

**Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
Instituto Superior Técnico
Universidade Técnica de Lisboa**

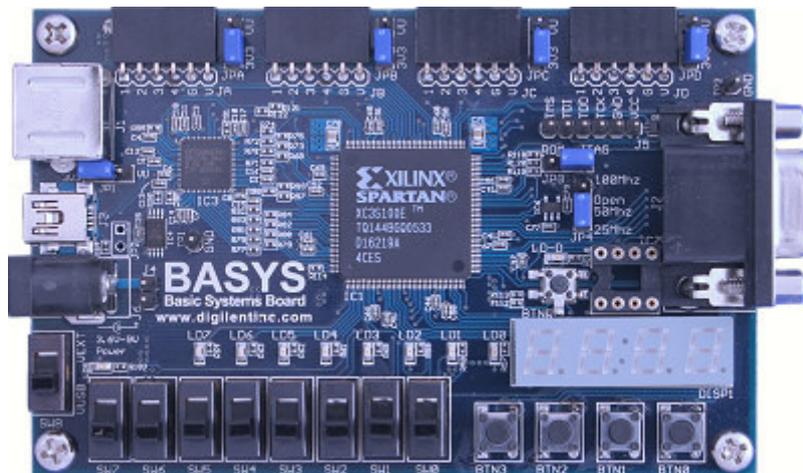
**Sistemas Digitais
Guia de Implementação de Circuitos
na Placa de Desenvolvimento**

**Horácio Neto
Novembro de 2009**

Introdução

Nos laboratórios 3, 4 e 5 vai utilizar um Dispositivo Lógico Programável para implementar os seus circuitos digitais. Um Dispositivo Lógico Programável é um circuito que permite realizar directamente um Sistema Digital num único *chip*, a partir do seu Esquema Lógico.

Nos laboratórios referidos irá utilizar a placa de desenvolvimento Basys (ou Basys2) da Digilent (<http://www.digilentinc.com/Products/Detail.cfm?NavPath=2,400,791&Prod=BASYS> ou <http://www.lextronic.fr/P4848-platine-devaluation-basys.html>).



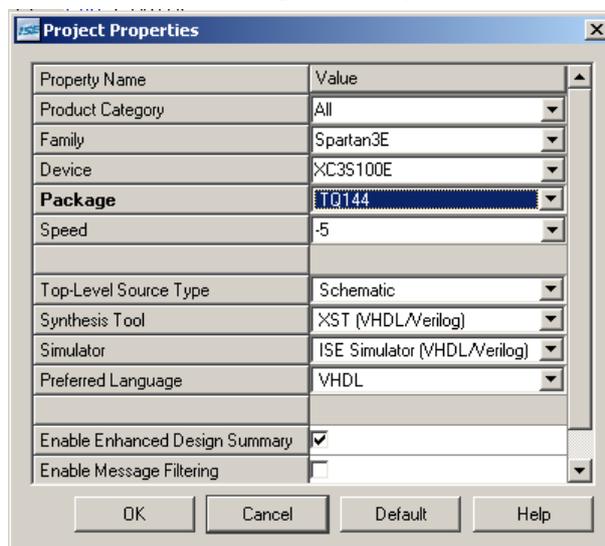
Placa de Desenvolvimento Basys.

Esta placa, tal como outras similares, permite implementar sistemas digitais complexos num único circuito integrado e verificar o seu funcionamento utilizando as entradas e saídas disponíveis na placa.

Para implementar o seu circuito deve utilizar o esquema da figura 1, que tem já previamente definidas as entradas/saídas disponíveis e funciona, portanto, como uma placa de prototipagem virtual. Após ter completado o esquema lógico do seu projecto, a implementação do circuito é realizada de modo semi-automático seguindo os passos descritos neste guia.

1. Dispositivo utilizado na Placa

O dispositivo utilizado é uma Spartan3E XC3S100E-TQ144 (se usar a placa Basys) ou -CP132 (se usar a placa Basys2). Quando abrir um novo projecto escolha correctamente esse dispositivo. Pode alterá-lo, em qualquer altura, nas Propriedades do Projecto:



2. Esquema com Interfaces Entrada/Saída adaptadas à placa.

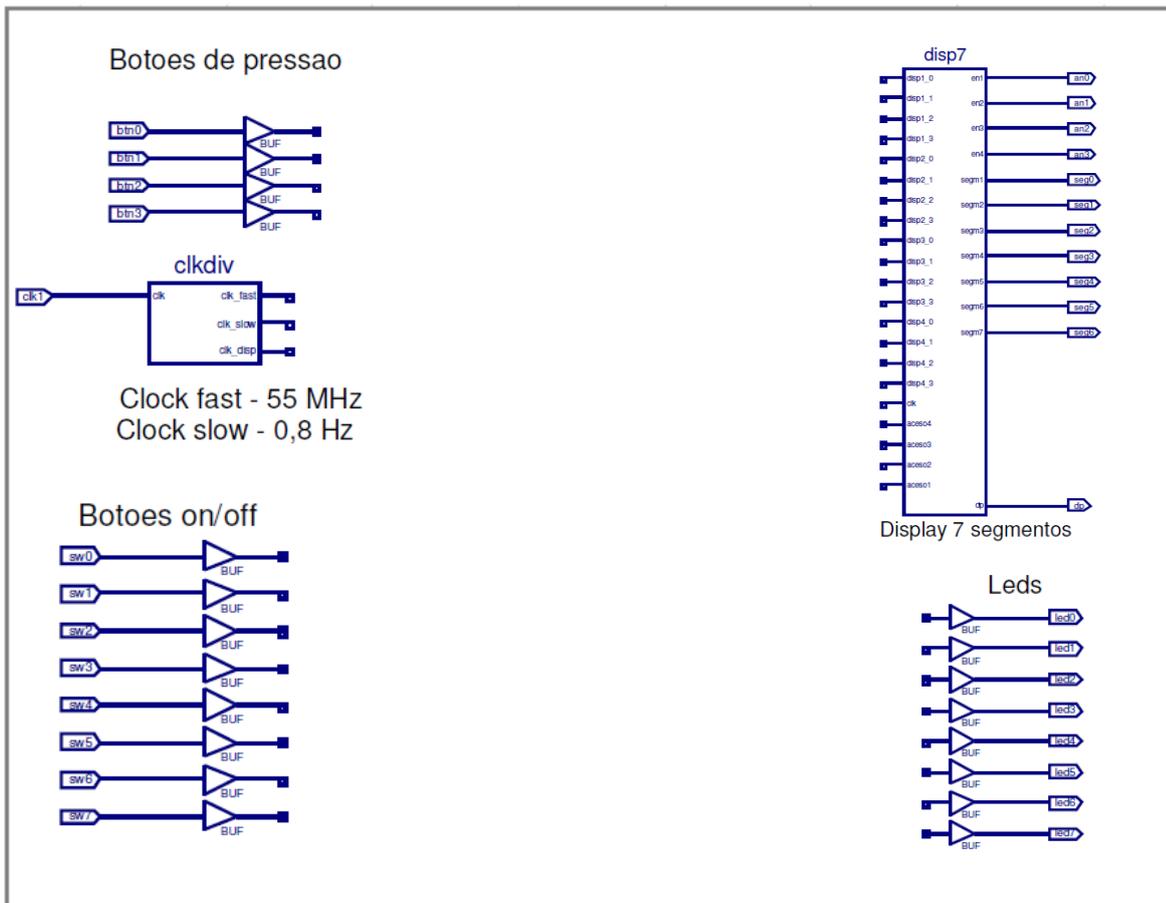


Figura 1

O esquema acima, contido no ficheiro `sd.sch` disponível na página da cadeira, inclui as interfaces entrada/saída aos interruptores e *displays* utilizados na placa. Este esquema funciona, de facto, como uma “placa virtual”. Deverá portanto incluir o circuito que projectou neste esquema e efectuar as ligações necessárias das entradas/saídas.

À esquerda tem as interfaces de entrada que permitem fazer as ligações aos 4 botões de pressão e aos 8 botões on/off existentes. Deve ligar directamente as entradas do seu circuito às saídas dos *buffers* destas interfaces.

Tem 3 entradas de relógio disponíveis. O sinal *clk_fast* é um relógio de frequência 55 MHz. O sinal *clk_slow* é um relógio lento de frequência 0,8 Hz, portanto apropriado para lhe permitir visualizar as mudanças de estado.

À direita tem as interfaces de saída. Estas interfaces permitem-lhe actuar directamente os 4 *displays* de 7 segmentos (é acendido o símbolo hexadecimal correspondente ao número binário de 4 bits activado nas entradas respectivas do componente *Disp7*) e os 8 *leds* simples existentes na placa. Para tal deve ligar as saídas do seu circuito aos buffers *Leds* e/ou ao componente *Disp7*. As entradas não utilizadas dos buffers *Leds* e do componente *Disp7* devem ser ligadas a GND.

Quando utilizar os *displays* de 7 segmentos deve activar os sinais correspondentes, *aceso1*, ..., ligando-os a VCC, e deve ligar o sinal *clk_disp* directamente à entrada de relógio do componente *Disp7*. Se pretender desligar um ou vários *displays* de 7 segmentos desactive-os ligando a GND os sinais de activação correspondentes.

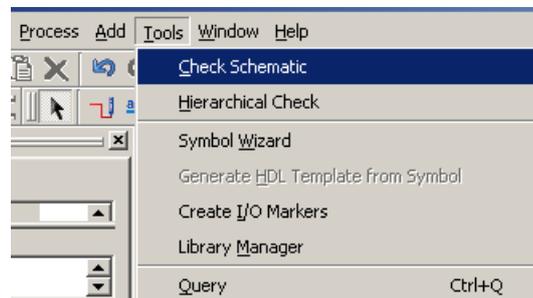
3. Ligação da placa.

Ligue o cabo USB entre o PC e a placa. Ligue a placa: o interruptor lateral deve estar na posição *ON*.

4. Geração do ficheiro de configuração do dispositivo.

Após ter finalizado o seu esquema verifique se não tem erros nas ligações através do comando

Check Schematic:

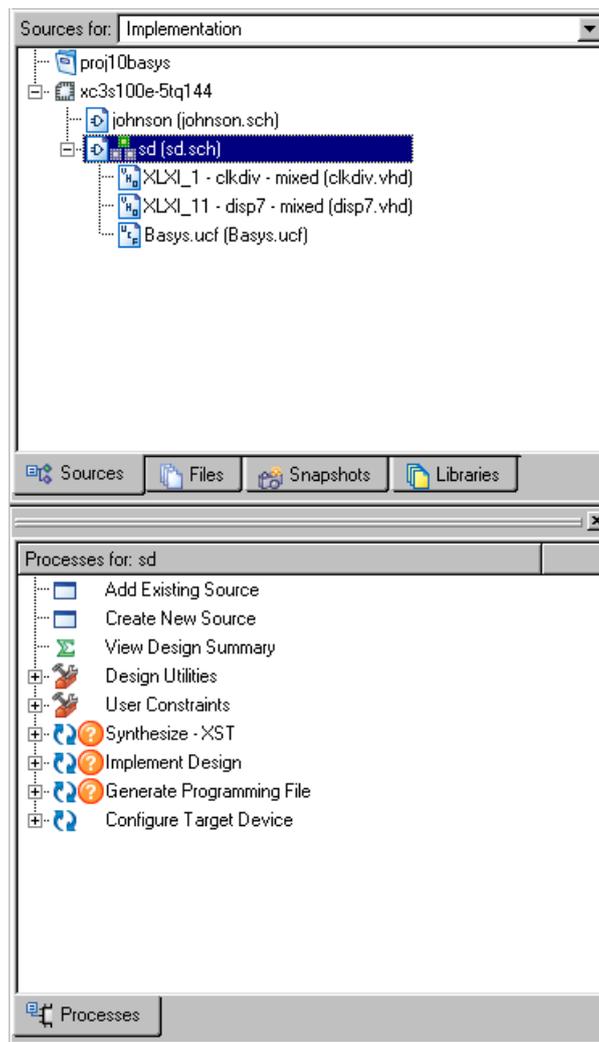


Verifique também que a hierarquia do projecto inclui os componentes *clkdiv*, *disp7* e *Basys.ucf* (ou *Basys2.ucf*) conforme indicado na figura ao lado. A inclusão destes componentes é **obrigatória** e deve ser sempre verificada (a não inclusão do ficheiro *Basys.ucf*, ou *Basys2.ucf*, pode deteriorar o dispositivo, e caso isso aconteça ser-lhe-ão pedidas responsabilidades).

Após finalizar e verificar o seu esquema, e proceder às verificações referidas, o circuito está pronto a ser carregado na placa.

Para isso, tem de proceder à geração do ficheiro de programação do dispositivo: escolha o modo *Synthesis/Implementation* na janela *Sources* e clique em *Generate Programming File* na janela *Processes*.

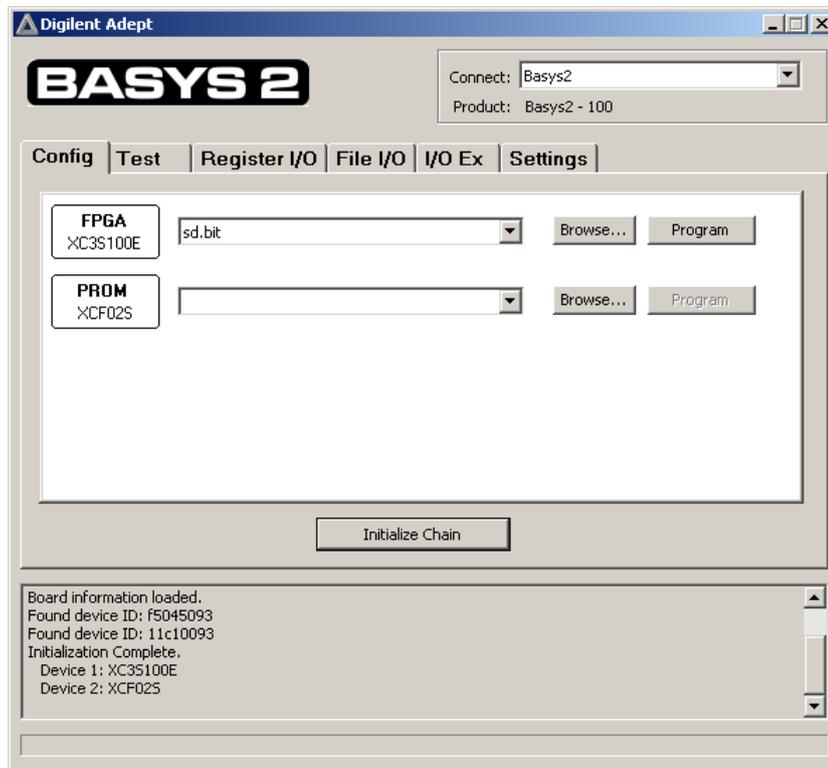
Se não existirem problemas de implementação, é gerado o ficheiro *sd.bit*, e o circuito está pronto a ser carregado na placa.



5. Configuração do dispositivo.

Para configuração do dispositivo na placa de desenvolvimento utilize o programa Adept da Digilent.

Escolha o ficheiro sd.bit criado anteriormente na janela FPGA (figura abaixo) e clique em *Program*.



O programa vai agora carregar o circuito para o dispositivo. Após este carregamento, o circuito está implementado no dispositivo. Pode verificar e demonstrar o seu funcionamento.