



Sistemas lógicos I

1º Semestre 2021/2022

Máquina de estados síncrona

09/01/2022

Turno: P11

Elementos do grupo

- *David da Ponte Morgadinho Mendes - 63718*
- *Duarte Miguel Corraleira Pereira - 62446*
- *Tiago Capelo Monteiro - 63368*

Contents

Sistemas lógicos I	1
Introdução	3
Diagrama de estados	4
Tabelas de excitação	5
Tabela de Transição de Estados e entradas dos Flip-flops	6
Mapas de Karnaugh expressões simplificadas das saídas	7
D0	7
D1	8
D2	9
J0	10
K0.....	11
J1	12
K1.....	13
J2	14
K2.....	15
Circuitos.....	16
Circuito com flip flop JK	16
Circuito com flip flop D.....	17
Funções de saída	18
F1 - Lógica combinatória - 62446	18
F2 - Descodificadores - 63368.....	19
F3 - Multiplexers - 63718.....	21
Conclusão e observações	24

Introdução

No âmbito do estudo de Sistemas Digitais, tivemos como objetivo fazer uma máquina de estados síncrona com sete estados (Q2Q1Q0) e duas variáveis de entrada (X1X0) que permita gerar três saídas que controlam alarmes.

Em seguida segue-se a descrição de cada capítulo.

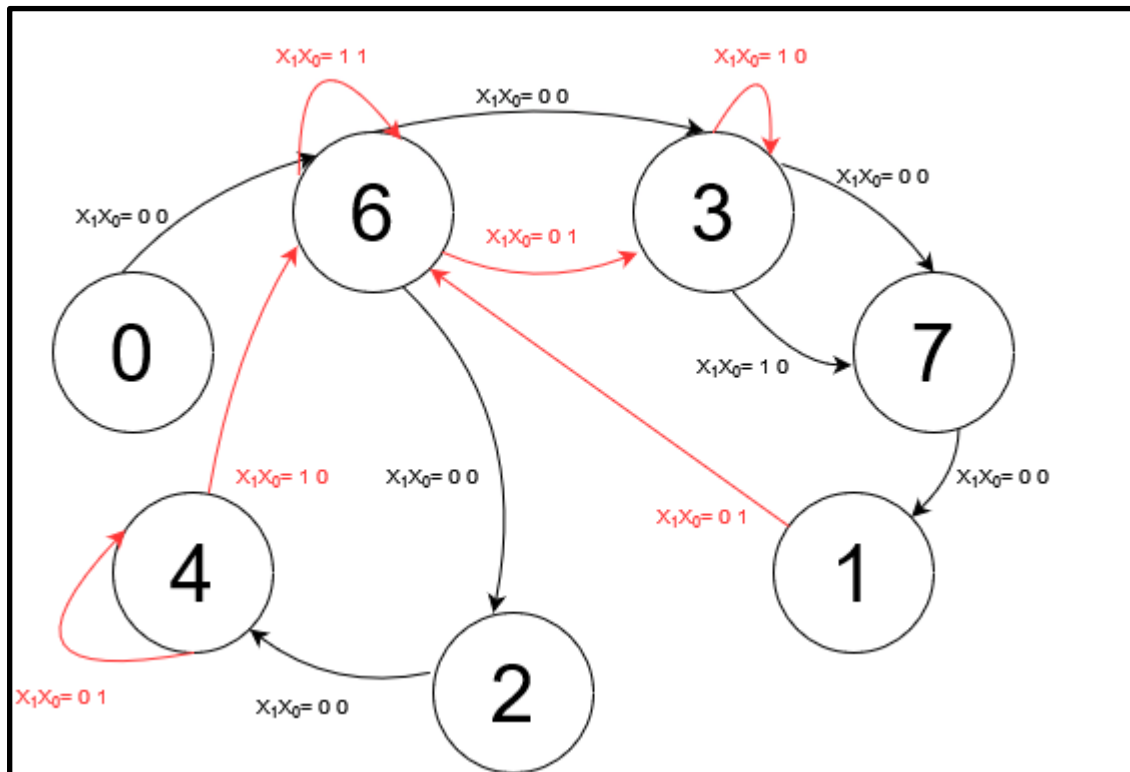
No capítulo 2, explica-se o raciocínio por trás da construção do nosso diagrama de estados e a sua descrição.

No capítulo 3, 4, 5 e 6 apresenta-se a descrição detalhada dos vários módulos do projeto, respectivamente: as tabelas de estados e transições, os mapas de Karnaugh e as expressões simplificadas das saídas, os desenhos dos circuitos, as tabelas de excitação para os FF JK e FF D e as funções de saída.

No capítulo 7 encontra-se a implementação do Java Breadboard.

No capítulo 8, são discutidas as conclusões sobre o trabalho, respetivamente: o grau de cumprimento dos objetivos e problemas que foram identificados e corrigidos.

Diagrama de estados



A máquina de estados foi definida com uma sequência criada através dos dígitos que compõem os números dos três elementos do grupo (62446, 63368, 63718), sendo que esta inicia e termina no estado 0, e são desprezados todos os dígitos superiores a 7.

0>6>2>4>4>6>6>3>3>6>8>6>3>7>1>8>0

Sempre que um estado se repete considera-se que existe um incremento nas entradas (X1X0). No caso de um dígito se repetir mais do que quatro vezes considera-se o dígito seguinte. A máquina de estados foi implementada em FF D e FF JK.

Tabelas de excitação

Tabela excitação D		
Q_n	Q_{n+1}	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Tabela excitação JK			
Q_n	Q_{n+1}	J	K
0	0	0	x
0	1	1	x
1	0	x	1
1	1	x	0

Tabela de Transição de Estados e entradas dos Flip-flops

Tabela completa de transição de Estados e entradas dos Flip-flops																
X1	X0	Q2	Q1	Q0	Q2+t	Q1+t	Q0+t	D2	D1	D0	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	x	1	x	0	x
0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	x	1	x	x	1
0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	x	x	1	0	x
0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	x	x	0	x	0
0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	x	0	0	x	0	x
0	0	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	x	1	x	0	1	x
0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	x	1	x	1	x	0
0	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	x	x	0	x	0
0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	x	0	1	x	0	x
0	1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	x	1	x	0	0	x
0	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	x	x	0	x	0
1	0	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	x	0	x	0	0	x
1	0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	x	1	x	0	1	x
1	1	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Mapas de Karnaugh expressões simplificadas das saídas

D0

- **Mapa de karnaugh**

D0	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	0	0	1	0
X1'.X0'.Q2	0	x	1	1
X1'.X0.Q2	0	x	x	0
X1'.X0.Q2'	x	x	1	x
X1.X0'.Q2'	x	x	1	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	1
X1.X0.Q2	x	x	x	1
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

- **Expressão simplificada**

$$D_0 = X_1 + Q_1Q_0 + \underline{X_0}Q_2Q_1$$

D1

- **Mapa de karnaugh**

D1	$Q_1'.Q_0'$	$Q_1'.Q_0$	$Q_1.Q_0$	$Q_1.Q_0'$
$X_1'.X_0'.Q_2'$	1	1	1	0
$X_1'.X_0'.Q_2$	0	x	0	1
$X_1'.X_0.Q_2$	1	x	x	1
$X_1'.X_0.Q_2'$	x	x	1	x
$X_1.X_0'.Q_2'$	x	x	1	x
$X_1.X_0'.Q_2$	x	x	x	1
$X_1.X_0.Q_2$	x	x	x	1
$X_1.X_0.Q_2'$	x	x	x	x

- **Expressão simplificada**

$$D_1 = \underline{X_0} + \underline{Q_2Q_1} + \underline{Q_2}Q_0 + Q_2Q_1\underline{Q_0}$$

D2

- **Mapa de karnaugh**

D2	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	1	1	1	1
X1'.X0'.Q2	1	x	0	0
X1'.X0.Q2	1	x	x	0
X1'.X0.Q2'	x	x	0	x
X1.X0'.Q2'	x	x	1	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	1
X1.X0.Q2	x	x	x	0
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

- **Expressão simplificada**

$$D_2 = \underline{Q_1} + \underline{X_0} \underline{Q_2} + X_1 \underline{X_0}$$

J0

○ Mapa de karnaugh

J0	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	0	x	x	0
X1'.X0'.Q2	0	x	x	1
X1'.X0.Q2	0	x	x	0
X1'.X0.Q2'	x	x	x	x
X1.X0'.Q2'	x	x	x	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	0
X1.X0.Q2	x	x	x	1
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

○ Expressão simplificada

$$J_0 = X_1 X_0 + \underline{X_1} \underline{X_0} Q_2 Q_1$$

K0

- **Mapa de karnaugh**

K0	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	x	1	0	x
X1'.X0'.Q2	x	x	0	x
X1'.X0.Q2	x	x	x	x
X1'.X0.Q2'	x	x	0	x
X1.X0'.Q2'	x	x	0	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	x
X1.X0.Q2	x	x	x	x
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

- **Expressão simplificada**

$$K_0 = \underline{Q_1}$$

J1

○ **Mapa de karnaugh**

J1	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	1	1	x	x
X1'.X0'.Q2	0	x	x	x
X1'.X0.Q2	1	x	x	x
X1'.X0.Q2'	x	x	x	x
X1.X0'.Q2'	x	x	x	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	x
X1.X0.Q2	x	x	x	x
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

○ **Expressão simplificada**

$$J_1 = \underline{Q_2} + X_0$$

K1

○ **Mapa de karnaugh**

K1	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	x	x	0	1
X1'.X0'.Q2	x	x	1	0
X1'.X0.Q2	x	x	x	0
X1'.X0.Q2'	x	x	0	x
X1.X0'.Q2'	x	x	0	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	0
X1.X0.Q2	x	x	x	0
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

○ **Expressão simplificada**

$$K_1 = \underline{Q_2} \underline{Q_0} + Q_2 Q_0$$

J2

- **Mapa de karnaugh**

J2	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	1	1	1	1
X1'.X0'.Q2	x	x	x	x
X1'.X0.Q2	x	x	x	x
X1'.X0.Q2'	x	x	0	x
X1.X0'.Q2'	x	x	1	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	1
X1.X0.Q2	x	x	x	x
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

- **Expressão simplificada**

$$J_2 = \underline{X_0}$$

K2

- Mapa de karnaugh

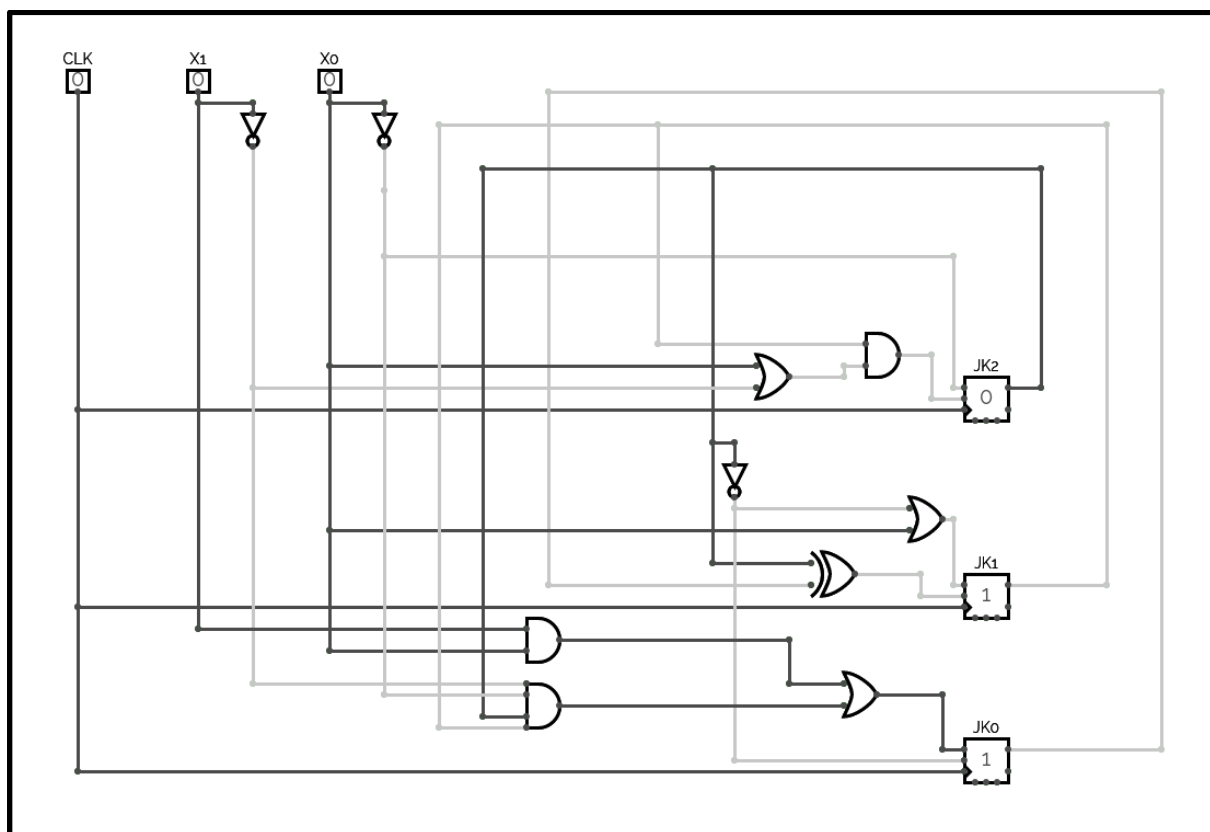
K2	Q1'.Q0'	Q1'.Q0	Q1.Q0	Q1.Q0'
X1'.X0'.Q2'	x	x	x	x
X1'.X0'.Q2	0	x	1	1
X1'.X0.Q2	0	x	x	1
X1'.X0.Q2'	x	x	x	x
X1.X0'.Q2'	x	x	x	x
X1.X0'.Q2	x	x	x	0
X1.X0.Q2	x	x	x	1
X1.X0.Q2'	x	x	x	x

- Expressão simplificada

$$K_2 = \underline{X_1}Q_1 + X_0Q_1 = Q_1(\underline{X_1} + X_0)$$

Circuitos

Circuito com flip flop JK



$$J_2 = \underline{X_0}$$

$$K_2 = Q_1(\underline{X_1} + X_0)$$

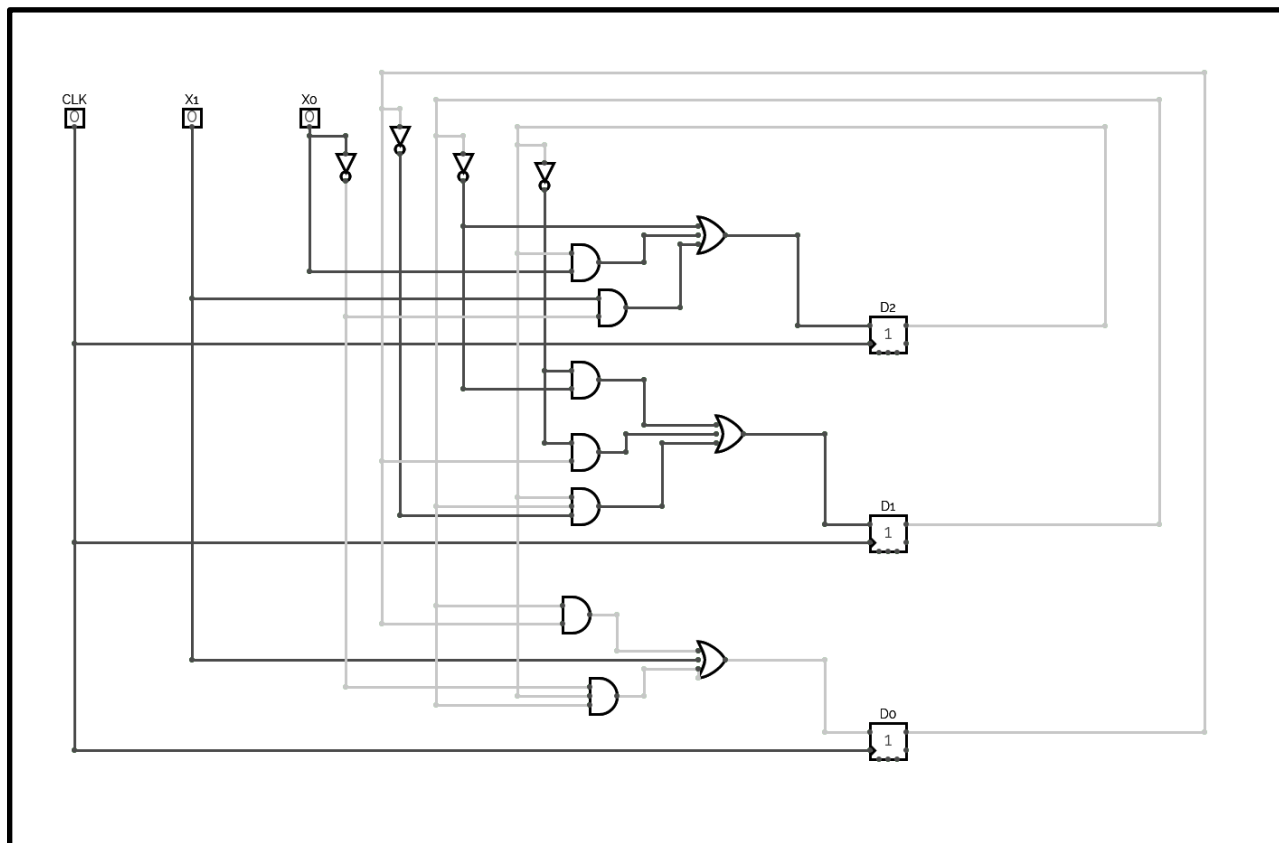
$$J_1 = \underline{Q_2} + X_0$$

$$K_1 = \underline{Q_2} \underline{Q_0} + Q_2 Q_0$$

$$J_0 = X_1 X_0 + \underline{X_1} \underline{X_0} Q_2 Q_1$$

$$K_0 = \underline{Q_1}$$

Circuito com flip flop D



$$D_2 = \underline{Q_1} + \underline{X_0} \underline{Q_2} + X_1 \underline{X_0}$$

$$D_1 = \underline{X_0} + \underline{Q_2} \underline{Q_1} + \underline{Q_2} Q_0 + Q_2 \underline{Q_1} \underline{Q_0}$$

$$D_0 = X_1 + Q_1 Q_0 + \underline{X_0} Q_2 Q_1$$

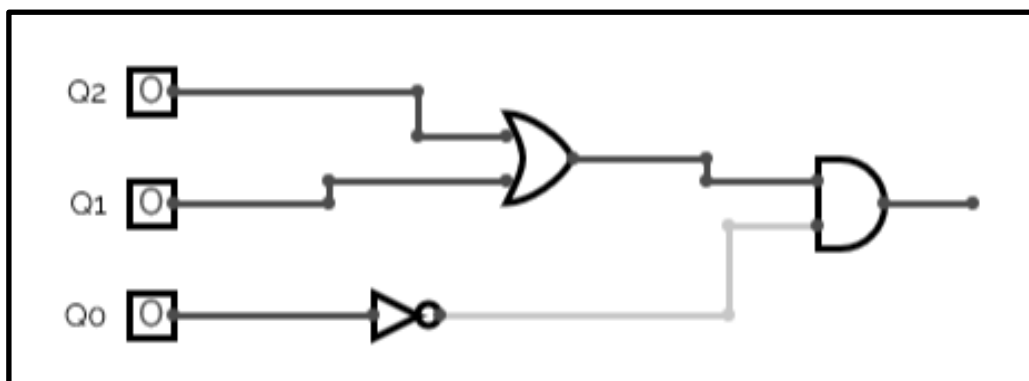
Funções de saída

Funções de alarme:

Em três dos outputs da máquina de estados, são implementadas funções de alarme obtidas, mais uma vez, através dos números de alunos.

F1 - Lógica combinatória - 62446

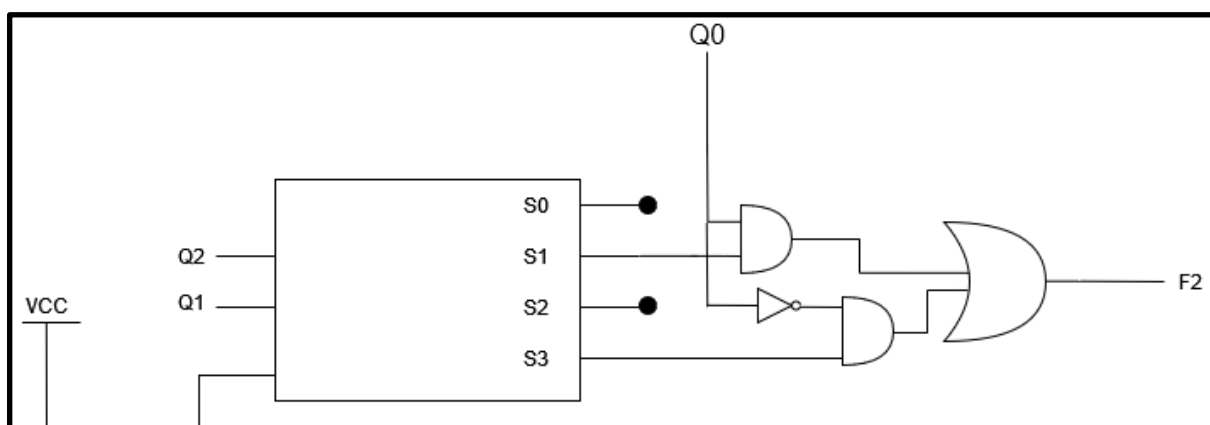
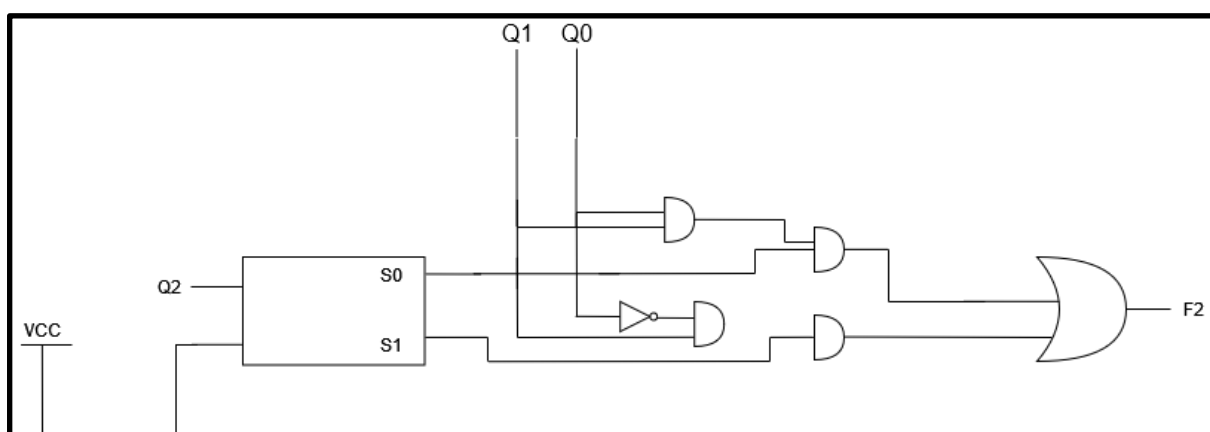
Q2	Q1	Q0	F1
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

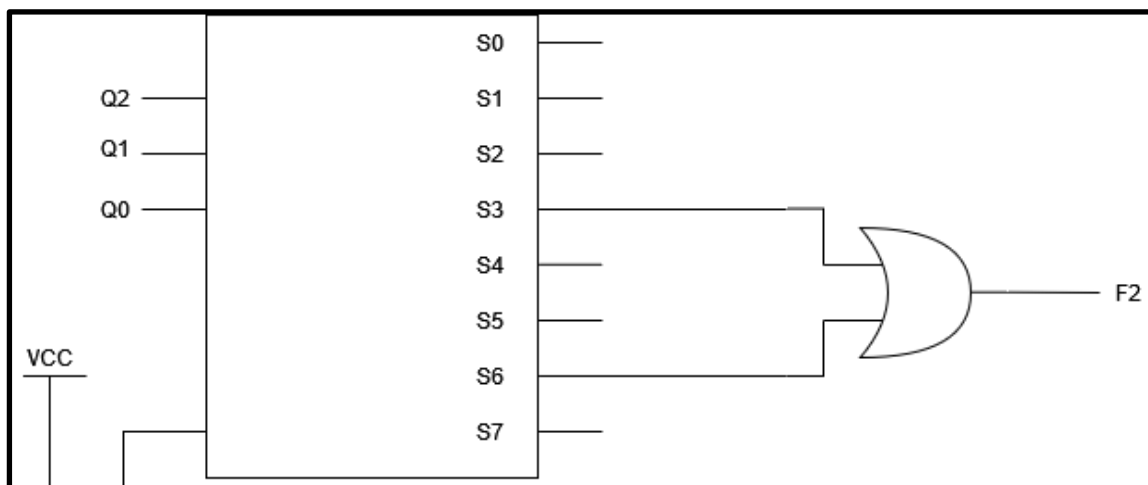


F1 é descrita com o menor número de aluno (62446), sendo que cada dígito descreve a função na primeira forma canônica, ou seja, no nosso caso, fica ativa nas posições 2,4 e 6, e foi implementada com lógica combinatória.

F2 - Descodificadores - 63368

Q2	Q1	Q0	F2
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

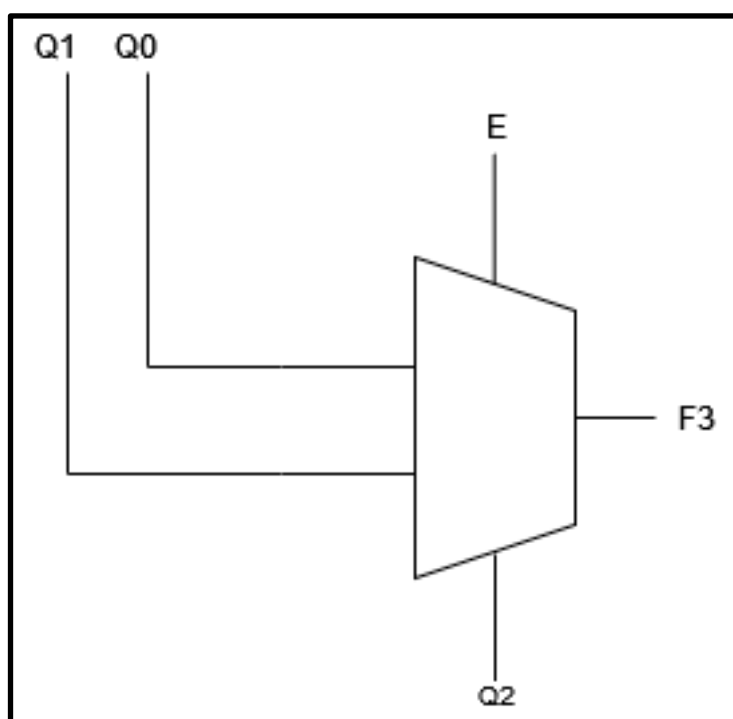


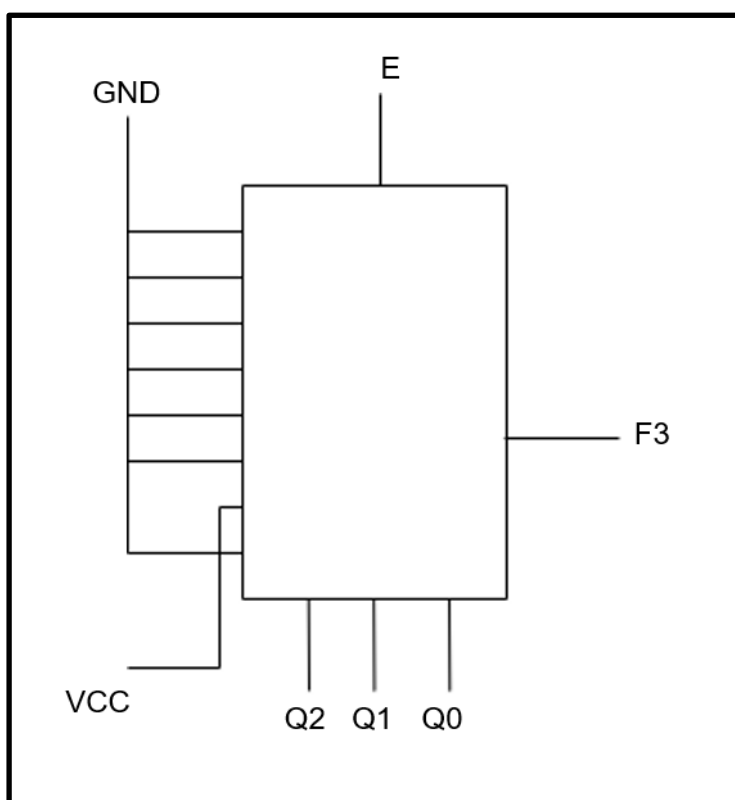
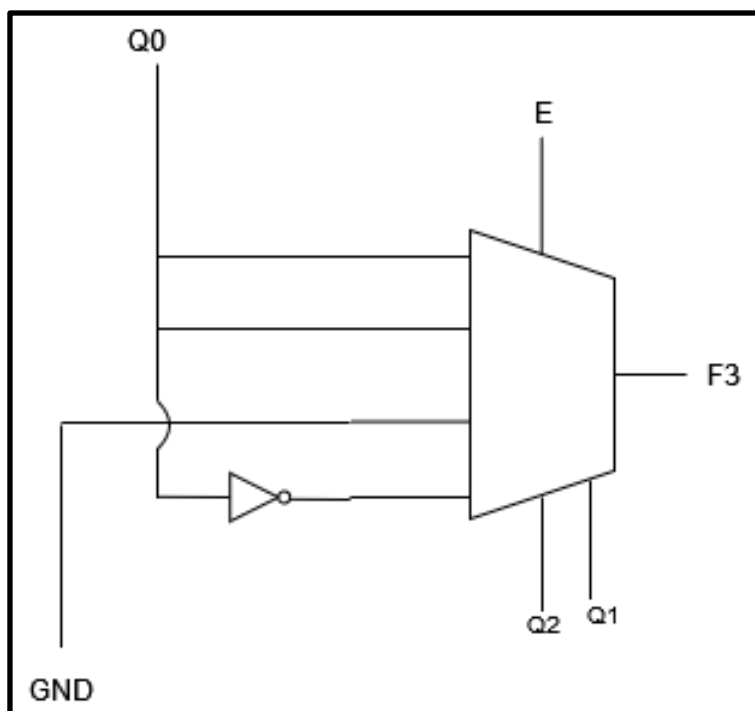


F2 é descrita com o número de aluno do meio (63368) em que cada dígito descreve a função na segunda forma canónica, isto é, no nosso caso, está desativada em 0, 1, 2, 4, 7, e foi implementada com descodificadores de 3, 2 e 1 entradas de selecção.

F3 - Multiplexers - 63718

Tabela de verdade do multiplexer			
Q2	Q1	Q0	F2
0	0	0	0
0	0	1	x
0	1	0	0
0	1	1	x
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	x





F3 é descrita com o maior número de aluno (63718) em que a função está ativa nos dígitos pares e don't care nos ímpares, ou seja, no nosso caso, está ativa em 6, e

têm don't care em 1, 3, e 7, e foi implementada com multiplexers de 3, 2 e 1 entrada(s) de seleção.

Conclusão e observações

Durante a realização deste trabalho aplicaram-se os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas e práticas contribuindo para uma maior taxa de sucesso na sua realização.

O conteúdo neste relatório está apresentado de uma maneira clara e organizada de forma a tornar a sua visualização o mais facilitada possível.

No decorrer do projeto surgiram problemas relativos à sua implementação, respetivamente:

- o manuseamento do Java Breadboard no que diz respeito ao funcionamento do circuito na sua totalidade.