

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
UTFPR
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA

RELATÓRIO DO PROJETO FINAL

Circuitos Digitais – ELEB30

Gustavo Chemin Ribeiro - 2556480

Curitiba, 2025

1 Introdução

Para projeto final, usei uma das propostas padrão disponibilizadas no Google Classroom: placar eletrônico poliesportivo. Para esse placar implementei três modalidades esportivas, basquete, vôlei e xadrez, cada uma dessas podendo ser selecionada por meio das chaves **sw9** e **sw8**.

O placar de basquete tem funcionalidades de adicionar pontos a ambos os times (1, 2 ou 3 pontos), adicionar faltas (até 5 por quarto), pausar e despausar o cronômetro, além de resetar o tempo de posse para 24s. Esse placar é composto por três telas selecionáveis pelas chaves **sw7** e **sw6**, uma para mostrar a pontuação de ambos os times, outra pra mostrar o tempo restante no quarto e tempo restante de posse e a última para mostrar as faltas cometidas por cada equipe, além do período atual.

O placar de vôlei, por sua vez, tem funções de adicionar pontos às equipes e pedir um tempo técnico (2 por set por equipe). Para o vôlei, são duas telas, uma que mostra a pontuação de cada equipe e qual set está sendo jogado e outra que mostra a quantidade de sets ganhos por time, além da quantidade de tempos técnicos restantes no set atual.

Já para o xadrez, temos as funcionalidades de escolher que modalidade estaremos jogando, por meio das chaves **sw0** a **sw3**, totalizando 16 modalidades diferentes: 1min, 3min, 5min, 10min, 15min, 30min, 60min, 90min, cada uma dessas tendo a possibilidade de jogar com ou sem incremento de tempo por lance. Para passar a jogada é usado um *push button*. Esse placar tem apenas uma tela, que mostra o tempo restante do jogador que está na vez. As funcionalidades serão mais explicadas na próxima seção.

2 Funcionamento

Seleção de Esporte

- **SW9** e **SW8**: Selecionam o esporte.
 - 00: Basquete
 - 01: Vôlei
 - 10: Xadrez

Basquete

Telas

- **SW7** e **SW6**: Selecionam a tela.
 - 00: Tela de pontuações.



Figura 1: Exemplo de placar do basquete, equipe 1 com 50 pontos e equipe 2 com 47 pontos.

- 01: Tela de tempo no quarto e tempo de posse.

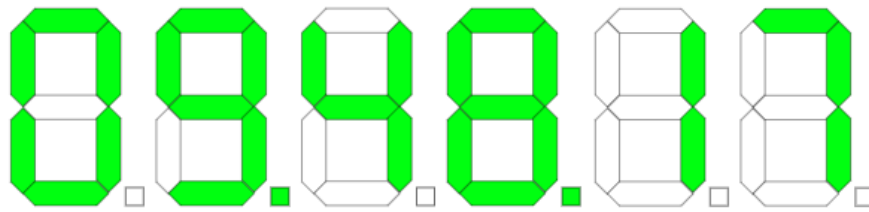


Figura 2: Exemplo de cronômetro do basquete, 9min e 48s restantes no quarto, 17s restante de posse.

- 10: Tela de faltas de cada time e período atual.

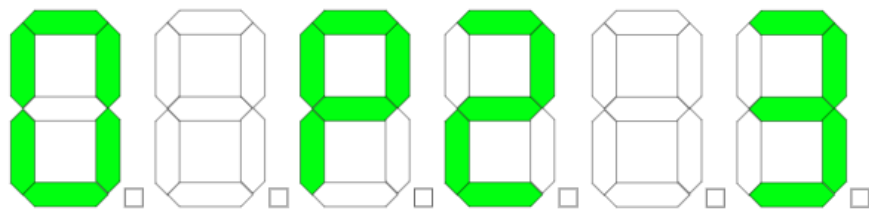


Figura 3: Exemplo de tela de faltas, equipe 1 sem faltas cometidas no quarto, equipe 2 com 3 faltas cometidas, segundo quarto de jogo.

Controles

- **SW4:** Escolhe o time para somar ponto ou falta.
- **SW3 e SW2:** Escolhem a ação.
 - 00: Soma pontos.
 - 01: Soma faltas.
 - 10: Reseta o tempo de posse.
- **SW1 e SW0:** Escolhem a quantidade de pontos (caso a ação seja somar pontuação).
 - 00: 1 ponto
 - 01: 2 pontos
 - 10: 3 pontos
- **PB0:** Executa a ação definida por SW3 e SW2.
- **PB1:** Pausa/despausa o tempo.

Outras funcionalidades

- Quando o tempo de posse acaba, o cronômetro é pausado automaticamente, resetando o tempo de posse para 24s, só será despausado quando o usuário apertar o **pb1** novamente.
- Quando um quarto termina, outro começa automaticamente, com as faltas de cada time zeradas.

Vôlei

Telas

- **SW7 e SW6:** Seleccionam a tela.
 - 00: Tela de pontos e set atual.



Figura 4: Exemplo de placar do vôlei, equipe 1 com 8 pontos, equipe 2 com 13 pontos, segundo set de jogo.

- 01: Tela de sets ganhos por time e tempos restantes no set.

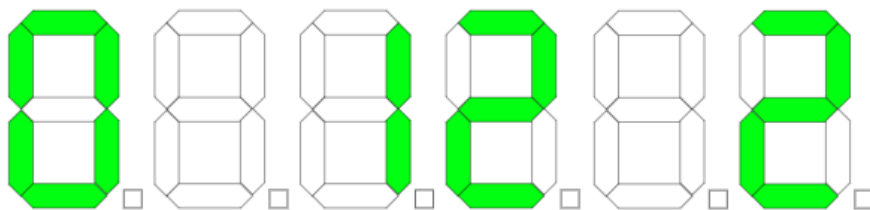


Figura 5: Exemplo de tela de sets ganhos, equipe 1 não venceu nenhum, equipe 2 venceu dois sets, equipe 1 tem um tempo técnico restante, equipe 2 ainda tem os dois.

Controles

- **SW1:** Escolhe o time para realizar a ação.
- **SW0:** Escolhe a ação.
 - 0: Adicionar ponto.
 - 1: Pedir tempo.
- **PB0:** Executa a ação definida por SW0.

Outras funcionalidades

- O placar toma os cuidados de condições para ganhar um set no vôlei: o time só ganhará se chegar a pelo menos 25 pontos com dois pontos de vantagem para o rival, exceto quando o placar de sets está 2x2, quando o set vai até 15 pontos.
- Quando uma equipe vence o jogo, o placar informa isso, apresentando “1 – – – 0” caso a equipe 1 vença ou “0 – – – 1”, caso a equipe 2 vença.

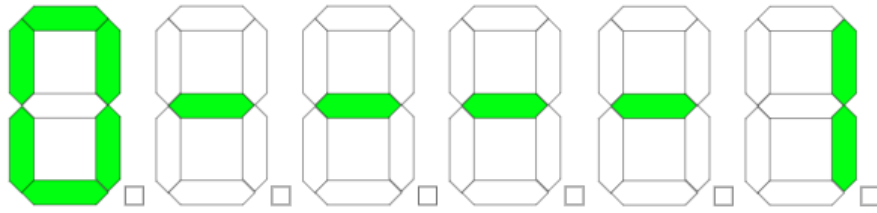


Figura 6: Exemplo de placar final, equipe 2 venceu o jogo.

Xadrez

Tela

- Há apenas a tela do cronômetro, não há uma segunda tela selecionável.

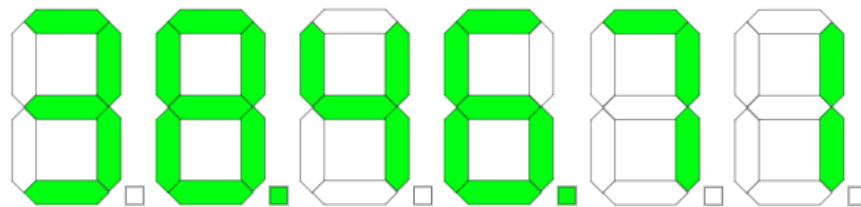


Figura 7: Exemplo de cronômetro do xadrez, tempo restante de 38min, 46s e 71 centésimos de segundo.

Controles

- **PB0**: Muda o estado entre **jogando** e **selecionando modo**.
- **PB1**: Passa a vez para o outro jogador.
- **SW3 a SW1**: Escolhem o modo de jogo.

Modos de Jogo

Modo	Minutos	Incremento
0000	1	0
0001	1	1
0010	3	0
0011	3	2
0100	5	0
0101	5	3
0110	10	0
0111	10	5
1000	15	0
1001	15	7
1010	30	0
1011	30	10
1100	60	0
1101	60	20
1110	90	0
1111	90	30

Tabela 1: Modos de jogo no xadrez

Outras funcionalidades

- O placar reconhece o vencedor da partida caso ela acabe por tempo, indicando de forma semelhante ao placar de vôlei o vencedor.

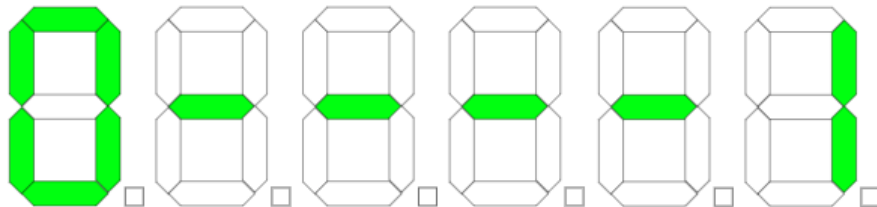


Figura 8: Exemplo de placar final do xadrez, jogador 2 venceu por tempo.

- O jogador atual pode ser conferido por meio dos leds 0 e 9, para ter a certeza de qual tempo está sendo decrementado.

3 Comentários

Entre as três modalidades feitas, o placar de basquete foi com certeza o mais complexo, principalmente por possuir diversas opções de ações.

Tratar os dois botões enquanto ainda estava tratando o clock para o cronômetro do basquete foi desafiador, pois estava tentando tratar mais de um evento assíncrono em um mesmo arquivo VHDL. A solução foi transformar o botão de pausa e despausa em um sinal contínuo usando flip-flop D, de modo que a cada vez que o botão fosse pressionado seu estado alterasse. O segundo botão, de executar ações, foi tratado em um módulo separado, responsável por armazenar as informações de pontos de cada time, bem como

suas faltas. Por fim, um último módulo foi responsável por tratar o clock de 50MHz da placa, além de selecionar quais informações seriam exibidas na tela.

O placar de vôlei, por não necessitar de um cronômetro, foi um pouco mais simples. Tomando cuidado com as condições de fim de set, o projeto se desenvolveu naturalmente. O maior desafio foi garantir a verificação automática da diferença mínima de dois pontos para finalizar o set corretamente.

Já o relógio para xadrez, por novamente usar o clock de 50MHz da placa e ambos os botões, necessitou de uma atenção especial. Mais uma vez, a solução foi transformar os sinais dos botões em estados contínuos utilizando flip-flops. Assim, um botão alternava entre os estados “jogando” (cronômetro em execução) e “configurando” (modo de jogo sendo ajustado), enquanto o outro botão alternava entre '0' e '1' para indicar qual jogador estava na vez.

No geral, o projeto exigiu um planejamento detalhado para garantir que as ações fossem realizadas apenas quando necessário e que todas as informações fossem atualizadas corretamente nas telas.

4 Conclusão

Criar um projeto com essa liberdade foi de extrema importância para a conclusão do semestre. Foi possível notar a diferença entre implementar algo previamente planejado e desenvolver um sistema do zero, tomando decisões sobre estrutura, funcionamento e usabilidade.

Durante o desenvolvimento, a necessidade de modularizar o código VHDL ficou evidente, facilitando a separação de responsabilidades e a depuração de eventuais erros. Além disso, compreender o funcionamento dos botões e clocks da FPGA foi essencial para garantir um comportamento estável do sistema.

O projeto reforçou a importância de planejar bem a arquitetura do sistema para garantir que os requisitos fossem atendidos sem comprometer a funcionalidade e a interação natural com o usuário. Ao final, foi possível implementar um placar poliesportivo funcional, capaz de atender diferentes modalidades esportivas, cada uma com suas particularidades.