

Relatório  
Sistemas Digitais



Trabalho realizado por:

Pedro Grilo, 43012

Diogo Castanho, 42496

## Introdução

O objetivo deste trabalho é criar um sistema de controle para um conjunto de semáforos que controlam o trânsito de peões e de veículos numa passadeira. Este conjunto de semáforos é composto por 2 semáforos, um que controla os peões e outro que controla os veículos, por um sensor de excesso de velocidade dos veículos e por um botão para os peões carregarem quando quiserem atravessar a passadeira.

Para explicar o funcionamento deste conjunto de semáforos, foram criados dois modelos ASM, a partir dos quais, se contruíram as respetivas tabelas de verdade e consequentemente os seus mapas de Karnaugh com o objetivo de arranjarmos as suas funções. Através das equações obtidas nestes mapas foi construído o circuito usando o programa Logisim.

## Decisões tomadas na realização do trabalho

Em primeiro lugar, tentámos perceber como iríamos proceder para desenhar os modelos ASM. Após várias tentativas erradas no número de estados desenhados e também devido numa entrada do controlador, conseguimos então definir corretamente os modelos para ambos os semáforos.

Após a sua definição, construímos as respetivas tabelas de verdade, com as devidas entradas e estados. Foram usados *flip-flops* D no decorrer do trabalho e foram adicionados os valores destes à tabela, para que posteriormente pudessem ser usados para melhor funcionamento do programa.

Acabadas as tabelas de verdade, foram construídos os mapas de Karnaugh necessários e a partir destes, foram simplificadas as expressões das saídas e dos *flip-flops*.

Já com as expressões feitas, implementámos as mesmas no Logisim de acordo com o pedido no trabalho.

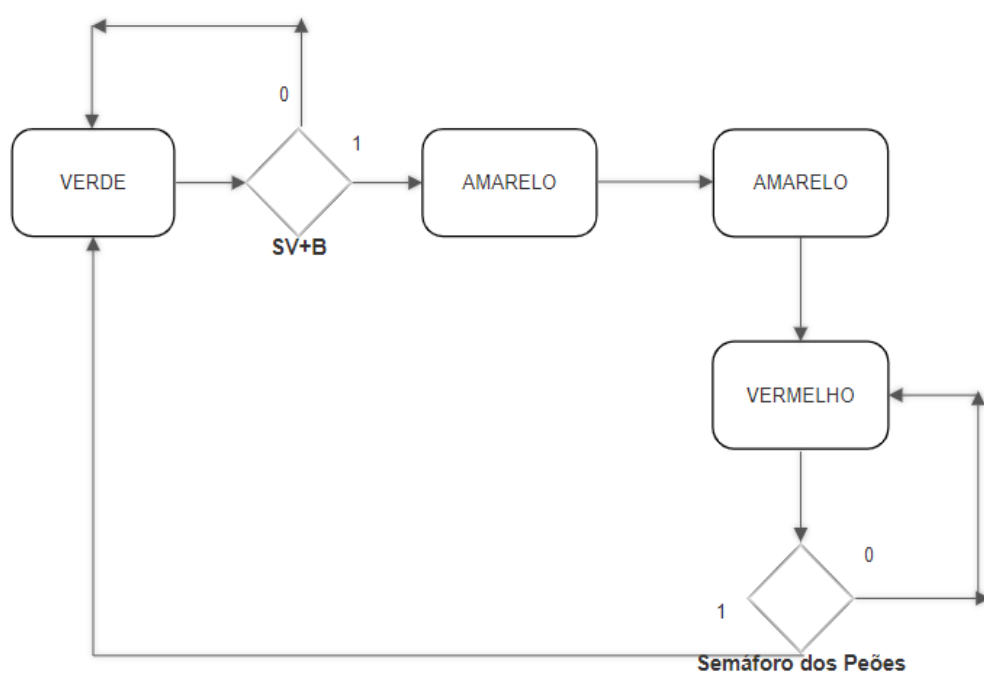
Também foi implementado, posteriormente no Logisim, o display de 7 segmentos pedido (sendo que anteriormente foi feita a sua tabela de verdade, os seus mapas de Karnaugh e após isso, a sua simplificação).

Após todas estas etapas, e com alguns erros quando testados todos estes circuitos, devido a alguma falta de concentração na sua realização, conseguimos então definir corretamente tudo o que se tinha pedido.

Estando verificada a veracidade do trabalho, foi assim realizado este relatório.

## 1. Semáforo dos veículos

### 1.1 Modelo ASM para o semáforo dos veículos



## 1.2 Funcionamento do semáforo

### Entradas:

- ✓ Sensor de velocidade e botão para os peões;
- ✓ Semáforo dos peões;

### Saídas:

- ✓ Semáforo de luz vermelha, amarela e verde;

## 1.3 Tabela de verdade

B+SV (BV)	SP	Transições e estados mnemónica		Estado atual (Qn)		Estado seguinte (Qn+1)		D1	D0	S2	S1	S0
		Qn	Qn+1	X1	X0	X1	X0					
0	-	a	a	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	-	a	b	0	0	0	1	0	1	0	0	1
-	-	b	c	0	1	1	0	1	0	0	1	0
-	-	c	d	1	0	1	1	1	1	0	1	0
-	0	d	d	1	1	1	1	1	1	1	0	0
-	1	c	a	1	1	0	0	0	0	1	0	0

## 1.4 Mapas de Karnaugh

### Mapas dos Flip-Flops

- Foram usados flip-flops D e por isso a tabela de excitação foi a seguinte:

Qn	Qn+1	D
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1



$$D1 = X1 \sim X0 + \sim X1 X0 + X0 \sim SP$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	1	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	1	1

$$D0 = X1 \sim X0 + X1 \sim SP + \sim X0 BV$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	0	0	0	1
11	1	0	0	1
10	1	0	1	1

### Mapas das saídas

$$S2 = X1 X0$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$$S1 = X1 \oplus X0$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	1

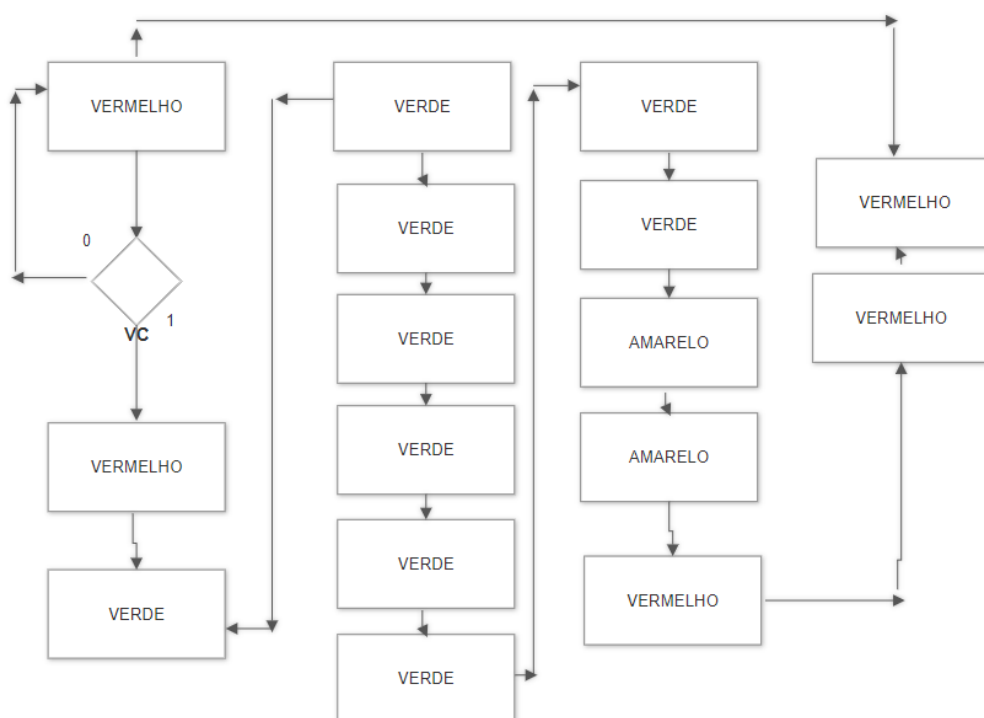
S0 =  $\sim X1 \sim X0$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	0	0	0
10	1	0	0	0

✓

## 2. Semáforo dos peões

### 2.1 Modelo ASM para o semáforo dos peões



### 2.2 Funcionamento do semáforo

Entradas:

- ✓ Vermelho dos veículos

Saídas:

- ✓ Semáforo de luz vermelha, amarela e verde;
- ✓ Saída funcional;

## 2.3 Tabela de verdade do semáforo

VC	Transições e estados mnemónica		Estado atual (Qn)				Estado seguinte (Qn+1)				D3	D2	D1	D0	S2	S1	S0	SF
	Qn	Qn+1	X3	X2	X1	X0	X3	X2	X1	X0								
0	a	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
1	a	b	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
-	b	c	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
-	c	d	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0
-	d	e	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
-	e	f	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0
-	f	g	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0
-	g	h	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
-	h	i	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
-	i	j	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0
-	j	k	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
-	k	l	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0
-	l	m	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0
-	m	n	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
-	n	o	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0
-	o	p	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
-	p	a	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

## 2.4 Mapas de Karnaugh

### Mapas dos Flip-Flops

$$D3 = X3 \sim X2 + X3 \sim X1 + \sim X3 X2 X1 X0 + X1 \sim X0 X3$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	1	1	0	1
10	1	1	1	1

$$D2 = \sim X1 X2 + \sim X0 X2 + X1 X0 \sim X2$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	1	1	0	1
10	0	0	1	0



$$D1 = X1 \oplus X0$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	1

$$D0 = X1 \sim X0 + \sim X1 \sim X0 VC + X2 \sim X0 \sim VC + X3 \sim X0 \sim VC$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10	X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	0	1	00	1	0	0	1
01	1	0	0	1	01	1	0	0	1
11	1	0	0	1	11	1	0	0	1
10	1	0	0	1	10	1	0	0	1

VC=0

VC=1

### Mapas das saídas

$$S2 = \sim X3 \sim X2 \sim X1 + X3 X3 X0 + X3 X2 X1$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	0	0	0
11	0	1	1	1
10	0	0	1	0

$$S1 = X3 X2 \sim X1 \sim X0 + X3 \sim X2 X1 X0$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	0	0	0
10	0	0	1	0



$$S0 = X1 \sim X3 + \sim X3 X2 + \sim X1 X3 \sim X2 + X3 \sim X2 \sim X0$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	0	1

$$SF = X3 X2 X1 X0$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	1	0
10	0	0	0	0

### Tabela de verdade do display

- Para fazermos o display pedido, usámos as codificações dos flip-flops sendo que, enquanto aparecessem codificações de um estado em que o semáforo estivesse verde, o display começava a sua contagem de 8 até 0, indicando aos peões quanto tempo demora até que o semáforo fique amarelo e, quando fossem diferentes (não codifiquem um estado em que o semáforo esteja verde), o display não apresentava nada.

A	B	C	D	a	b	c	d	e	f	g
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1
1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0



### Mapa de karnaugh do display

$$a = \sim BCD + \tilde{A}B\sim C + \tilde{A}B\sim D + A\sim B\sim C$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	0	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	0

$$b = \tilde{A}CD + \tilde{A}B\sim C\sim D + A\sim B$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	0	1	0
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$$c = \sim BCD + \tilde{A}B + A\sim B\sim D$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	0	1	1

$$d = \sim BCD + \sim AB\sim CD + \sim ABC\sim D + A\sim B\sim C$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	0	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	0



$$e = \sim BCD + \sim AB\sim CD + A\sim BD$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	0	0
11	0	0	0	0
10	0	1	1	0

$$f = \sim BCD + \tilde{A}BD + \tilde{A}BC$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	1	1
11	0	0	0	0
10	0	0	1	0

$$g = \sim ACD + \sim ABD + \sim ABC + A\sim B\sim C$$

X1/X0 BV/SP	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	0	0