



UNIVERSIDADE
DE ÉVORA

Sistemas Digitais

Controlador de semáforos

Discentes -

André Zhu Zhan

Número - 58762

André Gonçalves

Número - 58392

Docentes -

Nuno Lourenço

Pedro Salgueiro



Índice

1.	Ferramentas utilizadas.....	3
2.	Introdução	4
3.	Modo de funcionamento do sistema	5
3.1.	Módulo de controlo do semáforo dos veículos	6
3.2.	Modelo ASM	6
3.3.	Tabela de transição de estados e saídas	7
3.4.	Tabela de excitação do Flip-Flop D	7
3.5.	Mapas de Karnaugh das Saídas	8
3.6.	Mapas de Karnaugh do flip-flop D	9
3.7.	Circuito simplificado no simulador Logisim	10
4.	Módulo de controlo do semáforo dos Peões.....	11
4.1.	Modelo ASM	11
4.2.	Tabela de verdade.....	12
4.3.	Tabela excitação D, saídas e display	13
4.4.	Mapas de Karnaugh do flip-flop D	19
4.5.	Circuito simplificado no simulador Logisim	21
5.	Integração dos Módulos.....	22
5.1.	(Controlador de semáforos).....	22
6.	Conclusão	23
6.1.	Etapas	23
6.1.0	Módulo de controle do Semáforo de veículos:.....	23
6.1.1	Módulo de controle do Semáforo de peões:	23
6.2.	Dificuldades	23



Ferramentas utilizadas

- Simulador Logisim
- Paint.net
- Word



Introdução

Pretende-se criar um sistema de controlo para um conjunto de semáforos que controlam o trânsito de peões e veículos numa passadeira.

O sistema é composto por:

- ⇒ Módulo de controlo de semáforos de Veículos
- ⇒ Módulo de controlo de semáforos de peões
- ⇒ Um sensor de excesso de velocidade
- ⇒ Um botão para os peões caso queiram passar a passadeira
- ⇒ Display de 7 segmentos que mostra aos peões quantos impulsos de relógio faltam até o semáforo mudar de verde para amarelo.



Modo de funcionamento do sistema

- Em condições normais, o semáforo para os veículos está verde, e o semáforo para os peões está vermelho;
- Se o sensor de excesso de velocidade for ativado por um veículo, o semáforo dos veículos deve mudar para amarelo, manter-se amarelo durante 2 impulsos de relógio, e depois mudar para vermelho;
- O semáforo dos peões deve ficar verde no 2º impulso de relógio após o semáforo dos veículos ficar vermelho;
- Após o semáforo dos peões mudar para verde, deve manter-se verde durante 8 impulsos de relógio, depois mudar para amarelo, manter-se amarelo durante 2 impulsos de relógio e por final, mudar para vermelho;
- O semáforo dos veículos deve mudar para verde no 2º impulso de relógio após o semáforo dos peões ficar vermelho;
- Se o botão da passadeira de peões for ativado, o semáforo dos veículos deve mudar para amarelo, manter-se amarelo durante 2 impulsos de relógio, mudar para vermelho;

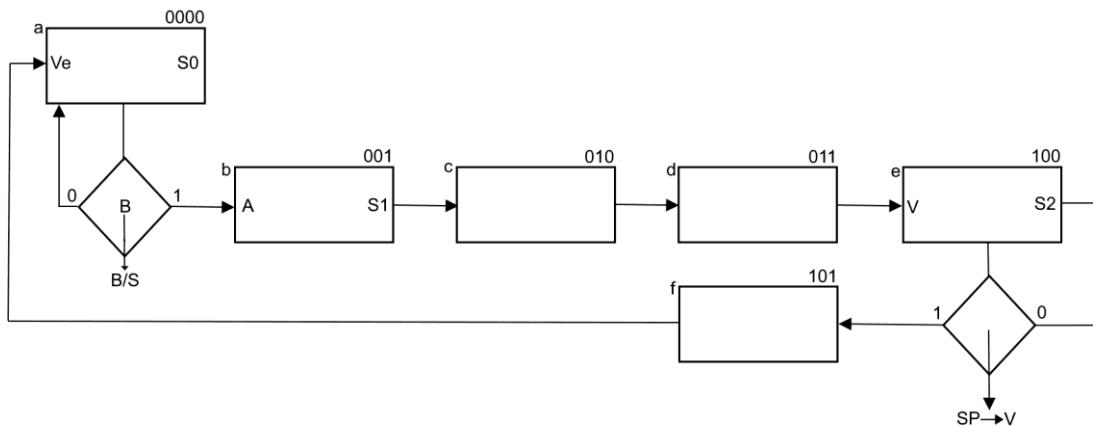


Módulo de controlo do semáforo dos veículos

Entradas: Sensor de excesso de velocidade e Botão da passadeira de peões (B/S); Sinal dos Peões (SP).

Saídas: Sinal do semáforo dos veículos (vermelho, amarelo e verde).

Modelo ASM



S0, S1, S2 – Saídas

Caixas em branco – Impulsos do clock

SP – Sinal dos peões está vermelho

B – Botão da passadeira dos peões

S – Sensor de excesso de velocidade

A – Amarelo

V – Vermelho

Ve – Verde



Módulo de controlo do semáforo dos veículos

Tabela de transição de estados e saídas

B/S	SP	Est. Atual	Est. Seguinte	QN			QN+1			D			S0	S1	S2
				X2	X1	X0	X2	X1	X0	D2	D1	D0			
0	X	a	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	X	a	b	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0
X	X	b	c	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
X	X	c	d	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
X	X	d	e	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
X	0	e	e	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
X	1	e	f	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
X	X	f	a	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Módulo de controlo do semáforo dos veículos

Tabela de excitação do Flip-Flop D

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



Módulo de controlo do semáforo dos veículos

Mapas de Karnaugh das Saídas

B/S = 0

X1X0 SP X2	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	-	-
11	0	0	-	-
10	1	0	0	0

B/S = 1

X1X0 SP X2	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	0	0	-	-
11	0	0	-	-
10	1	0	0	0

$$S_0 = \overline{X}_2 \overline{X}_1 \overline{X}_0$$

B/S = 0

X1X0 SP X2	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	-	-
11	0	0	-	-
10	0	1	1	1

B/S = 1

X1X0 SP X2	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	0	-	-
11	0	0	-	-
10	0	1	1	1

$$S_1 = X_1 + \overline{X}_2 \overline{X}_1 X_0$$

B/S = 0

X1X0 SP X2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	-	-
11	1	1	-	-
10	0	0	0	0

B/S = 1

X1X0 SP X2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	-	-
11	1	1	-	-
10	0	0	0	0

$$S_2 = X_2$$



Módulo de controlo do semáforo dos veículos

Mapas de Karnaugh do flip-flop D

		B/S = 0				B/S = 1								
		SP X ₂	X ₁ X ₀	00	01	11	10	SP X ₂	X ₁ X ₀	00	01	11	10	
SP X ₂	X ₁ X ₀	00	0	0	0	-	1	SP X ₂	X ₁ X ₀	00	1	0	0	1
		01	0	0	-	-	-			01	0	0	-	-
SP X ₂	X ₁ X ₀	11	1	0	-	-	-	SP X ₂	X ₁ X ₀	11	1	0	-	-
		10	0	0	0	-	1			10	1	0	0	1

$$D_0 = X_1 \bar{X}_0 + SP X_2 \bar{X}_1 \bar{X}_0 + B/S SP \bar{X}_0 + B/S \bar{X}_2 \bar{X}_1 \bar{X}_0$$

		B/S = 0				B/S = 1								
		SP X ₂	X ₁ X ₀	00	01	11	10	SP X ₂	X ₁ X ₀	00	01	11	10	
SP X ₂	X ₁ X ₀	00	0	0	1	0	-	SP X ₂	X ₁ X ₀	00	0	0	1	0
		01	1	0	-	-	-			01	1	0	-	-
SP X ₂	X ₁ X ₀	11	1	0	-	-	-	SP X ₂	X ₁ X ₀	11	1	0	-	-
		10	0	0	1	0	-			10	0	0	1	0

$$D_2 = \bar{X}_1 X_0 + X_2 X_0$$

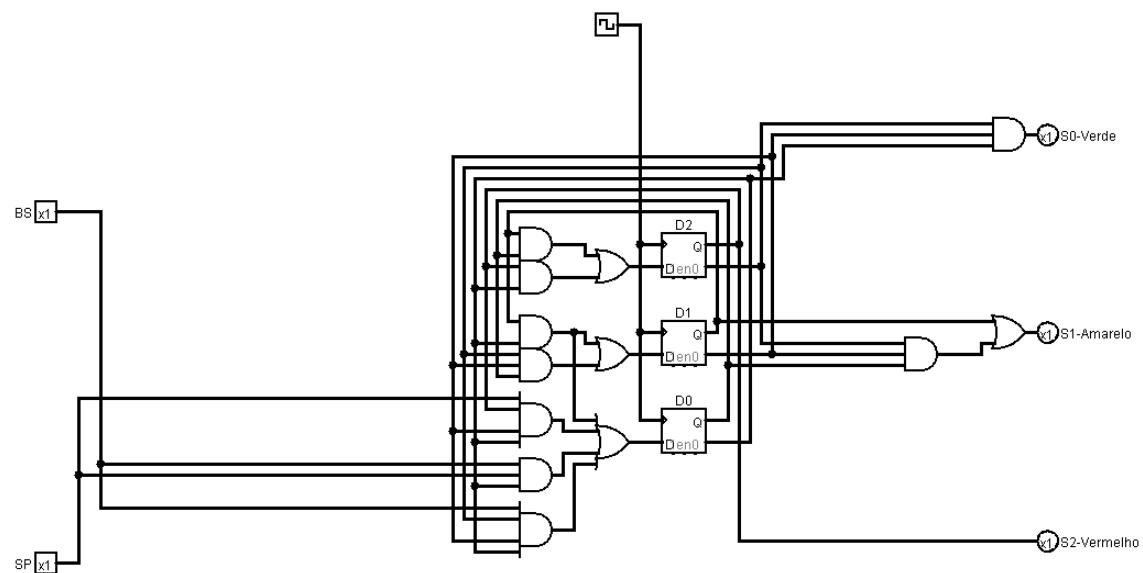
		B/S = 0				B/S = 1								
		SP X ₂	X ₁ X ₀	00	01	11	10	SP X ₂	X ₁ X ₀	00	01	11	10	
SP X ₂	X ₁ X ₀	00	0	1	0	-	1	SP X ₂	X ₁ X ₀	00	0	1	0	1
		01	0	0	-	-	-			01	0	-	-	-
SP X ₂	X ₁ X ₀	11	0	0	-	-	-	SP X ₂	X ₁ X ₀	11	0	-	-	-
		10	0	1	0	-	1			10	0	1	0	1

$$D_1 = X_1 \bar{X}_0 + \bar{X}_2 \bar{X}_1 X_0$$



Módulo de controlo do semáforo dos veículos

Círcuito simplificado no simulador Logisim



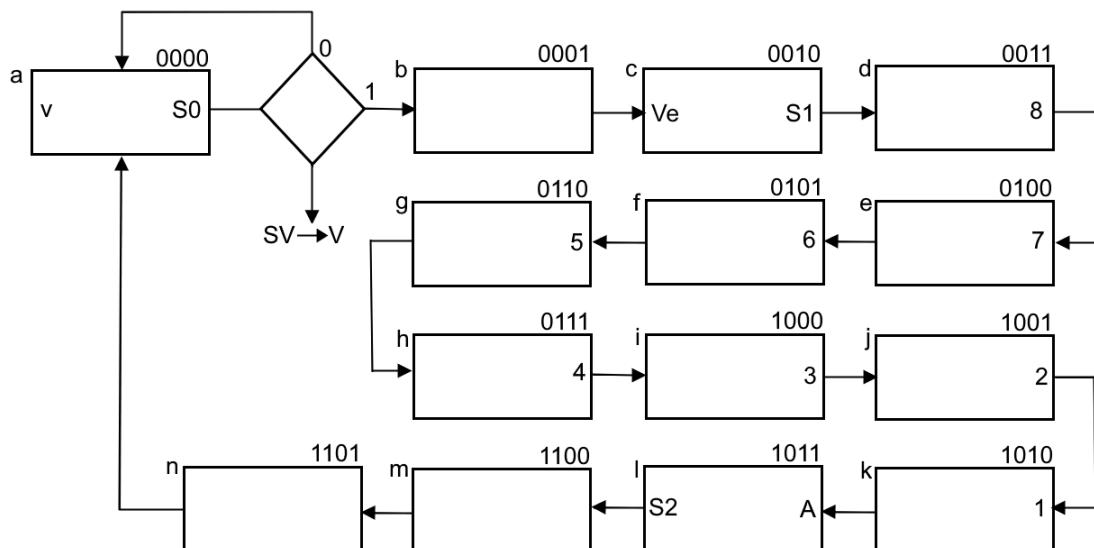


Módulo de controlo do semáforo dos Peões

Entradas: Sinal do semáforo dos veículos (SV).

Saídas: Semáforo dos peões (vermelho, amarelo e verde),
Display de 7 segmentos (indicando o tempo restante).

Modelo ASM



S0, S1, S2, Da, Db, Dc, Dd, De, Df, Dg – Saídas

Caixas em branco – Impulsos do clock

SV – Sinal dos veículos

A – Amarelo

V - Vermelho

Ve – Verde



Módulo de controlo do semáforo dos Peões

Tabela de verdade

SV	Est. Atual	Est. Seguinte	Qn x3 x2 x1 x0	Qn+1 x3 x2 x1 x0	D				S0	S1	S2
					D3	D2	D1	D0			
0	a	a	0 0 0 0	0 0 0 0	0	0	0	0	1	0	0
1	a	b	0 0 0 0	0 0 0 1	0	0	0	1	1	0	0
X	b	c	0 0 0 1	0 0 1 0	0	0	1	0	1	0	0
X	c	d	0 0 1 0	0 0 1 1	0	0	1	1	0	1	0
X	d	e	0 0 1 1	0 1 0 0	0	1	0	0	0	1	0
X	e	f	0 1 0 0	0 1 0 1	0	1	0	1	0	1	0
X	f	g	0 1 0 1	0 1 1 0	0	1	1	0	0	1	0
X	g	h	0 1 1 0	0 1 1 1	0	1	1	1	0	1	0
X	h	i	0 1 1 1	1 0 0 0	1	0	0	0	0	1	0
X	i	j	1 0 0 0	1 0 0 1	1	0	0	1	0	1	0
X	j	k	1 0 0 1	1 0 1 0	1	0	1	0	0	1	0
X	k	l	1 0 1 0	1 0 1 1	1	0	1	1	0	1	0
X	l	m	1 0 1 1	1 1 0 0	1	1	0	0	0	0	1
X	m	n	1 1 0 0	1 1 0 1	1	1	0	1	0	0	1
X	n	a	1 1 0 1	0 0 0 0	0	0	0	0	0	0	1



SV	Est. Atual	Est. Seguinte	Da	Db	Dc	Dd	De	Df	Dg
0	a	a							
1	a	b							
X	b	c							
X	c	d							
X	d	e	1	1	1	1	1	1	1
X	e	f	1	1	1				
X	f	g	1		1	1	1	1	1
X	g	h	1		1	1		1	1
X	h	i		1	1			1	1
X	i	j	1	1	1	1			1
X	j	k	1	1		1	1		1
X	k	l		1	1				
X	l	m							
X	m	n							
X	n	a							

Módulo de controlo do semáforo dos Peões

Tabela excitação D, saídas e display

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



SV = 0

x3 x2	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	-	-
10	0	0	0	0

SV = 1

x3 x2	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	-	-
10	0	0	0	0

$$S_0 = \overline{X}_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1$$

SV = 0

x3 x2	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	1	1
11	0	0	-	-
10	1	1	0	1

SV = 1

x3 x2	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	1	1	1
11	0	0	-	-
10	1	1	0	1

$$S_1 = \overline{X}_3 X_2 + X_1 \overline{X}_0 + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 + \overline{X}_3 X_1$$

SV = 0

x3 x2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	-	-
10	0	0	1	0

SV = 1

x3 x2	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	-	-
10	0	0	1	0

$$S_2 = X_3 X_2 + X_3 X_1 X_0$$



SV = 0/1

		X1X0	00	01	11	10
		X3 X2	00	01	11	10
00	00		0	0	1	0
01	01		1	1	0	1
11	11		0	0	-	-
10	10		1	1	0	0

$$D_{i_a} = \overline{X}_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 X_0 + \overline{X}_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 + \\ + \overline{X}_3 X_2 \overline{X}_0 + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1$$

SV = 0/1

		X1X0	00	01	11	10
		X3 X2	00	01	11	10
00	00		0	0	1	0
01	01		1	0	1	0
11	11		0	0	-	-
10	10		1	1	0	1

$$D_{i_b} = \overline{X}_3 X_1 X_0 + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 + \\ + \overline{X}_3 X_2 \overline{X}_1 + X_3 \overline{X}_1 \overline{X}_0$$



SV = 0/1

X3 X2 \ X1 X0	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	1	1	1	1
11	0	0	-	-
10	1	0	0	1

$$D_{i_c} = \overline{X}_3 \overline{X}_2 + \overline{X}_3 X_1 X_0 + \\ + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_0$$

SV = 0/1

X3 X2 \ X1 X0	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	0	1
11	0	0	-	-
10	1	1	0	0

$$D_{i_d} = \overline{X}_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 + X_2 X_1 \overline{X}_0 + \\ + \overline{X}_3 \overline{X}_2 X_1 X_0 + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 X_0$$



SV = 0/1

X3 X2 \ X1 X0	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	0	0
11	0	0	-	-
10	0	1	0	0

$$D_{i_e} = \overline{X}_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 X_0 + \overline{X}_3 X_2 \overline{X}_1 X_0 + \\ + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1 X_0$$

SV = 0/1

X3 X2 \ X1 X0	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	1	1	1
11	0	0	-	-
10	0	0	0	0

$$D_{i_f} = X_2 X_1 + \overline{X}_3 X_2 X_0 + \overline{X}_3 X_1 X_0$$



SV = 0/1

		X1X0	00	01	11	10	
		X3 X2	00	0	0	1	0
		01	0	1	1	1	
		11	0	0	-	-	
		10	1	1	0	0	

$$D_{ig} = \overline{X_2} X_1 + \overline{X}_3 X_2 X_0 + \\ + \overline{X}_3 X_1 X_0 + X_3 \overline{X}_2 \overline{X}_1$$



Módulo de controlo do semáforo dos Peões

Mapas de Karnaugh do flip-flop D

SV = 0

X ₃ X ₂	00	01	11	10
X ₁ X ₀	00	0	0	1
00	1	0	0	1
01	1	0	-	-
11	1	0	-	-
10	1	0	0	1

SV = 1

X ₃ X ₂	00	01	11	10
X ₁ X ₀	1	0	0	1
00	1	0	0	1
01	1	0	0	1
11	1	0	-	-
10	1	0	0	1

$$D_0 = SV \bar{X}_1 \bar{X}_0 + X_1 \bar{X}_0 + X_3 \bar{X}_0 + X_2 \bar{X}_0$$

SV = 0

X ₃ X ₂	00	01	11	10
X ₁ X ₀	0	1	0	1
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	0	-	-
10	0	1	0	1

SV = 1

X ₃ X ₂	00	01	11	10
X ₁ X ₀	0	1	0	1
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	0	-	-
10	0	1	0	1

$$D_1 = X_1 \bar{X}_0 + \bar{X}_3 \bar{X}_1 X_0 + \bar{X}_2 \bar{X}_1 X_0$$



SV = 0

		X1 X0	00	01	11	10
		X3 X2	00	01	11	10
00	00	0	0	1	0	0
00	01	1	1	0	1	0
01	11	1	0	-	-	-
01	10	0	0	1	0	0

SV = 1

		X1 X0	00	01	11	10
		X3 X2	00	01	11	10
00	00	0	0	1	0	0
00	01	1	1	0	1	0
01	11	1	0	-	-	-
01	10	0	0	1	0	0

$$D_2 = \bar{X}_3 X_2 \bar{X}_1 + X_2 \bar{X}_0 + \bar{X}_2 X_1 X_0$$

SV = 0

		X1 X0	00	01	11	10
		X3 X2	00	01	11	10
00	00	0	0	0	0	0
00	01	0	0	1	0	0
01	11	1	0	-	-	-
01	10	1	1	1	1	1

SV = 1

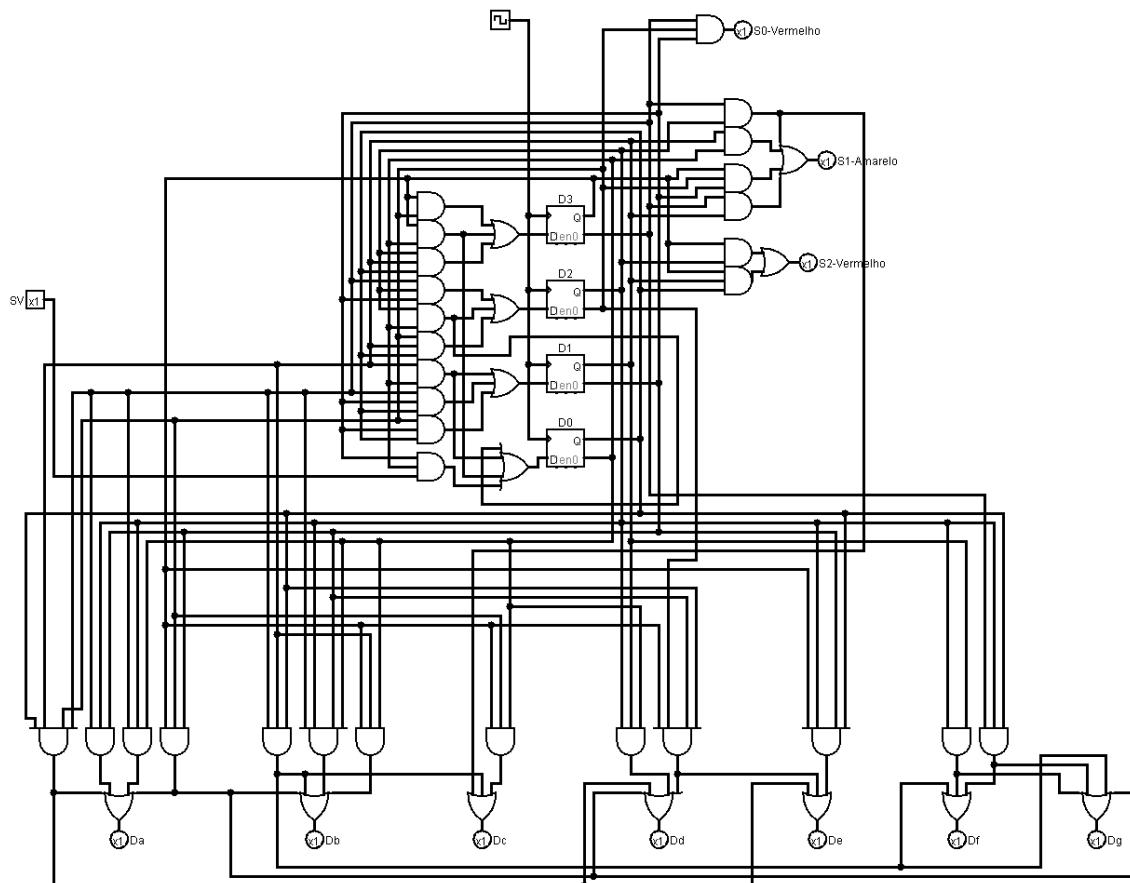
		X1 X0	00	01	11	10
		X3 X2	00	01	11	10
00	00	0	0	0	0	0
00	01	0	0	1	0	0
01	11	1	0	-	-	-
01	10	1	1	1	1	1

$$D_3 = X_3 \bar{X}_2 + X_3 \bar{X}_0 + X_2 X_1 X_0$$



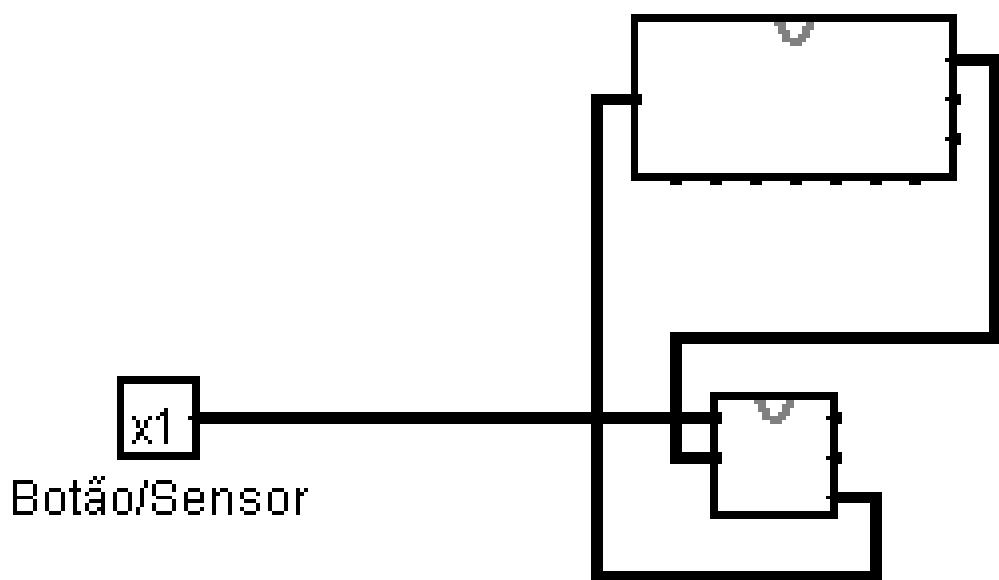
Módulo de controlo do semáforo dos Peões

Círcuito simplificado no simulador Logisim





Integração dos Módulos (Controlador de semáforos)





Conclusão

Etapas

Módulo de controle do Semáforo de veículos:

- Definição das entradas e saídas;
- Desenho do modelo ASM;
- Tabela de transição das entradas e saídas;
- Mapas de Karnaugh e as respectivas expressões das entradas e saídas;
- Projeção do circuito.

Módulo de controle do Semáforo de peões:

- Definição das entradas e saídas;
- Desenho do modelo ASM;
- Tabela de transição das entradas e saídas;
- Mapas de Karnaugh e as respectivas expressões das entradas e saídas;
- Projeção do circuito.

Dificuldades

Ao decorrer do trabalho foram surgindo algumas dúvidas em relação ao trabalho, como por exemplo, a escolha do tipo de flip-flop a utilizar, pelo que escolhemos o flip-flop D devido a ser mais prático a utilização do mesmo, sendo utilizado para todos os sistemas que constituem o circuito completo.