

Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação

**SEL 0412–Tecnologia Digital
Profa. Luiza Maria Romeiro Codá**

“Cronômetro”

1. Objetivos:

- Utilização do programa QUARTUSII da empresa ALTERA no projeto, simulação e teste de circuitos seqüenciais em dispositivos “HCPLDs”

2. Material utilizado:

- Dispositivo Programável de Alta Complexidade HCPLD do tipo FPGA Cyclone IV da Altera
- Módulo de desenvolvimento Mercúrio IV – Macnica DWH
- Multímetro
- Osciloscópio

3. Procedimento Experimental:

Utilizando o dispositivo FPGA EP4CE30F23C7 da família Cyclone IV-E da placa mercúrio IV da macnica, projete, simule e teste os seguintes circuitos. (Observação: utilizar o nome dos pinos como descrito em cada item para utilizar o arquivo de pinagem documentado pelo fabricante da placa.

3.1 Divisor de frequência:

Projetar e programar um circuito que transforme a frequência de relógio da placa (pino clock_50MHz) mercúrio IV para uma frequência de 10 Hz (frequência da placa mercúrio é 50MHz), como mostra a Figura 1. Verifique a saída (10Hz) no LED RGB.

$$\frac{f_{clk}}{módulo} = 10Hz, \text{ se } f_{clk} = 50MHz \Rightarrow \text{Módulo} = 5\,000\,000$$

Criar um contador módulo 5 000 000 que representado em binário é apresenta (100 1100 0100 1011 0100 0000)b , o qual apresenta 23 bits, ou seja, o contador a ser implementado deve ter 23 Flip Flops, e a saída do último FF apresenta a frequência de 10Hz.

Implementação do divisor de frequência:

utilize o projeto lpm_counter como um contador de 23 bits e módulo 5 000 000 e nomeie as saídas como f[22..0]. A saída f[22] é um sinal de 10hz(não usar Cout). Nomeie o pino de entrada(clock) como **clock_50MHZ** e o pino de saída como **LED_B**. Ligue a saída f[22] ao pino LED_B

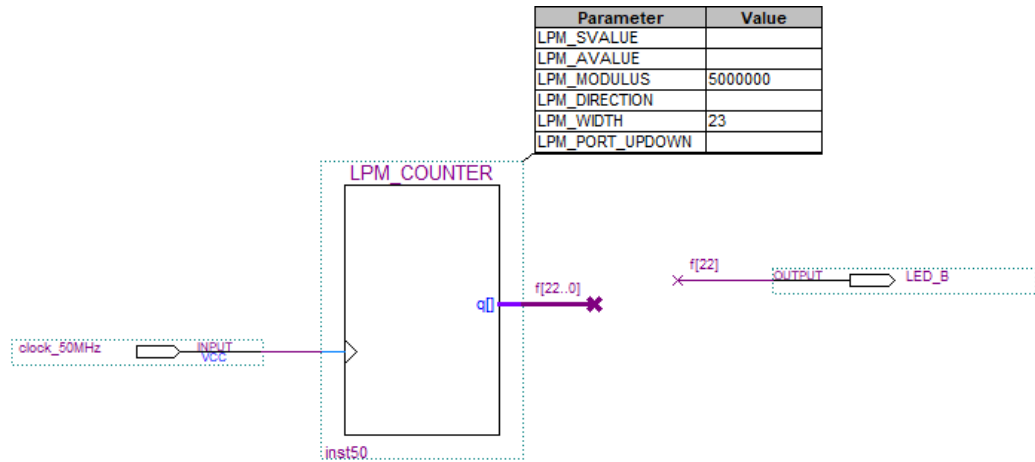


Figura 1 divisor de frequência

3.2 Circuito para Matriz de LEDs

Projete um circuito para visualize a frequência de 10Hz utilizando a matriz de LEDs (figura 2). Um LED da matriz acende quando a Coluna e a linha específica estiverem em nível '0' como mostra a Figura 3

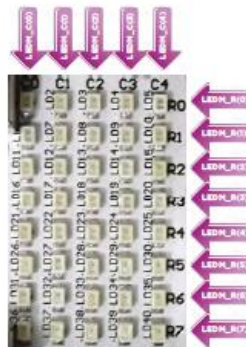


Figura 2 Matriz de LEDs

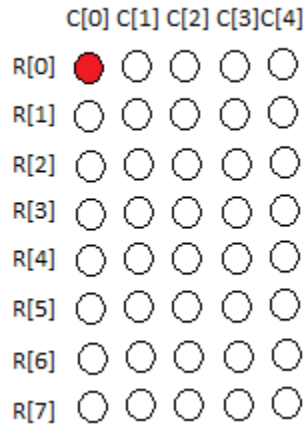


Figura 3 linha e coluna zero ligadas ao '0': LEDM_C[0] = '0' e LEDM_R[0] = '0'

Para visualizar os 10Hz cada coluna ficará acesa a cada 10Hz, acendendo primeiro a coluna zero (LEDM_C[0]) e por último a coluna 4 (LEDM_C[4]), como mostra a Figura 3.

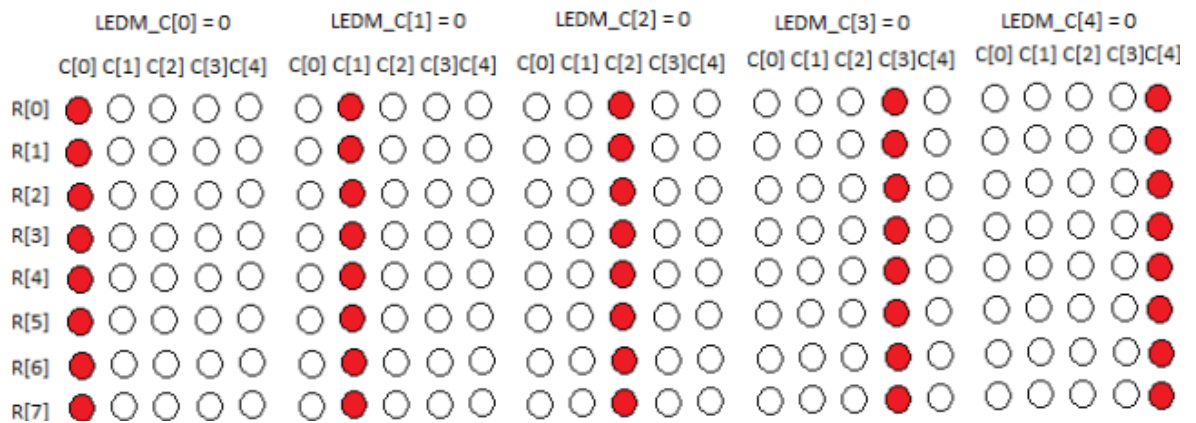


Figura 4 Visualização do funcionamento do circuito da matriz

Implementação do circuito de controle da matriz de LEDs:

crie um contador módulo 5, com a entrada de 10Hz (saída do divisor do item 3.1, f[22]) como clock e ligue um decodificador 74138 de 3 x 8, que apresenta 3 entradas e 8 saídas(Figura 5). A cada valor de entrada em binário fornecido pelo contador, a saída com índice igual ao da entrada é colocada em nível baixo, como mostra a Tabela 1.

Ligue as saídas do contador módulo 5 nas entradas A, B, e C. (A é o LSB) do decodificador. Nas saídas do 74138 de O0 a O4 devem ser ligadas pinos para as colunas da matriz (nomeadas como **LEDM_C[4..0]**) e as linhas da matriz (nomeadas como **LEDM_R[7..0]**) devem ser todas mantidas no nível baixo, como mostra a figura 6.

Tabela 1 tabela verdade do 74138

INPUTS						TRUTH TABLE							
E_1	E_2	E_3	A_0	A_1	A_2	O_0	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5	O_6	O_7
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

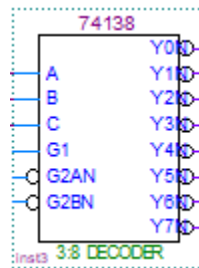


Figura 5 decodificador 74138 do software Quartus II

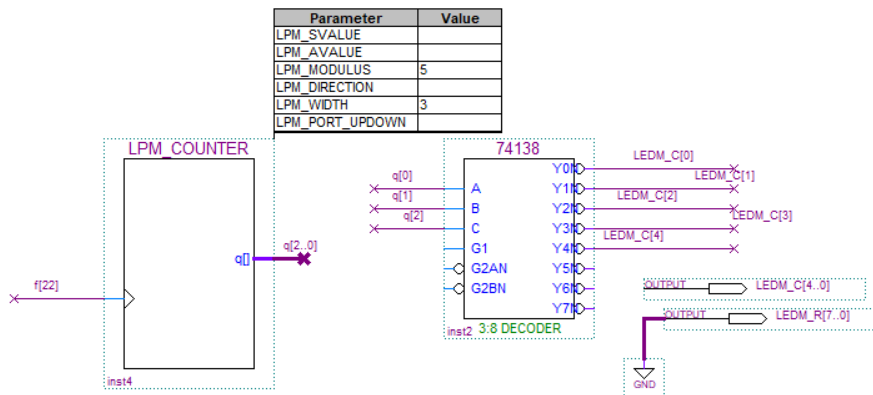
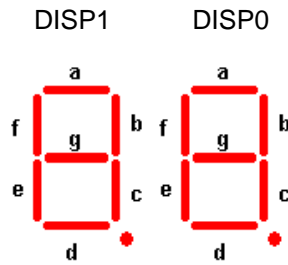


Figura 6 Circuito de visualização do 10Hz na matriz de LEDs

3.3 Circuito do cronômetro:

Projete um cronômetro que conte de 0 a 59 segundos. Apresente a contagem nos displays de 7 segmentos da placa. A unidade deve ser visualizada no display DISP0 e a dezena deve ser visualizada no display DISP1, mostrados na Figura 7. Os displays acendem com nível alto, ou seja, são displays catodo comum..



segmento	DISP0	DISP1
a	DISP0_D[0]	DISP1_D[0]
b	DISP0_D[1]	DISP1_D[1]
c	DISP0_D[2]	DISP1_D[2]
d	DISP0_D[3]	DISP1_D[3]
e	DISP0_D[4]	DISP1_D[4]
f	DISP0_D[5]	DISP1_D[5]
g	DISP0_D[6]	DISP1_D[6]
Pto. decimal	DISP0_D[7]	DISP1_D[7]

Figura 7 nomes dos displays da placa mercúrio IV

3.3.1 Obtenha uma frequência de 1 Hz:

A partir da saída mais significativa do contador ligado à matriz de LEDs (contador do item 3.2) cuja frequência é de 2Hz, divida essa frequência por 2 utilizando um Flip Flop tipo T (componente TFF) em modo Toggle, como mostra a Figura 8

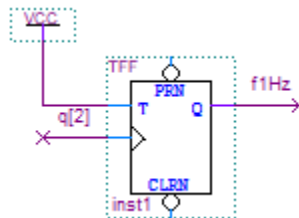


Figura 8 Circuito para obter a frequência de 1Hz

3.3.2 Implementação do circuito da unidade:

Utilize o projeto lpm_counter para fazer um contador módulo 10 e assim gerar a unidade do cronômetro, onde o clock deste contador é uma frequência de 1Hz. A saída desse contador deve ser convertida para display de 7 segmentos utilizando o CI 7448 (que é um decodificador BCD para display de 7 segmentos catodo comum). A saída do 7448 deve ser ligada aos segmentos do display 0 da placa, nomeados como **DISP0_D[6..0]** como mostra a Figura 9.

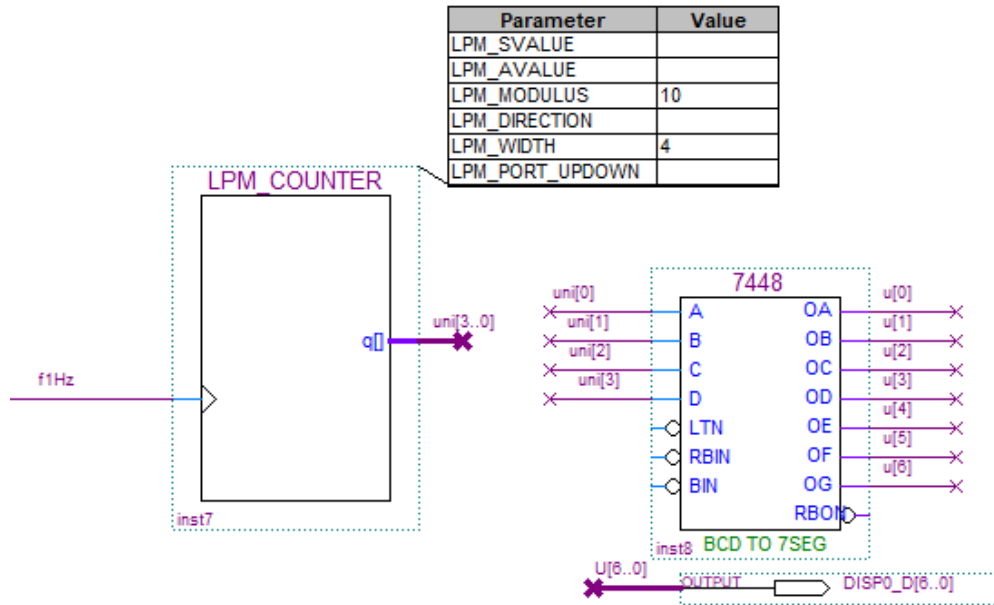
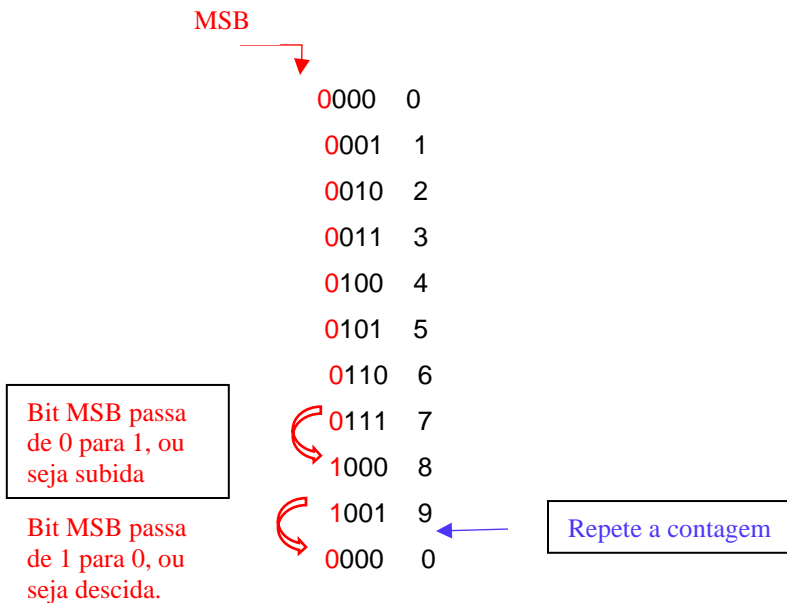


Figura 9 Circuito da Unidade do cronômetro

3.3.2 Implementação do circuito da dezena:

Utilize outro projeto lpm_counter para fazer um contador módulo 6 e assim gerar a dezena do cronômetro. O clock desse contador é a saída mais significativa invertida do contador módulo 10 (pois o lpm_counter é sensível à subida do clock e é preciso que seja sensível a descida para mudar o valor quando o bit mais significativo passa de 0 para 1.

Contagem da unidade:



A saída do contador da dezena deve ser ao decodificador 7448 e este ao display 1 da placa,, cujos pinos são nomeados como **DISP1_D[6..0]**. (Figura 10).

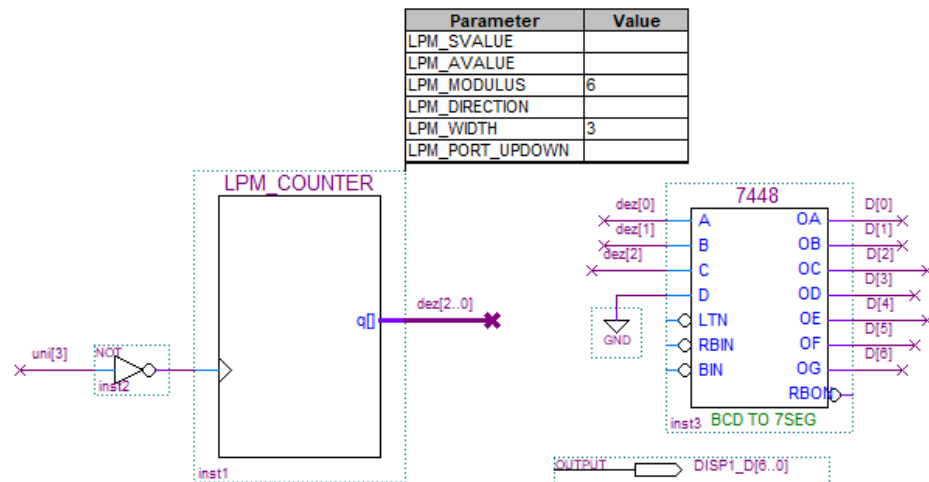


Figura 10 Circuito da Dezena do cronômetro

3.4 ZERAR a contagem: Modificar os parâmetros dos contadores módulo 10 e módulo 6 (que estão ligados ao decodificador 7448), para incluir entrada ACLEAR com objetivo de zerar a contagem. Utilizar uma chave Push Button **KEY[0]** (Figura 11). O circuito modificado é mostrado na figura 12.

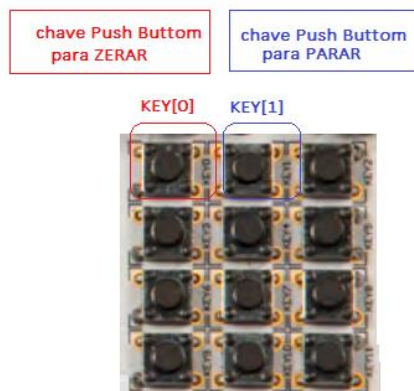


Figura 11 Chaves Push Button do mercúrio IV

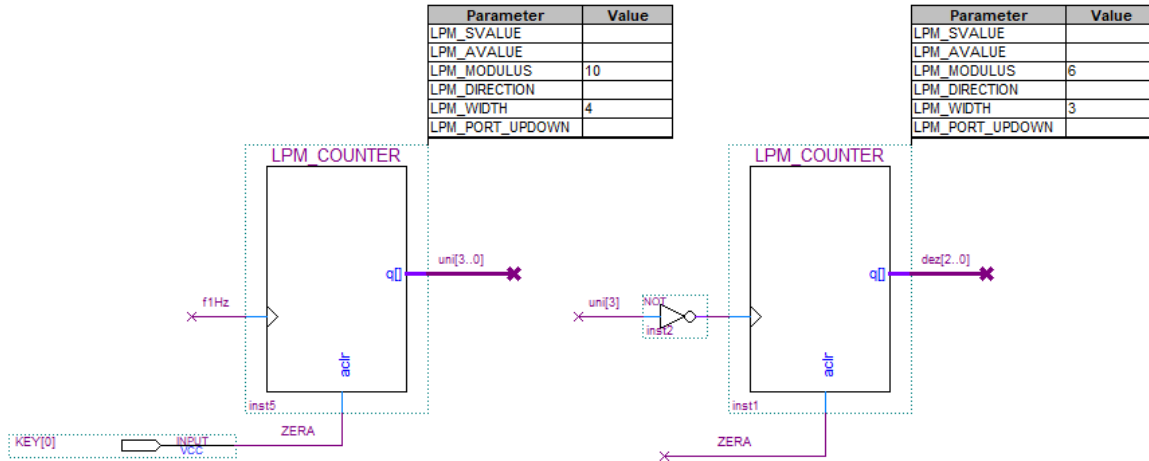


Figura 12 Inclusão do botão para zerar

3.5 Parar a contagem: Modificar os parâmetros do projeto lpm_counter do contador de módulo 5 (utilizado para acionar a matriz de LEDs) e incluir uma entrada CLK_EN para PARAR a contagem. Utilizar uma chave Push Button **KEY[1]** (Figura 11) do módulo mercúrio IV. Essa entrada clk_en deve ser conectada à saída Q de um Flip Flop tipo T no modo Toggle, cuja clock é a chave (**KEY[1]**), como mostra a Figura 13.

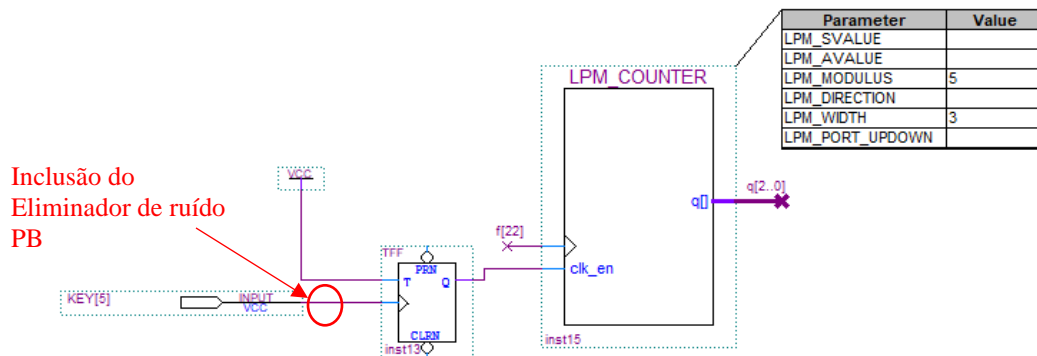


Figura 13 Inclusão do botão de PARAR contagem.

3.6 Eliminador de ruído Push Button (PB) : Caso o ruído mecânico da chave Push Button (chave de parada) cause mal funcionamento no circuito, implementar um eliminador de ruído de chave PB, cujo diagrama em blocos é mostrado na Figura 14, e ligar a chave PB à ele. O clock deve ter 100Hz, e deve ser obtido implementando um divisor de frequência a partir da frequência da placa (50MHz). Utilize o projeto LPM_COUNTER para criar a frequência

de 100Hz e os projetos DFF para implementar o Flip flop D, o projeto AND2 para a porta and. O projeto do eliminador no software é mostrado na Figura 15.

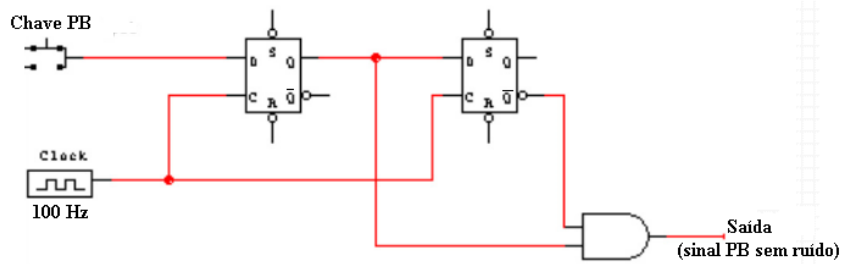


Figura 14 circuito eliminador de ruído de chave PB

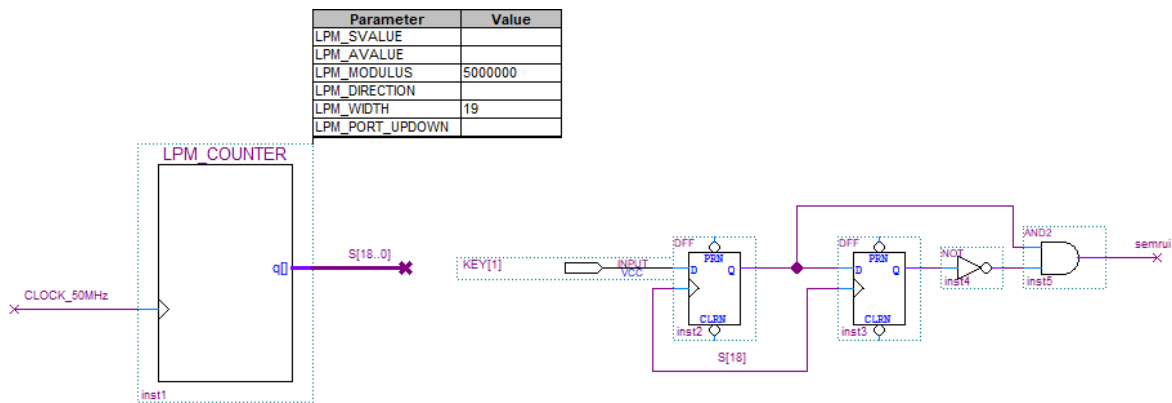


Figura 15 Implementação do eliminador de ruído PB

4. Bibliografia:

- Site da ALTERA
- Fregni, E. & Saraiva, A.M., “ Engenharia do Projeto Lógico Digital”, Ed. Edgard Blücher Ltda.
- Tocci, J. R. , “Sistemas Digitais- Princípios e Aplicações