

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
CAMPUS Chapecó  
CURSO DE Ciência da Computação

Ruan Pablo Vitkoski De Souza

Relatório Trabalho Final de Sistemas digitais

Professor: GEOMAR ANDRE SCHREINER

Chapecó  
2023

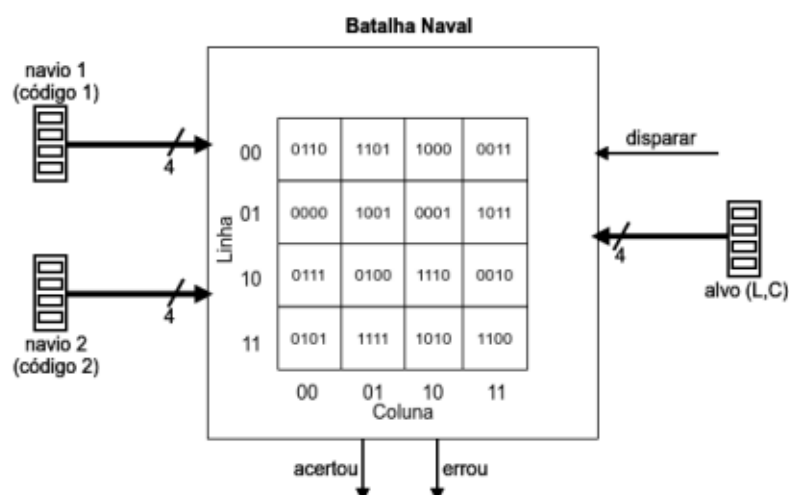
## Apresentação:

O trabalho proposto simula o jogo de batalha naval. O “mar” é formado por uma matriz de 4x4 posições e o dono deste mar territorial deve colocar 2 navios no mesmo. Destes navios um ocupa uma posição, e o outro duas posições verticais ou horizontais (dois disparos para ser afundado, caso vertical a segunda posição é abaixo da selecionada. Caso horizontal a segunda posição será a direita da selecionada). Para posicionar os navios o dono utiliza 4 chaves (SW) da FPGA onde, de forma codificada, é informada a posição dos navios no mar (cada posição da matriz possui um código associado). Note que não há chaves suficientes para adicionar todos navios ao mesmo tempo (só existem 10 chaves e precisaríamos de 11), sendo assim, cada navio pode ser posicionado utilizando um MUX, ou mesmo estados em uma máquina de estados finita.

Após posicionados os barcos, o adversário terá um conjunto de 4 chaves à sua disposição para informar a posição do alvo e uma entrada para solicitar disparo em direção aos navios. As chaves do adversário não possuem codificação associada e informam diretamente a posição (linha, coluna) onde o disparo é realizado.

Por exemplo, as chaves de posição do alvo informando “1011” indicam o disparo na linha “10”, coluna “11”. Na figura abaixo a posição da linha “1011” está codificada com o valor “0010”. Desta forma, se algum dos navios (entradas “navio\_1” ou “navio\_2”) possuir o código “0010” a saída acertou deve ir para nível lógico 1 quando a entrada “disparar” for pressionada pelo adversário. Quando o disparo errar o alvo a saída “errou” deve ir para nível lógico 1.

O adversário terá 6 chances de disparo. Se no último disparo o adversário acertar um barco ganha uma chance extra (e assim sucessivamente). Se ao fim dos disparos o adversário não tiver afundado todos os navios, o jogador vence. O número de disparos deve ser apresentado no display presente na placa (em ordem crescente ou decrescente).



De forma resumida, uma solução consiste em;

- Armazenar as posições onde os 3 navios estão ancorados;
- Transformar um código em outro (do código da posição dos navios em posição da linha e coluna onde o código se encontra);
- Comparar a posição decodificada dos navios (linha, coluna), com o valor de linha e coluna do alvo informado pelo adversário.

## Descrição da solução e Relato da estratégia aplicada

Optei por fazer um estado de SET onde o jogador poderá escolher onde colocar os navios, colocando diretamente com a codificação do mar (no caso a codificação 6), para isso utilizei os mapas de karnaugh aplicando o mar em questão para obter tanto as fórmulas para codificar linha coluna para o mar quanto o contrário.

Após setar navio 1 que ocupa o 1 de espaço com o SW(4) em posição 0, poderá escolher a posição do navio 2 com SW(4) com valor 1 que ocupa 2 casas, podendo escolher se quer colocar horizontalmente ou verticalmente com o SW(6) em valor 0 e 1 respectivamente.

Para evitar os possíveis problemas de borda utilize de uma estratégia de tratar as mesmas colocando assim a segunda casa do navio 2 para o lado contrário do padronizado(caso vertical a segunda posição é abaixo da selecionada. Caso horizontal a segunda posição será a direita da selecionada).

Para aplicar o cálculo da segunda posição aplico um decodificação para a linha/colunas, aplico o cálculo para direita ou para baixo, e depois aplico a codificação novamente para guardar a segunda casa do navio 2.

Com os navios em posições diferente e o sw(5) em valor 1 começa assim a vez do adversário podendo escolher o a linha e coluna de disparo com os mesmos switches SW(3),SW(2),SW(1),SW(0) assim como usado para setar os navios, após posicionado com o botão key(2) é possível efetuar o disparo, efetuado-o faço o processo de codificar a linha coluna para a posição do mar e validar se a navios na posição ou não.

Após 6 disparos errados e jogo se encerra mostrando o que o jogador ganhou, mas caso o adversário acerte os 3 alvos o jogador perde.

## Codificação do campo

Codificação 6: Ruan

|      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1010 | 0100 | 0111 | 1101 |
| 0010 | 1000 | 1110 | 0101 |
| 1011 | 0000 | 1111 | 0110 |
| 1001 | 0001 | 1100 | 0011 |

codificador

16 of 16 rows shown

| A | B | C | D | a | b | c | d |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

Output Expressions (double-click to edit):

a =  $\overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D + B \cdot C \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{D}$

b =  $\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot D + \overline{A} \cdot C + \overline{B} \cdot C + C \cdot \overline{D}$

c =  $\overline{A} \cdot \overline{D} + \overline{B} \cdot \overline{D} + A \cdot C \cdot D$

d =  $\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot C \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + A \cdot B \cdot \overline{C} + B \cdot C \cdot D$

Output: a

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\overline{B} \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot D + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} \cdot D + B \cdot C \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{D}$

Set As Expression

Output: b

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot D + \overline{A} \cdot C + \overline{B} \cdot C + C \cdot \overline{D}$

Set As Expression

Output: c

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\overline{A} \cdot \overline{D} + \overline{B} \cdot \overline{D} + A \cdot C \cdot D$

Set As Expression

Output: d

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C + \overline{A} \cdot C \cdot D + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} + A \cdot \overline{C} \cdot \overline{D} + A \cdot B \cdot \overline{C} + B \cdot C \cdot D$

Set As Expression

decodificador

16 of 16 rows shown

| a | b | c | d | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |

Output Expressions (double-click to edit):

A =  $\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{b} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot c \cdot d$

B =  $\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + a \cdot b \cdot \bar{d}$

C =  $\bar{a} \cdot c \cdot d + b \cdot d + b \cdot c$

D =  $\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot d + \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{d} + b \cdot \bar{c} \cdot d$

Output: A

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot \bar{c} + \bar{b} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot c \cdot \bar{d} + a \cdot b \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + a \cdot c \cdot d$

Output: B

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot c + \bar{a} \cdot \bar{c} \cdot d + a \cdot b \cdot \bar{c} + a \cdot b \cdot \bar{d}$

Output: C

Format: Sum of products

Style: Numbered

Notation: Mathematical

No group selected.

$\bar{a} \cdot c \cdot d + b \cdot d + b \cdot c$

Set As Expression

Output: D

Format: Sum of products

Style: Numbered

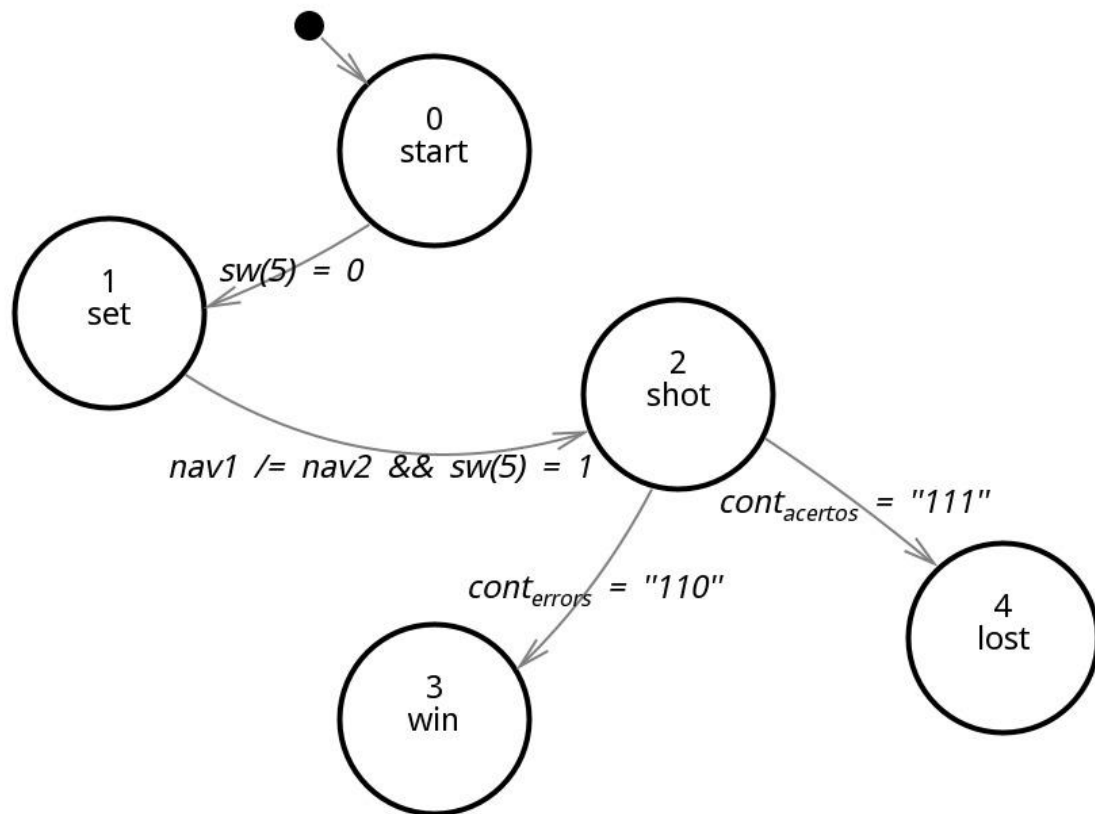
Notation: Mathematical

No group selected.

$\bar{a} \cdot \bar{b} \cdot d + \bar{a} \cdot b \cdot \bar{d} + \bar{b} \cdot \bar{c} \cdot \bar{d} + b \cdot \bar{c} \cdot d$

Set As Expression

## Diagrama de estados de uma FSM



## Conclusão

O Trabalho foi concluído com sucesso pela proposta do mesmo, comecei ele pelo diagrama FSM o que facilitou muito o entendimento para o código mas ainda só foi possível compreender perfeitamente o funcionamento do mesmo quando foi para o código, onde concluiu se o diagrama FSM. Com tudo foi um trabalho divertido de se fazer com paradigmas diferentes dos quais estava acostumado, no caso o entendimento que todo o código se transcrevia em circuitos, o uso de variáveis e dos process diferentes, e o uso de funções apenas para atribuições de valor sem atribuir poder de decisão nas mesmas.