

## Cadeira de Sistemas Digitais - Ano Letivo 2018/2019

### Relatório do Trabalho Final: Controle de semáforos

Daniel Salvador – nº 43123

Diogo Solipa – nº 43071

Abel – nº 42941

# Índice

Introdução.....	3
Razões da utilização de dois modelos ASM.....	4
Modelos ASM.....	5
Entradas, Saídas, Estados e tabelas de codificação .....	6
Tabelas do display de sete segmentos.....	7
Escolha do flip-flop JK e razões dessa escolha.....	7
Flip-Flops JK para as entradas da codificação dos peões.....	8
Mapas de Karnaugh das saídas dos controladores de veículos e respectivas equações.....	9
Mapas de Karnaugh dos flip-flops dos controladores de veículos e respectivas equações.....	10
Mapas de Karnaugh das saídas do display de sete segmentos e equações reduzidas dos respetivos mapas.....	11
Mapas de Karnaugh dos flip-flops dos controladores de veículos e respectivas equações.....	13
Mapas de Karnaugh das saídas dos controladores de veículos e respectivas equações.....	16
Representação do circuito no Logisim.....	19
Representação do circuito do controlador do semáforo dos veículos .....	19
Representação do circuito do controlador do semáforo dos peões.....	20
Representação do display de sete segmentos.....	21
Conclusão.....	22

## Introdução

Neste trabalho foi-nos pedido para criar um sistema de controlo para um conjunto de semáforos que contêm um sensor para regulamentar a velocidade dos veículos ao mesmo tempo que se possa interligar ao semáforo dos peões para resultar num bom funcionamento de um sistema de semáforos, que tem como principal objetivo dirigir o trânsito dessa zona específica.

Nós decidimos tentar resolver este problema, já que é através destas questões que nós, enquanto estudantes em geral, conseguimos aprender a utilizar o nosso conhecimento de Sistemas Digitais para outras situações da vida real, tal como esta.

Este trabalho foi dividido de acordo com as nossas dificuldades nesta cadeira ao mesmo tempo que comunicamos uns com os outros enquanto realizamos essas tarefas. Isto foi realizado desta forma para podermos entender o que cada um nós estaria a executar para na apresentação podermos saber tudo o que foi realizado no nosso trabalho.

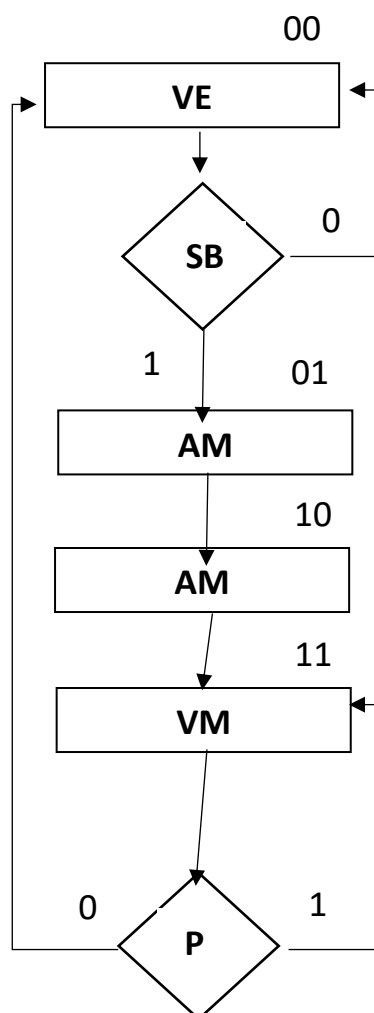
## Razões da utilização de dois modelos ASM

Também nos foi pedido para separar o controlador de semáforos completo em dois módulos independentes, isto é, construir um controlador individual para o semáforo de peões e outro para o semáforo de veículos, o que significa que sejam necessários dois modelos ASM.

Isto é realizado desta maneira, porque como já referido no início foi-nos pedida a configuração de dois sistemas separados e para além disso pensamos que é um método mais fácil de resolver um problema complexo como este.

## Modelos ASM

**Modelo ASM para o controlador do semáforo dos veículos**



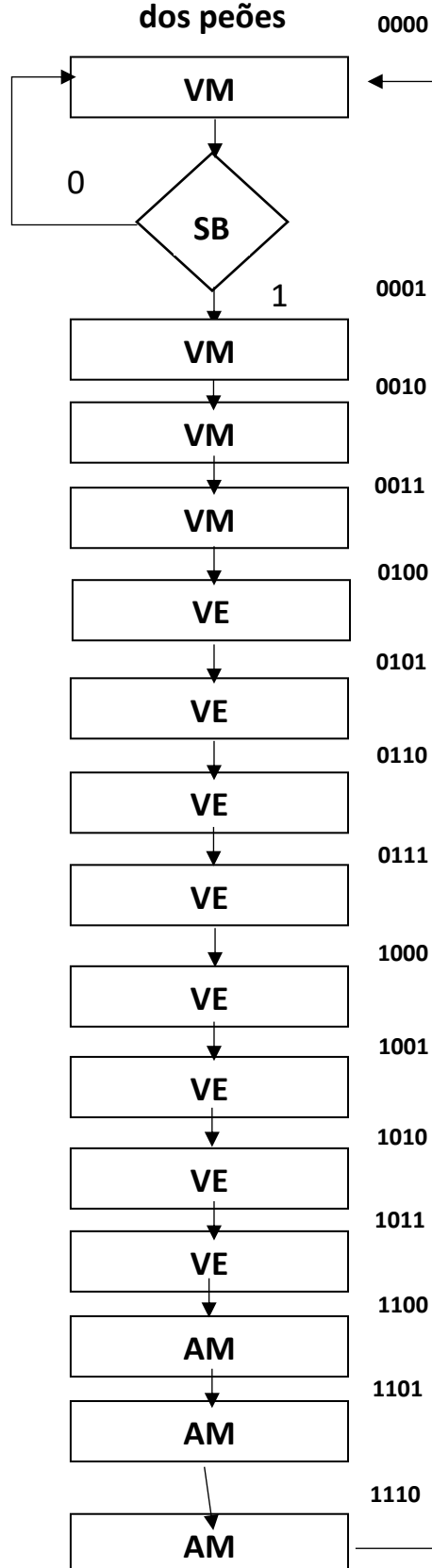
Legenda (para este circuito e para as tabelas do trabalho):

**VM – Vermelho**

**AM – Amarelo**

**VE - Verde**

**Modelo ASM para o controlador do semáforo dos peões**



## Tabelas de codificação

**Entradas:** Botão (B) OU Sensor de Velocidade (S) (1 entrada)

**Saídas:** S0, S1, S2, S3, S4, S5, S6 (Display de sete segmentos)

**Número de estados:** 7 (Estados correspondentes ao display de sete segmentos)

**Número de Flip Flops para codificar os estados:** 3 (um flip-flop para cada bit)

**Tabela da codificação das cores dos semáforos dos veículos (Tabela 1):**

Entradas						Saídas			Flip-flops JK			
<i>SB</i>	<i>P</i>	<i>Q<sub>n</sub></i>		<i>Q<sub>n</sub> + 1</i>		<i>S0=VM</i>	<i>S1=AM</i>	<i>S2=VE</i>	<i>J1</i>	<i>K1</i>	<i>J0</i>	<i>K0</i>
		<i>X1</i>	<i>X0</i>	<i>X1</i>	<i>X0</i>							
0	-	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	-
1	-	0	0	0	1	0	0	1	0	-	1	-
-	-	0	1	1	0	0	1	0	1	-	-	1
-	-	1	0	1	1	0	1	0	-	0	1	-
-	0	1	1	1	1	1	0	0	-	0	-	0
-	1	1	1	0	0	1	0	0	-	1	-	1

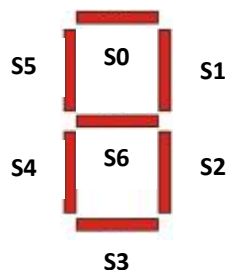
**Tabelas de codificação dos peões (Tabela 2):**

<i>S</i>	Entradas								Saídas			
	<i>Q<sub>n</sub></i>				<i>Q<sub>n</sub> + 1</i>				<i>VM</i>	<i>AM</i>	<i>VE</i>	<i>P</i>
	<i>X3</i>	<i>X2</i>	<i>X1</i>	<i>X0</i>	<i>X3</i>	<i>X2</i>	<i>X1</i>	<i>X0</i>				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
-	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
-	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
-	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
-	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0
-	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0
-	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0
-	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
-	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
-	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0
-	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0
-	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
-	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0
-	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
-	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0

(Falta os flip-flops JK que estão presentes na página 8)

## Tabelas do display de sete segmentos do controlador de semáforos dos peões (Tabela 3)

A escolha das codificações foram feitas em base do estado actual do semáforo dos automóveis.



Entradas		$Q_n$				$Q_n + 1$				Saídas						
$X_n$	$X_n + 1$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	$X_0$	$X_3$	$X_2$	$X_1$	$X_0$	$a$	$b$	$c$	$d$	$e$	$f$	$g$
f	g	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
g	h	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
h	i	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
i	j	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
j	k	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1
l	m	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
m	n	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1
n	o	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0
o	p	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0

(Falta os flip-flops JK para o display de sete segmentos presentes na página seguinte)

### Escolha do Flip-Flop JK e razões dessa escolha

A razão de escolhermos o flip-flop JK deve-se à sua facilidade de construção. Apesar da construção dos mapas de Karnaugh seja mais longa em termos de quantidade, as expressões extraídas pelos mapas serão mais simples obtendo assim um menor número de variáveis, o que consequentemente irá tornar a extensão no circuito menor e a sua implementação usando o kit didático mais simples com menor quantidade de fios e portas. (Tabela 3)

$Q_n$	$Q_n + 1$	$J$	$K$
0	0	0	-
0	1	1	-
1	0	-	1
1	1	-	0

## Flip-Flops JK para as entradas da codificação dos peões apresentado na Tabela 1 (Tabela 3)

S	Entradas								Flip-Flops JK							
	$Q_n$				$Q_{n+1}$											
	X3	X2	X1	X0	X3	X2	X1	X0	J3	K3	J2	K2	J1	K1	J0	K0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	-	0	-
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	-	0	-	1	-
-	0	0	0	1	0	0	1	0	0	-	0	-	1	-	-	1
-	0	0	1	0	0	0	1	1	0	-	0	-	-	0	1	-
-	0	0	1	1	0	1	0	0	0	-	1	-	-	1	-	1
-	0	1	0	0	0	1	0	1	0	-	-	0	0	-	1	-
-	0	1	0	1	0	1	1	0	0	-	-	0	1	-	-	1
-	0	1	1	0	0	1	1	1	0	-	-	0	-	0	1	-
-	0	1	1	1	1	0	0	0	1	-	-	0	-	1	-	1
-	1	0	0	0	1	0	0	1	-	0	0	-	0	-	1	-
-	1	0	0	1	1	0	1	0	-	0	0	-	1	-	-	1
-	1	0	1	0	1	0	1	1	-	0	0	-	-	0	1	-
-	1	0	1	1	1	1	0	0	-	0	1	-	-	1	-	1
-	1	1	0	0	1	1	0	1	-	1	-	0	0	-	1	-
-	1	1	0	1	1	1	1	0	-	1	-	1	0	-	-	1



## Mapas de Karnaugh das saídas dos controladores dos veículos e equações reduzidas dos respectivos mapas

$$S0 = VM$$

$SB\ P \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$$S0 = VM = X1X0$$

$$S1 = AM$$

$SB\ P \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	1

$$S1 = AM = \overline{X1}X0 + X1\overline{X0} = X1 \oplus X2$$

$$S2 = VE$$

$SB\ P \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	0	0	0
10	1	0	0	0

$$S2 = VE = \overline{X1} \overline{X0}$$

## Mapas de Karnaugh dos flip-flops dos controladores dos veículos e equações reduzidas dos respectivos mapas

***J1***

<i>SB P \ X1X0</i>	<i>00</i>	<i>01</i>	<i>11</i>	<i>10</i>
<i>00</i>	0	1	-	-
<i>01</i>	0	1	-	-
<i>11</i>	0	1	-	-
<i>10</i>	0	1	-	-

$$J1 = X0$$

***K1***

<i>SB P \ X1X0</i>	<i>00</i>	<i>01</i>	<i>11</i>	<i>10</i>
<i>00</i>	-	-	0	0
<i>01</i>	-	-	1	0
<i>11</i>	-	-	1	0
<i>10</i>	-	-	1	0

$$K1 = PX0$$

***J0***

<i>SB P \ X1X0</i>	<i>00</i>	<i>01</i>	<i>11</i>	<i>10</i>
<i>00</i>	0	-	-	1
<i>01</i>	0	-	-	1
<i>11</i>	1	-	-	1
<i>10</i>	1	-	-	1

$$J0 = S + X1$$

***K0***

<i>SB P \ X1X0</i>	<i>00</i>	<i>01</i>	<i>11</i>	<i>10</i>
<i>00</i>	-	1	0	-
<i>01</i>	-	1	1	-
<i>11</i>	-	1	1	-
<i>10</i>	-	1	0	-

$$K0 = \overline{X1} + P$$

## Mapas de Karnaugh das saídas do display de sete segmentos e equações reduzidas dos respectivos mapas

**a**

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	1	1	1
11	0	1	0	0
10	1	0	1	1

$$a = X_1\bar{X}_2X_3 + \bar{X}_0X_1X_2 + \bar{X}_0X_1X_2 + X_0X_1\bar{X}_3$$

**b**

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	0	1
11	0	1	0	0
10	0	1	1	0

$$b = X_1\bar{X}_2X_3 + \bar{X}_0X_1X_2\bar{X}_3 + X_0\bar{X}_1X_3$$

**c**

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	0	0	1

$$c = \bar{X}_0X_1X_3 + X_0\bar{X}_1X_2 + X_0\bar{X}_1X_3$$

**d**

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	1	0	0
10	1	1	0	1

$$d = \bar{X}_0X_1X_3 + X_1\bar{X}_2X_3 + X_0\bar{X}_1\bar{X}_2 + X_0\bar{X}_1\bar{X}_3$$

***e***

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	1	0	0
10	0	0	1	0

$$e = X_0\overline{X_1}X_2X_3 + X_1X_2\overline{X_3} + \overline{X_0}X_1X_3$$

***f***

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	0	0	0
10	1	1	0	0

$$f = X_0\overline{X_1}X_2\overline{X_3} + \overline{X_0}X_1X_3$$

***g***

$X_0X_1 \backslash X_2X_3$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	1	1	0
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

$$g = \overline{X_0}X_1X_3 + X_0\overline{X_1}$$

# Mapas de Karnaugh dos flip-flops do controlador dos peões e equações reduzidas dos respectivos mapas

**$J3(S = 0)$**

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	-	-	-	-
10	-	-	-	-

**$J3(S = 1)$**

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	1	0
11	-	-	-	-
10	-	-	-	-

$$J3 = X2X1\bar{X}0S + X2X1X0S$$

**$K3(S = 0)$**

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	-	-	-
01	-	-	-	-
11	0	0	-	1
10	0	0	0	0

**$K3(S = 1)$**

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	-	-	-
01	-	-	-	1
11	0	0	-	1
10	0	0	0	0

$$K3 = X2X1\bar{S} + X2X1S$$

**$J2(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	-	-	-	-
11	-	-	-	-
10	0	0	1	-

 **$J2(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	-	-	-	-
11	-	-	-	-
10	0	0	1	-

$$J2 = X1X0\bar{S} + X1X0S$$

 **$K2(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	-	-	-
01	0	0	1	0
11	0	0	-	1
10	-	-	-	-

 **$K2(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	-	-	-
01	0	0	1	0
11	0	0	-	1
10	-	-	-	-

$$K2 = X1X0\bar{S} + X3X1\bar{S} + X1X0S + X3X1S$$

 **$J1(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	1	-	-
01	0	1	-	-
11	0	1	-	-
10	0	1	-	-

**$J1(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	1	-	-
01	0	1	-	-
11	0	1	-	-
10	0	1	-	-

$$J1 = X0\bar{S} + X0S$$

 **$K1(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	-	1	0
01	-	-	1	0
11	-	-	-	1
10	-	-	-	0

 **$K1(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	-	1	0
01	-	-	1	0
11	-	-	-	1
10	-	-	1	0

$$K1 = X0\bar{S} + X3X2\bar{S} + X0S + X3X2S$$

 **$J0(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	0	-	-	1
01	1	-	-	1
11	1	-	-	0
10	1	-	-	1

 **$J0(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	1	-	-	1
01	1	-	-	1
11	1	-	-	0
10	1	-	-	1

$$J0 = X3\bar{X}2\bar{S} + X2\bar{X}1\bar{S} + \bar{X}3X1\bar{S} + X3\bar{X}2S + \bar{X}1S + \bar{X}3S$$

**$K0(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	1	1	-
01	-	1	1	-
11	-	1	-	-
10	-	1	1	-

 **$K0(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	-	1	1	-
01	-	1	-	-
11	-	1	-	-
10	-	1	1	-

$$K0 = 1$$

Mapas de Karnaugh das saídas do controlador dos peões  
e equações reduzidas dos respectivos mapas

 **$VM(S = 0)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	0	0	0	0
11	0	0	-	1
10	0	0	0	0

 **$VM(S = 1)$** 

$X3X2 \backslash X1X0$	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	0	0	0	0
11	0	0	-	1
10	0	0	0	0

$$VM = \overline{X3} \overline{X1} \overline{S} + X3X2X1\overline{S} + \overline{X3} \overline{X2}S + X3X2X1S$$



**$AM(S = 0)$** 

$X_3X_2 \backslash X_1X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	-	0
10	0	0	0	0

 **$AM(S = 1)$** 

$X_3X_2 \backslash X_1X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	-	0
10	0	0	0	0

$$AM = X_3X_2\bar{X}_1\bar{S} + X_3X_2\bar{X}_1S$$

 **$P(S = 0)$** 

$X_3X_2 \backslash X_1X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	-	1
10	0	0	0	0

 **$P(S = 1)$** 

$X_3X_2 \backslash X_1X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	-	1
10	0	0	0	0

$$P = X_3X_2X_1X_0S + X_3X_2X_1X_0\bar{S}$$

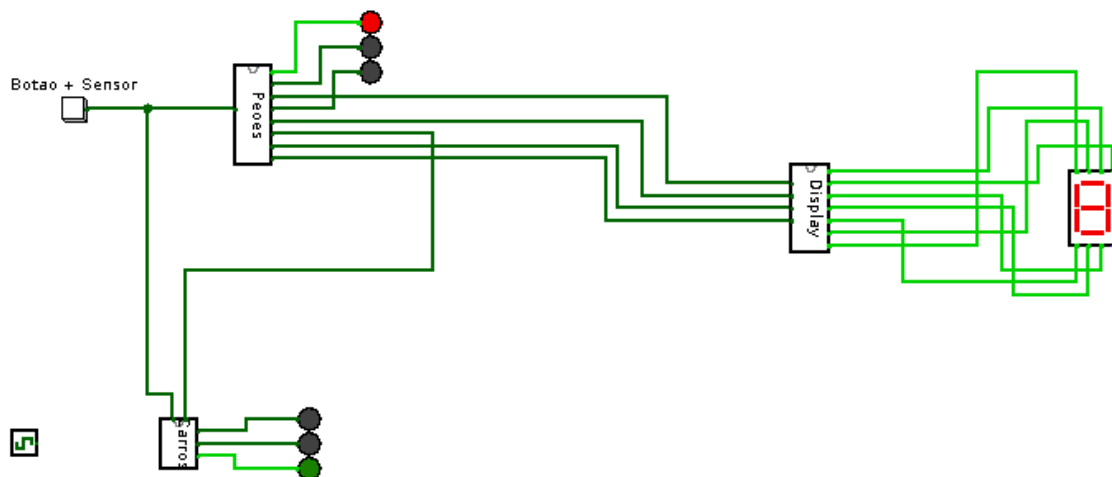
 **$VE(S = 0)$** 

$X_3X_2 \backslash X_1X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	-	0
10	1	1	1	1

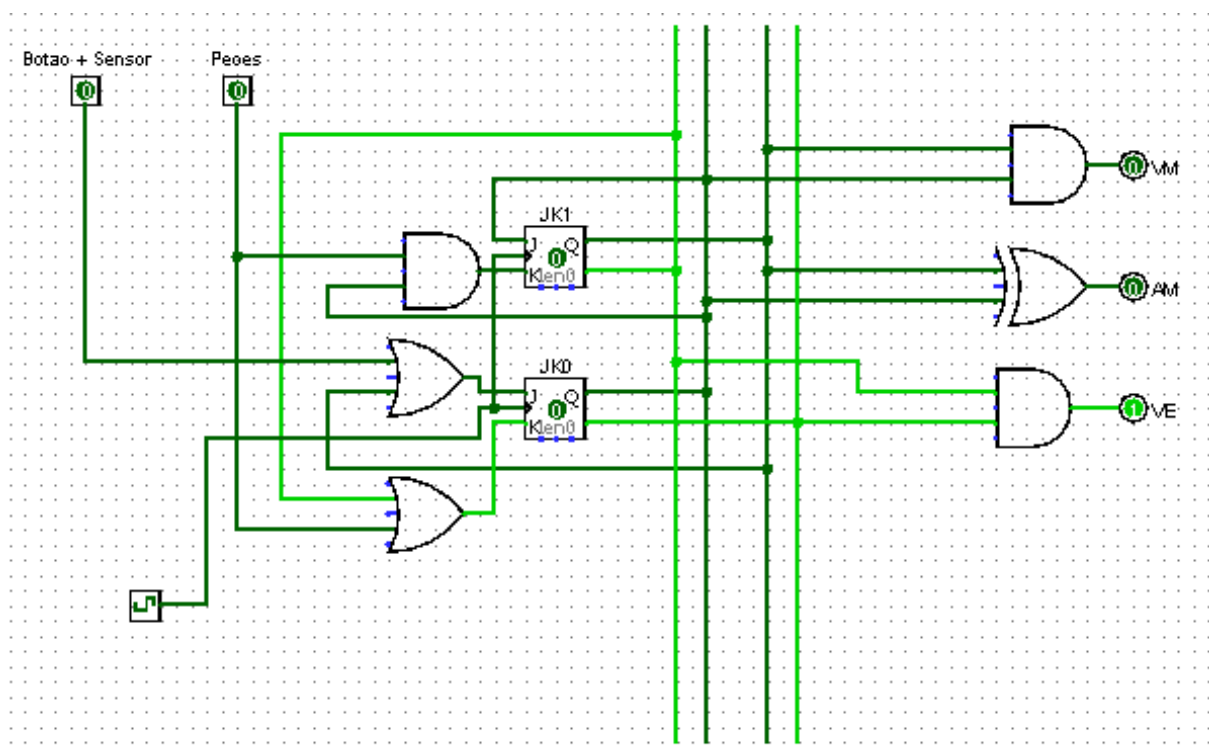
$VE(S = 1)$				
$X_3X_2 \backslash X_1X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	-	0
10	1	1	1	1

$$P = \overline{X_3}X_2\overline{S} + X_3\overline{X_2}\overline{S} + \overline{X_3}X_2S + X_3\overline{X_2}S$$

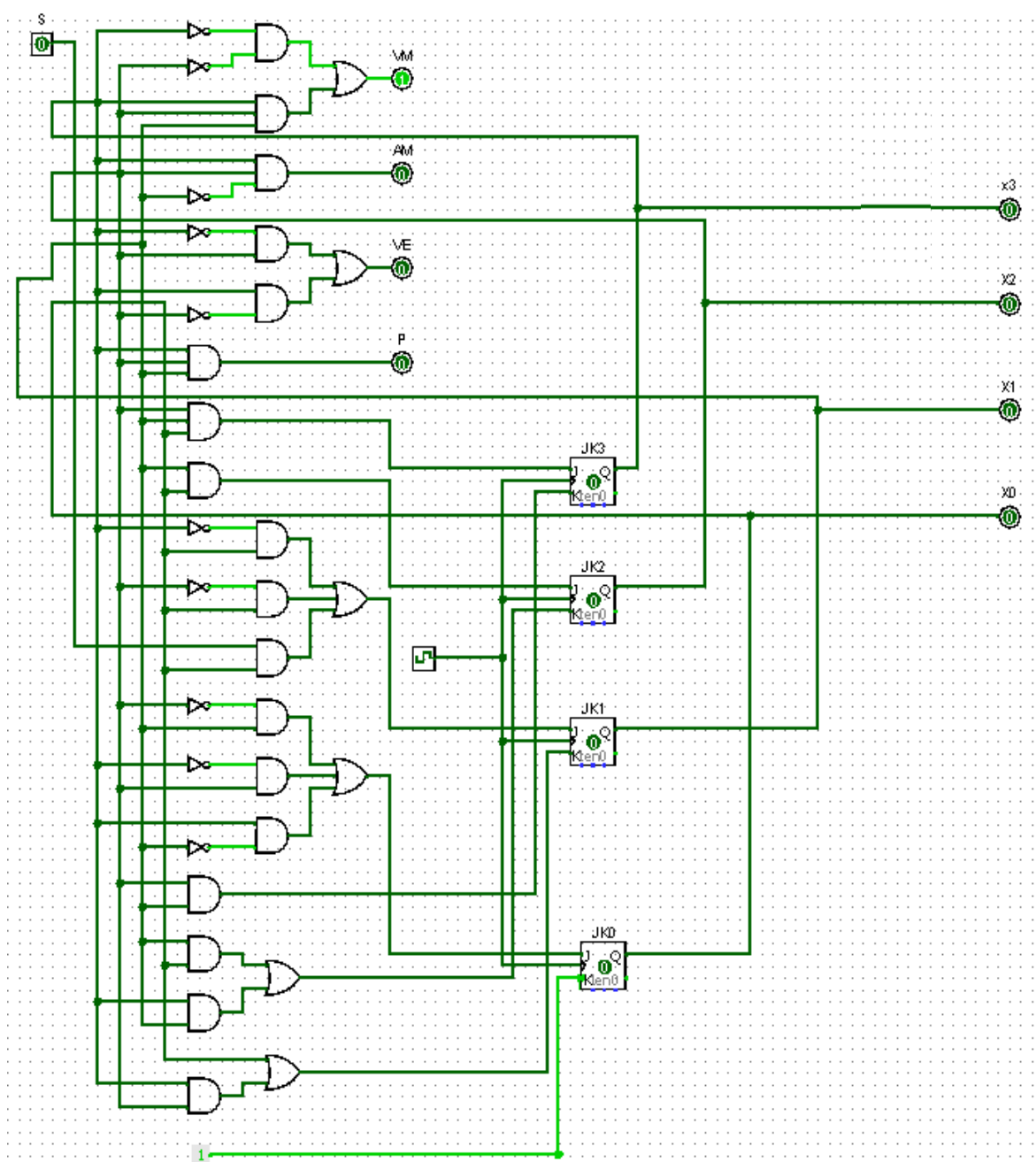
## Representação do circuito no Logisim



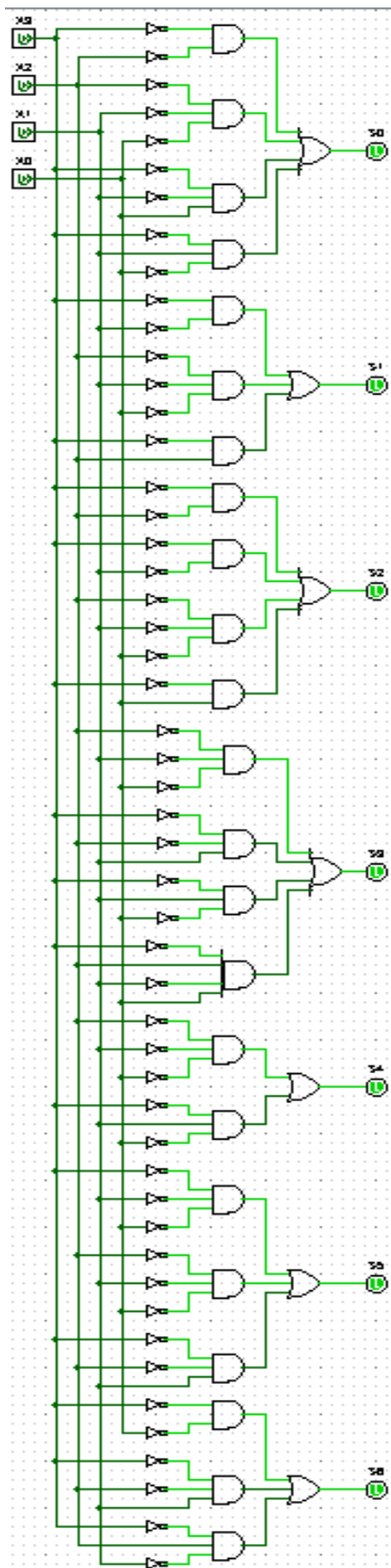
## Representação do circuito do controlador do semáforo dos veículos



## Representação do controlador do semáforo dos peões



## Representação do display de sete segmentos



## Conclusão

Através deste trabalho, conseguimos entender qual a importância deste tipo de trabalhos para a nossa carreira profissional enquanto estudantes desta universidade. Para as dificuldades que encontramos a tentar alcançar alcançamos o objetivo pretendido no nosso trabalho – fazer dois sistemas de controlo de semáforos que se interligassem um com o outro através de um controlador– ao mesmo tempo que esclarecemos todas as dúvidas que inicialmente tínhamos sobre esta matéria dos flip-flops. O Logisim final não funciona completamente, pois após uma implementação bem sucedida do Display de 7 segmentos, do botão/sensor de velocidade e do circuito dos Veículos , a implementação do circuito dos peões tem um erro, pois os flip-flops estão sempre a "0" ou seja, os estados não estão a avançar., mesmo assim o circuito sozinho funciona na perfeição se qualquer um dos flip-flops for manualmente ativado. Por consequente falha em corrigir o erro. Lamentamos pela falta de capacidade na correção do problema, mas esperamos ter corrigido o mesmo a tempo da apresentação. De qualquer forma avaliamos o trabalho de forma bastante positiva pois requiriu um grande esforço conjunto, perante problemas em cima da hora, e em como trabalhar sobre stress .