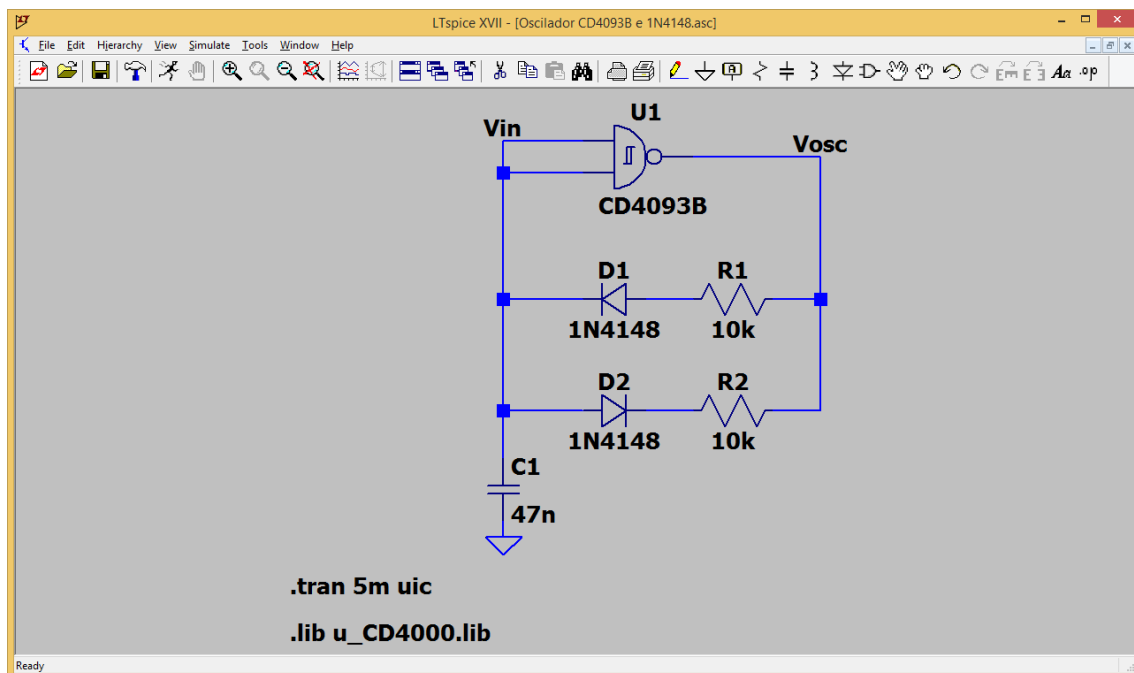
Sobre as Bibliotecas dos Componentes Dessa Aplicação

O diodo 1n4148 já faz parte da biblioteca padrão do LTspice, mas, o circuito integrado CD4093B não faz parte. Disponibilizarei os dois arquivos essenciais para inserirmos no LTspice.

O arquivo CD4093B.asy, que é o componente, você copia e cola na biblioteca padrão, pasta [sym], conforme já explicado em post anterior. O arquivo u_CD4000.lib, que são os subcircuitos, você copia e cola na biblioteca padrão, pasta [sub], também explicado em post anterior.

O Esquemático

Monte o circuito a seguir. Se necessário consulte o artigo anterior para entender o básico de como montar circuitos no LTspice.



Não repetirei os recursos já vistos do LTspice, portanto, se não entender algum passo você precisa acompanhar a série de artigos que já foram disponibilizados. Estamos montando uma sequência de aprendizado e não é viável, pelo menos para quem está passando um conteúdo, ficar repetindo a cada post.

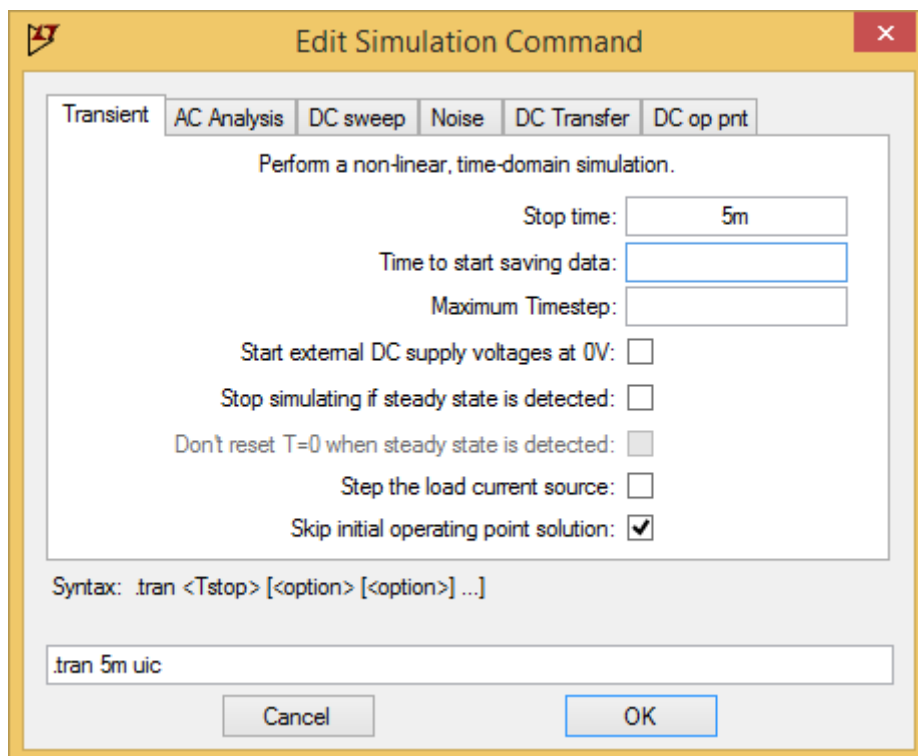
Para montar esse esquemático foi disponibilizado dois arquivos referentes ao CI CD4093B, portanto, se você os salvou nos locais corretos, o componente você encontrará ao navegar na opção [Component] na barra de ferramentas do LTspice, e o outro será referenciado no circuito.

Observe que as Diretivas Spice ‘.trans 5m uic’ e ‘.lib u_CD4000’ devem ser incluídas no esquemático.

Configuração da Análise de Transiente

Na barra de menu, selecione [Simulate], e clique na opção [Edit Simulation Cmd]. Nesse caso a diferença é somente selecionar a opção ‘Skip initial operation point solution’ e com tempo máximo de simulação igual a 5 milissegundos.

Se não selecionar ‘Skip initial operation point solution’ o LTspice demora para liberar a janela de forma de onda. Fica processando por um longo tempo, então, essa configuração dará mais velocidade na resposta do simulador.



Sobre Portas Schmitt Trigger

Normalmente em digital trabalhamos com 5 Volts para representar nível ALTO (HIGH) e zero Volts para representar nível BAIXO (LOW). Acontece que os circuitos integrados podem interpretar um nível FLUTUANTE como ALTO ou BAIXO, ocasionando um comportamento não desejado da lógica em questão.

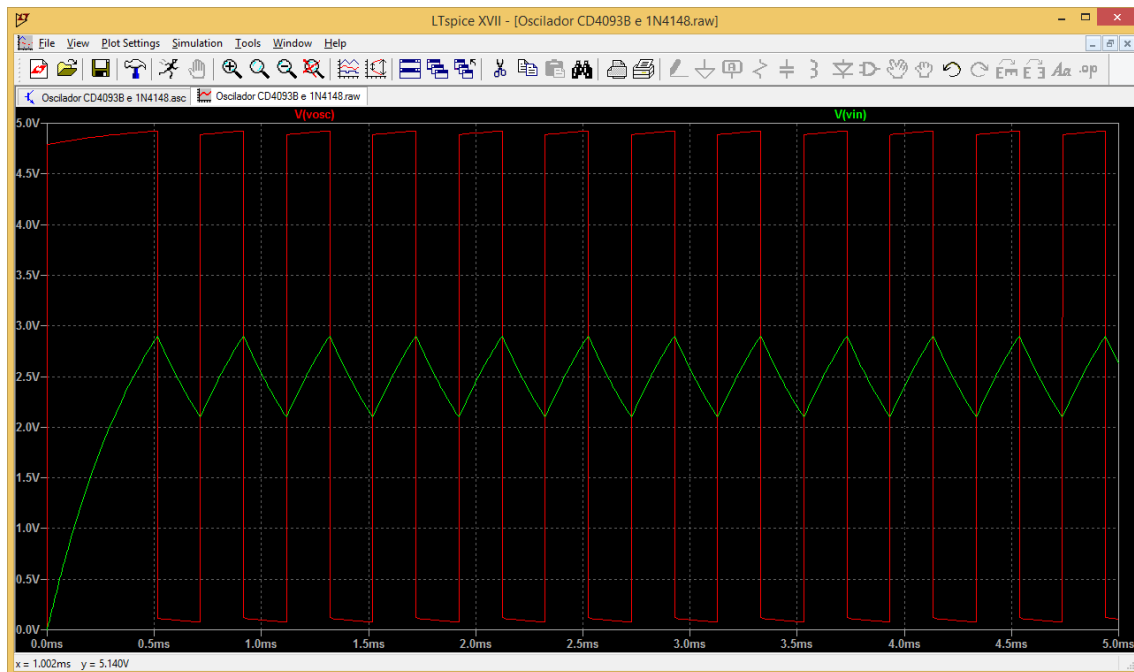
Portanto, alguns circuitos integrados utilizam o conceito Schmitt Trigger, que é diferenciado dos demais. Observe que há um símbolo, parecido com uma histerese, que representa as portas Schmitt Trigger. Essa histerese não é apenas uma coincidência na escolha do símbolo, mas, seu comportamento interno é de uma histerese de tensão.

Você pode analisar com maior detalhe no Datasheet, mas, quero deixar claro que não há um ponto exato, um nível de tensão FLUTUANTE que determina ser um nível ALTO ou BAIXO, caso contrário, isso criaria um ponto de instabilidade, portanto, há uma determinada tensão que passa a ser nível ALTO e no retorno, na queda dessa tensão, o ponto que determina ser um nível BAIXO, será abaixo do ponto que determinou nível ALTO.

Resumindo o nível de tensão que causa um Trigger (disparo) para nível ALTO, não é o mesmo nível de tensão que causa um Trigger para nível BAIXO, e vice e versa. Uma histerese de tensão é respeitada. Com esse conceito vamos criar um oscilador utilizando apenas uma porta NAND Schmitt Trigger, diodos, resistores e um capacitor.

Vamos Simular, Obter as Formas de Onda

O traço verde representa a tensão na entrada da porta Schmitt Trigger e o traço vermelho a saída da porta, que é nosso Oscilador.



A frequência de oscilação é determinada pelo valor da capacitância e das resistências do circuito. Nesse exemplo, o circuito oscila próximo de 2 kHz, porque a constante de tempo (será o valor da capacitância multiplicado pelo resistor, então, $Frequencia = 1/T$ e $T = (47 \text{ nF} * 10 \text{ k}\Omega)$), portanto, uma frequência de ~2,1 kHz.

Funcionamento Desse Oscilador

Inicialmente quando ligamos o circuito, o capacitor está descarregado, portanto, temos nível BAIXO nas portas de entrada do CI. Como essa porta NAND esta com as duas entradas em curto circuito, a lógica será de uma porta inversora, então, nível BAIXO na ENTRADA teremos nível ALTO na saída.

Nível ALTO na saída o capacitor começa a se carregar através da condução de D_1 com corrente limitada pela resistência R_1 . Quando a tensão de carga no capacitor atingi o nível de Trigger HIGH, a porta Schmitt Trigger entende como nível ALTO na entrada, portanto, a saída do CI vai para nível BAIXO.

Nível BAIXO na saída e capacitor carregado com certo nível de tensão, inicia sua descarga através da condução de D_2 com corrente limitada pela resistência R_2 . Quando a tensão de descarga no capacitor atingi o nível de Trigger LOW, a porta Schmitt Trigger entende como nível BAIXO na entrada, portanto, a saída do CI vai para nível ALTO, sendo assim, inicia novamente esse ciclo de carga e descarga do capacitor.

Observe que devido os resistores terem valores igual, o Duty Cycle ficou em 50%, mas, podemos facilmente mudar alterando as relações de resistências dos resistores.

Valores da Histerese de Tensão da Porta Schmitt Trigger

Observe a forma de onda de entrada. Quando a tensão atinge ~2,8 Volts a saída muda para nível BAIXO, porque interpretou nível ALTO na entrada (Trigger High).

Na descarga do capacitor observe a forma de onda de entrada. Quando a tensão atinge ~2,1 Volts a saída muda para ALTO, porque interpretou nível BAIXO na entrada (Trigger LOW).

Esses são os pontos de disparo (Trigger) ALTO E BAIXO. Podemos concluir que realmente uma histerese de tensão é respeitada e esses pontos são bem definidos, visto que a cada ciclo de oscilação os pontos são de transições os mesmos.

Bem, Espero Que Você Tenha Entendido

Estamos reforçando conceitos e ao mesmo tempo brincando com o LTspice.

Gostou? Se sim, compartilhe e de seu feedback! Caso tenha dúvidas comente aqui embaixo.

Ismael Lopes