

Universidade Federal de Santa Catarina  
EEL5105: Circuitos e Técnicas Digitais  
Semestre: 2014/2 – Projeto

## Jogo interativo

O projeto final consiste na implementação de um circuito na placa de desenvolvimento *DE2* fazendo uso das estruturas e conhecimentos obtidos durante o curso. O circuito vai implementar a um jogo interativo. O comportamento do jogo está definido a seguir:

- O usuário escolhe um nível de dificuldade (velocidade de jogo), com os Switches  $SW_{17}$ - $SW_{16}$  <sup>1</sup>. O nível de jogo será mostrado no Display HEX6. O Display HEX7 mostra a letra L de '*Level*'.
- Uma vez selecionado o nível de jogo o usuário pulsa INIT (no botão de pressão KEY0) e começa o jogo.
- O usuário deve acertar os valores da sequência mostrada em hexadecimal no display HEX0 usando os Switches  $\{SW_3, SW_2, SW_1, SW_0\}$ .
- A contagem do número de acertos será mostrado no Display HEX4. Uma vez que terminada a sequência, com a letra F (Final), o usuário pode visualizar a pontuação no Display HEX4. O Display HEX5 mostra a letra P de '*Points*'.
- O LED verde, LEDG0, ficará ligado caso o usuário acerte todos os valores indicando que um *RECORD* foi atingido.
- O usuário pode em qualquer momento parar o jogo usando o botão de pressão KEY3 zerando a contagem de pontos, para assim re-iniciar de novo.

O esquema geral do projeto é mostrado na Figura 1 e inclui quatro blocos diferenciados:

- *Sequenciador*: Circuito sequencial encarregado de gerar a sequência de números em hexadecimal de 4 bits  $\{q_3, q_2, q_1, q_0\}$  que o usuário deve acertar.
- *Comparador*: Circuito combinatório encarregado de gerar um bit *TRUE/FALSE* que determina se o usuário adivinhou o número  $\{q_3, q_2, q_1, q_0\}$  da sequência usando os Switches  $\{SW_3, SW_2, SW_1, SW_0\}$  (*TRUE/FALSE* = '1' se o usuário acerta o valor, e *TRUE/FALSE* = '0' caso contrário).
- *Contador de pontos*: Circuito sequencial encarregado de somar os pontos obtidos pelo usuário (número de vezes que *TRUE/FALSE* = '1').
- *Seletor de nível*: Circuito sequencial encarregado de gerar sinais de relógio com diferentes valores de período. Usando os seletores  $\{SW_{16}, SW_{17}\}$  podemos escolher entre 4 relógios diferentes, quanto maior a frequência de relógio maior será a velocidade e com isto o nível de dificuldade do jogo.

---

<sup>1</sup>Caso o aluno estiver interessado em adicionar uma biblioteca de sequências ao jogo e assim adicionar mais níveis de dificuldade pode perguntar ao Professor.

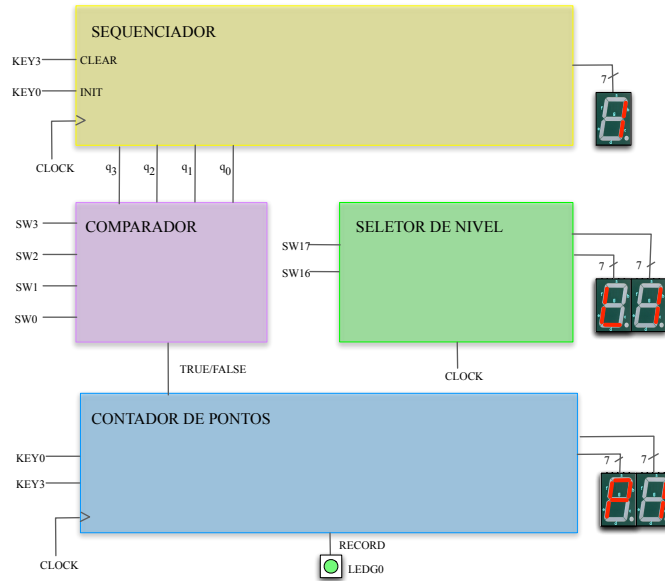


Figura 1: Diagrama de blocos do jogo interativo.

### SEQUENCIADOR

O sequenciador a ser projetado por cada um dos grupos deverá gerar uma sequência diferente. Por isso, cada dupla deverá enviar um e-mail ao seu professor de laboratório, identificando os nomes dos elementos da dupla que vão fazer o projecto, e posteriormente o professor responderá via e-mail com a sequência de 8 valores que o grupo deve obter no sequenciador. O grupo pode adicionar mais valores à sequência. No entanto, o número de valores na sequência deverá estar compreendida entre 8 e 16 incluindo o valor final da sequência que será a letra *F*. A sequência é iniciada quando a entrada INIT é ligada a partir do valor zero. Por exemplo, uma possível sequência de 10 valores será  $0 \rightarrow A \rightarrow b \rightarrow 8 \rightarrow 9 \rightarrow E \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow 7 \rightarrow F$ . Uma vez atingido o valor *F*, o circuito volta ao valor inicial 0.

Posteriormente é apresentado como fazer o circuito sequenciador. Por exemplo para a sequência  $0 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow d \rightarrow 7 \rightarrow F$  é mostrado o diagrama de estados na Figura 2, onde as transições na sequência acontecem independentemente da entrada INIT, uma vez que está foi ligada. A partir do diagrama de estados é possível fazer a tabela de estados, onde  $q_i$  é o estado atual,  $Q_i$  é o estado seguinte e  $D_i$  é a entrada do Flip-Flop, neste caso foi usada Flip-Flop tipo D (*FFD*). O aluno pode usar *FF* tipo JK, tipo D ou tipo T. Como estamos usando *FFDs* na implementação do sequenciador, o estado seguinte corresponderá directamente à entrada do *FFD*,  $Q_i = D_i$ , como se indica na tabela de estados da Figura 2. É importante ter em consideração que os *FFDs* usados devem ter uma entrada *clear* para fazer *reset* assíncrono da sequência.

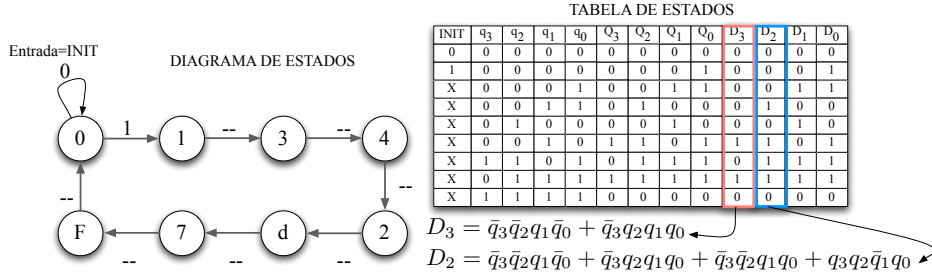


Figura 2: Diagrama de estados tabela de estados do sequenciador  $0 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow d \rightarrow 7 \rightarrow F$ .

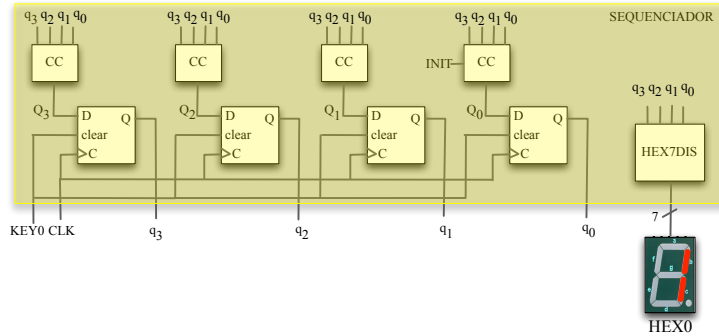


Figura 3: Diagrama de blocos do circuito sequenciador  $0 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow d \rightarrow 7 \rightarrow F$ .

Podemos obter as expressões para o estado seguinte usando a tabela de estados. Na Figura 2 é mostrado como obter o estado seguinte, ou entrada ao FFD, para  $Q_3 = D_3$  e  $Q_2 = D_2$ . As expressões para  $D_i$  serão implementadas usando lógica combinatória nas entradas do FFD, indicado como CC ou Circuito Combinatório na Figura 3. É importante sublinhar que a entrada INIT neste caso particular só estará presente na expressão do  $D_0$ , mas pode ser que não seja assim no caso que o aluno tenha que implementar. Finalmente, as saídas do sequenciador serão ligadas a um conversor binário a Display de 7 segmentos *bin7seg* a modo de visualizar a sequência em Hexadecimal como mostrado na Figura 4.

### COMPARADOR

Uma vez obtida a sequência em Hexadecimal no display HEX0, os bits  $\{q_3, q_2, q_1, q_0\}$  devem ser comparados com o valor em binário selecionado pelo usuário nos Switches  $\{SW_3, SW_2, SW_1, SW_0\}$ .

*Dica: Tenha em consideração que o circuito comparador é puramente combinatório e deve gerar um bit TRUE/FALSE que determina se o usuário adivinhou o valor, '1' lógico, ou não '0' lógico.*

### CONTADOR DE PONTOS

Uma vez obtido o bit *TRUE/FALSE*, o contador de pontos é um circuito que soma de forma síncrona o número de vezes que o usuário acerta valores na sequência. Se o usuário acerta todos os valores da sequência o *LEDG0* fica ativo até o começo de um novo jogo, indicando que um novo *RECORD* de pontos foi obtido pelo usuário. O contador de pontos deve fazer *reset* uma vez pressionado *INIT* (um novo jogo), ou usando o *reset* assíncrono *KEY3*, ou *clear*.

*Dica: Pode usar um somador de 3-bits mas tendo em consideração que deve ser síncrono com o sinal de relógio escolhido. A implementação do sinal RECORD, LEDG0, depende do número de valores da sequência. Por exemplo, se o é projetado um circuito com 8 valores na sequência, o  $C_{out}$  do somador deverá estar ligado diretamente ao LEDG0.*

### SELETOR DE NÍVEL

O seletor de nível é um circuito que determina a velocidade do jogo, o qual está determinado pelo sinal de relógio, *CLK*. A partir dos Switches  $\{SW_{17}, SW_{16}\}$  é selecionado um sinal de relógio de quatro possíveis sinais.

*Dica: Pode usar o sinal de relógio de 10Hz ( $T=0.1s$ ) existente nos projetos realizados nas aulas, e a partir daí obter relógios com períodos compreendidos entre 0.5s e 4s que determinaram a velocidade do jogo. A selecção do relógio pode ser feita usando *MUX* ou baseados em lógica tri-state e caso necessário, adicionar lógica combinatória e *FFDs* para evitar problemas de sincronização.*

#### Orientações Gerais:

- Na apresentação, todos os membros do grupo deverão estar presentes.
- O trabalho escrito deverá estar no formato [ABNT](#) e estruturado da seguinte forma: Introdução; Desenvolvimento (diagrama funcional em blocos, projetos, integração dos blocos, descrições do funcionamento, etc); Conclusão.
- A apresentação e a entrega do trabalho deverão ser feitas no horário da última aula de laboratório. Atrasos não serão tolerados, resultando em nota zero.
- A avaliação será feita levando em conta o projeto em funcionamento e o trabalho escrito, sendo ambos considerados com pesos iguais.
- Os testes do projeto no kit poderão ser feitos sempre nos horários de aula durante as semanas que antecedem o prazo final. Outros horários poderão ser eventualmente utilizados em função da disponibilidade do laboratório e do professor.
- Nesse projeto, o requisito mínimo é o desenvolvimento e a montagem do sequenciador. Assim, em caso de dificuldades com as outras etapas, priorize o projeto e montagem desse sequenciador para evitar uma nota zero. Para dar suporte ao projeto, pode usar as interfaces para chaves, botões, LEDs e Displays disponíveis no site da disciplina, além dos circuitos obtidos ao longo do semestre.