



Escola de Ciências e Tecnologias  
Departamento de Informática  
Licenciatura em Engenharia Informática

Sistemas Digitais  
(1º ano, 1º semestre, 2019/2020)  
**Docente:** Prof.º Doutor Pedro Salgueiro

## *Relatório do trabalho prático Máquina de Lavar Roupa*

### **Discentes:**

Alexandre Costa nº15856  
Guilherme Henriques nº45687

20 de janeiro de 2020

Évora

## **Objetivos**

Com este trabalho pretende-se desenvolver um sistema de controle para uma máquina de lavar roupa.

## **Introdução**

Este trabalho consiste na criação de um módulo de controlo de água e de um módulo de controlo de lavagem.

O módulo de controlo da água tem como objetivo fornecer a água necessária para a lavagem da máquina, tendo como componentes:

- Válvula da entrada da água (VA)
- Sensor de nível de água (SNA)
- Resistência de aquecimento da água (RAQ)
- Sensor de temperatura da água (STA)

O módulo de lavagem tem como objetivo a parte da lavagem e de centrifugação, sendo composta por:

- Movimento para a direita (MD)
- Movimento para a esquerda (ME)
- Bomba de água (BA)
- Sensor de nível de água (SNA)
- Modo de centrifugação (MC).

## Módulo de controlos

### Flip flops utilizados :

Neste trabalho foi utilizado o flip flop de tipo T, com a seguinte tabela de excitação.

$Q_n$	$Q_{n+1}$	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

#### *Módulo de controlo da água:*

Após a máquina ser ligada e o módulo do controlo da água ser ativado, ou seja, tomar o valor 1, a válvula de entrada de água (VA) será ativada. Quando a água atingir o nível necessário o sensor de nível de água (SNA) toma o valor 1, caso contrário, a válvula continua a permitir a entrada de água. Quando o sensor atingir o valor 1 a resistência de aquecimento da água (RAQ) entrará em funcionamento. Assim que a água atingir a temperatura necessária o valor do sensor da temperatura da água (STA) irá ser 1 permitindo que seja iniciada a lavagem. Dando-se o fim do módulo de controlo da água (FMCA).

#### *Módulo de controlo da lavagem:*

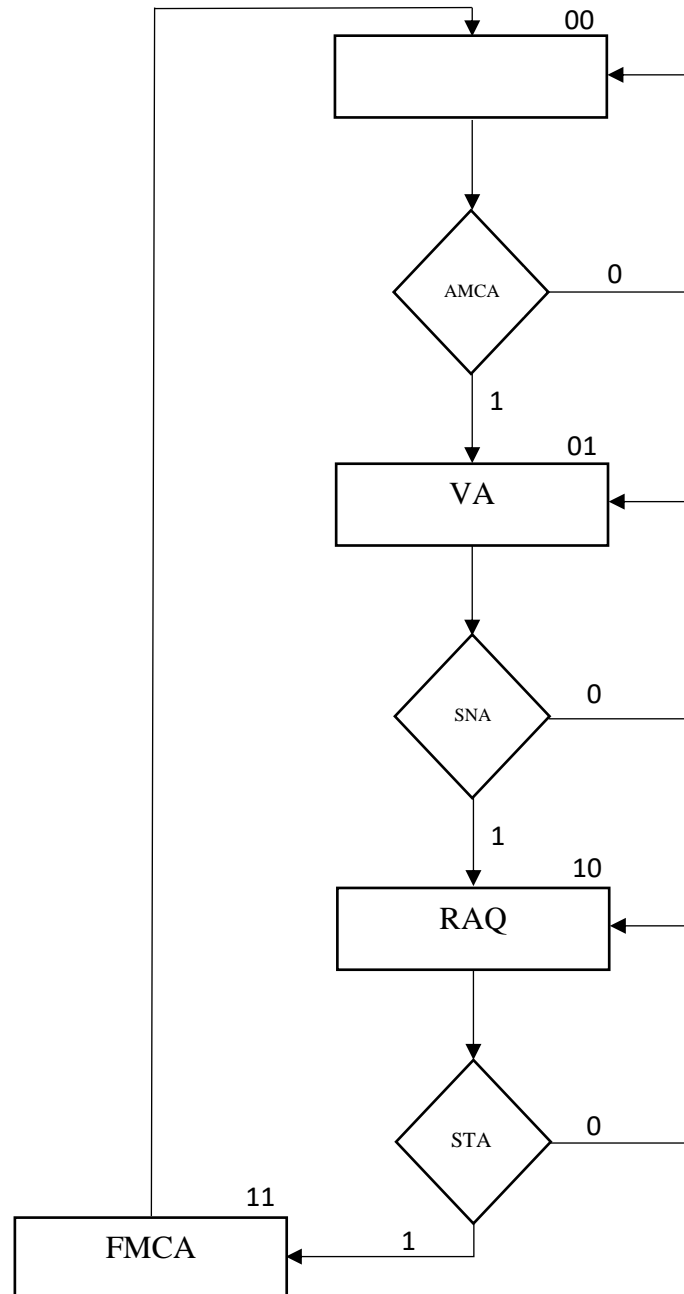
Assim que termine o módulo de controlo da água dá-se início ao módulo de controlo da lavagem. Durante dois ciclos de relógio o motor é rodado para a direita (MD), após esses dois ciclos o motor é rodado dois ciclos para a esquerda (ME).

A bomba de água (BA) é ativada após estes 4 ciclos. Enquanto o sensor de nível da água (SNA) não for igual a 0 a bomba de água continua ativa. Assim que o sensor de nível de água toma o valor 0 é ativado o modo de centrifugação juntamente com a bomba de água. Após este estado dá-se fim ao módulo de controlo de lavagem (FMCL).

## *Desenvolvimento*

### **Módulo de controle da água**

Diagrama ASM:



Variaveis de entrada:

-AMCA  
-SNA  
-STA

Variaveis de saída:

-VA  
-RAQ  
-FMCA

Tabela de verdade:

AMCA	SNA	STA	ESTADO ATUAL	ESTADO SEGUINTE	Qn		Qn+1		VA	RAQ	FMCA	T1	T0
					X1	X0	X1	X0					
0	-	-	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-	-	A	B	0	0	0	1	0	0	0	0	1
-	0	-	B	B	0	1	0	1	1	0	0	0	0
-	1	-	B	C	0	1	1	0	1	0	0	1	1
-	-	0	C	C	1	0	1	0	0	1	0	0	0
-	-	1	C	D	1	0	1	1	0	1	0	0	1
-	-	-	D	A	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Mapas de Karnaugh:

**T1 :**

AMCA = 1

SNA STA		X1 X0			
		00	01	11	10
00	00	0	0	1	0
01	01	0	0	1	0
11	11	0	1	1	0
10	10	0	1	1	0

AMCA = 0

SNA STA		X1 X0			
		00	01	11	10
00	00	0	0	1	0
01	01	0	0	1	0
11	11	0	1	1	0
10	10	0	1	1	0

$$T1 = (X0 * X1) + (SNA * X0)$$

**T0:**

AMCA = 1

$\begin{matrix} X1 X0 \\ SNA STA \end{matrix}$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	1	0	1	0
01	01	1	0	1	1
11	11	1	1	1	1
10	10	1	1	1	0

AMCA = 0

$\begin{matrix} X1 X0 \\ SNA STA \end{matrix}$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	0	0	1	0
01	01	0	0	1	1
11	11	0	1	1	1
10	10	0	1	1	0

$$T0 = (STA * X1) + (X1 * X0) + (SNA * X0) + (AMCA * X1 * X0)$$

**FMCA:**

AMCA = 1

$\begin{matrix} X1 X0 \\ SNA STA \end{matrix}$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	0	0	1	0
01	01	0	0	1	0
11	11	0	0	1	0
10	10	0	0	1	0

AMCA = 0

$\begin{matrix} X1 X0 \\ SNA STA \end{matrix}$		00	01	11	10
		00	01	11	10
00	00	0	0	1	0
01	01	0	0	1	0
11	11	0	0	1	0
10	10	0	0	1	0

$$FMCA = (X1 * X0)$$

**RAQ:**

AMCA = 1

$\begin{matrix} x_1 x_0 \\ \text{SNA STA} \end{matrix}$		00	01	11	10
00		0	0	0	1
01		0	0	0	1
11		0	0	0	1
10		0	0	0	1

AMCA = 0

$\begin{matrix} x_1 x_0 \\ \text{SNA STA} \end{matrix}$		00	01	11	10
00		0	0	0	1
01		0	0	0	1
11		0	0	0	1
10		0	0	0	1

$$\text{RAQ} = (x_1 * \overline{x_0})$$

**VA:**

AMCA = 1

$\begin{matrix} x_1 x_0 \\ \text{SNA STA} \end{matrix}$		00	01	11	10
00		0	1	0	0
01		0	1	0	0
11		0	1	0	0
10		0	1	0	0

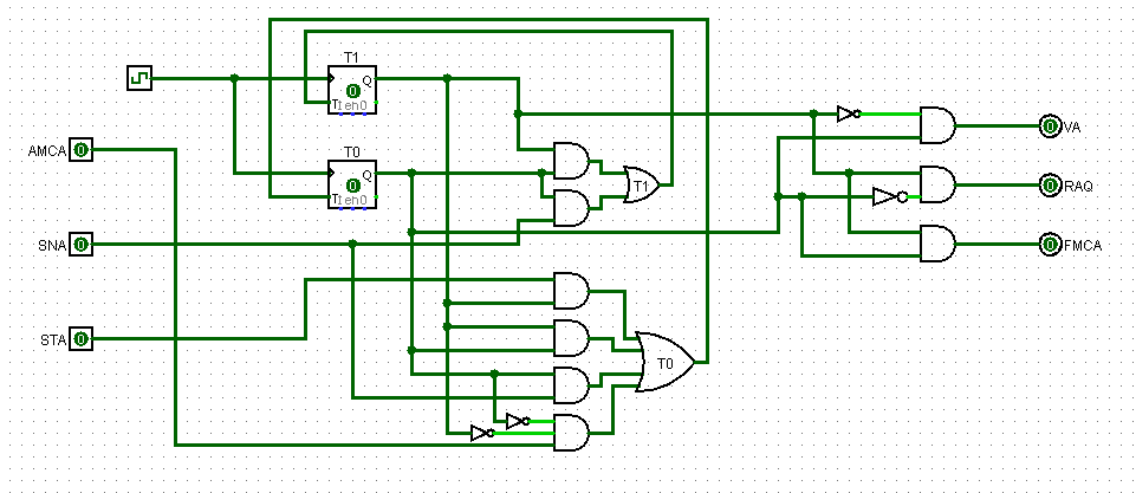
AMCA = 0

$\begin{matrix} x_1 x_0 \\ \text{SNA STA} \end{matrix}$		00	01	11	10
00		0	1	0	0
01		0	1	0	0
11		0	1	0	0
10		0	1	0	0

$$\text{VA} = (\overline{x_1} * x_0)$$

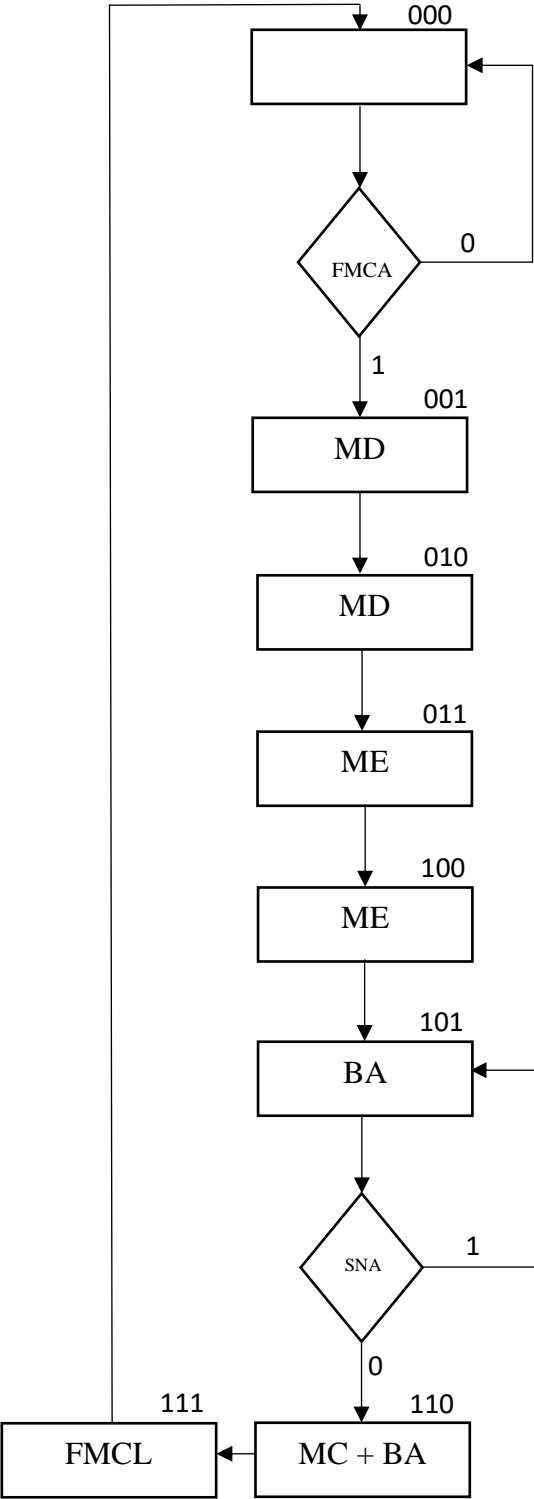


Circuito simplificado do módulo da água



Módulo de Controlador de Lavagem

Diagrama ASM:



Variáveis de entrada:

- FMCA
- SNA

Variáveis de saída:

- MD
- ME
- BA
- MC+BA
- FMCL

Tabela de verdade:

				Qn			Qn+1												
FMCA	SNA	ESTADO ATUAL	ESTADO SEGUINTE	X2	X1	X0	X2	X1	X0	MD	MD	ME	ME	BA	MC+BA	FMCL	T2	T1	T0
0	-	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	-	A	B	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
-	-	B	C	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
-	-	C	D	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
-	-	D	E	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
-	-	E	F	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
-	0	F	F	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
-	1	F	G	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
-	-	G	H	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
-	-	H	A	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

T0:

X2 = 1

		X1 X0			
FNCA	SNA	00	01	11	10
		1	1	1	1
00		1	1	1	1
01		1	0	1	1
11		1	0	1	1
10		1	1	1	1

X2 = 0

		X1 X0			
FNCA	SNA	00	01	11	10
		0	1	1	1
00		0	1	1	1
01		0	1	1	1
11		1	1	1	1
10		1	1	1	1

$$T0 = (X2 * \bar{X1} * \bar{X0}) + (X2 * \bar{SNA} * FMCA) + X1 + (FMCA * SNA) + (\bar{X2} * X0) + (\bar{X2} * SNA * FMCA)$$

**T1:**

X2 = 1

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	1	1	0

X2 = 0

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

$$T1 = (X1 * X0) + (\overline{SNA} * X0) + (\overline{X2} * X0)$$

**T2:**

X2 = 1

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

X2 = 0

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$$T2 = (X1 * X0)$$

**MD:**

X2 = 1

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	0	0	0
10	0	0	0	0

X2 = 0

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	1	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	1

$$MD = (X_2 * X_1 * X_0) + (\overline{X_2} * X_1 * X_0)$$

**ME:**

X2 = 1

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	0	0	0
10	1	0	0	0

X2 = 0

$X_1 X_0$	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

$$ME = (X_2 * \overline{X_1} * \overline{X_0}) + (\overline{X_2} * X_1 * X_0)$$

**BA:**

		X2 = 1			
FNCA SNA	X1 X0	00	01	11	10
	00	0	1	0	0
	01	0	1	0	0
	11	0	1	0	0
	10	0	1	0	0

		X2 = 0			
FNCA SNA	X1 X0	00	01	11	10
	00	0	0	0	0
	01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

$$BA = (X2 * \overline{X1} * X0)$$

**MC+BA:**

		X2 = 1			
FNCA SNA	X1 X0	00	01	11	10
	00	0	0	0	1
	01	0	0	0	1
	11	0	0	0	1
	10	0	0	0	1

		X2 = 0			
FNCA SNA	X1 X0	00	01	11	10
	00	0	0	0	0
	01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

$$MC+BA = (X2 * X1 * \overline{X0})$$

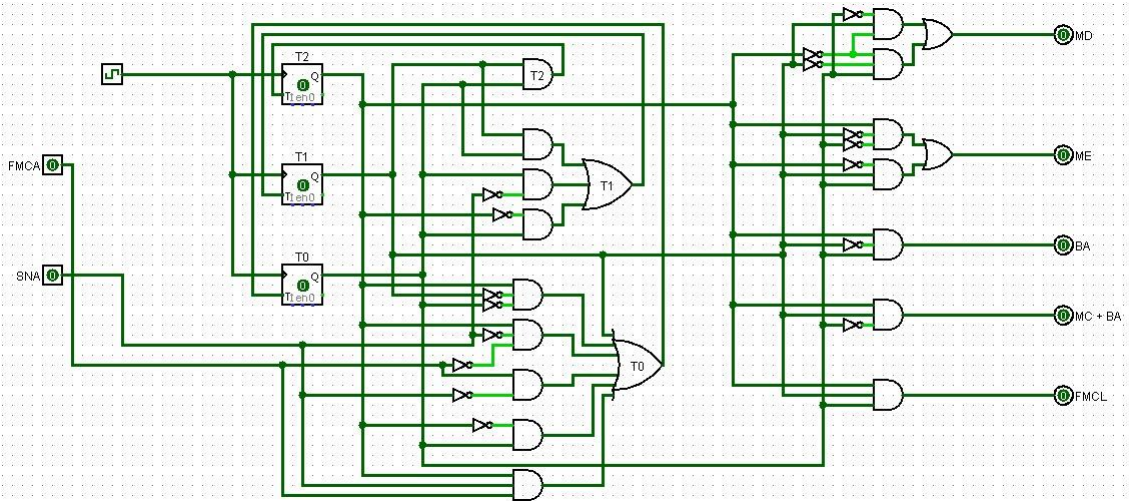
**FMCL:**

		X2 = 1			
		00	01	11	10
FNCA SNA	X1 X0				
	00	0	0	1	0
	01	0	0	1	0
	11	0	0	1	0
	10	0	0	1	0

		X2 = 0			
		00	01	11	10
FNCA SNA	X1 X0				
	00	0	0	0	0
	01	0	0	0	0
	11	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

$$\text{FMCL} = (X2 * X1 * X0)$$

Circuito simplificado do módulo de lavagem





## Conclusão

Apesar de não ter sido possível a implementação e integração dos 3 módulos foi possível colocar em prática algumas matérias aprendidas nas aulas de Sistemas Digitais.