

Trabalho prático
Máquina de Lavar Roupa



Afonso Alves nº 45286

André Rato nº 45517

José Alexandre nº45223

Sistemas Digitais

Évora, 18 de janeiro de 2020

Índice

Objetivos.....	3
Introdução.....	4
Desenvolvimento	6
Módulo de controle da máquina	6
Modelo ASM	6
Tabela de verdade.....	7
Tabela de excitação flipflop T	7
Mapas de karnaugh.....	8
Logigrama	10
Módulo de controle de lavagem	11
Modelo ASM	11
Tabela de verdade.....	12
Tabela de excitação flipflop T	12
Mapas de karnaugh.....	13
Logigrama	17
Módulo de controle da água	18
Modelo ASM	18
Tabela de verdade.....	19
Tabela de excitação flipflop T	19
Mapas de karnaugh.....	20
Logigrama	23
Circuito Final	24
Implementação	25
Comentários.....	26
Conclusão.....	26

Objetivos

O objetivo deste trabalho é criar um sistema de controle para uma máquina de lavar com três módulos de controle.

Introdução

Pretende-se criar um sistema de controle para uma máquina de lavar roupa. A máquina é composta pelos seguintes módulos:

- Módulo de controle da máquina;
- Módulo de controle da água;
- Módulo de controle da lavagem.

Para além dos módulos de controle, a máquina tem os seguintes sensores e botões:

- Botão de início (BI): A máquina deve começar a trabalhar quando este botão tomar o valor 1;
- Sensor de nível de água (SNA): Este sensor toma o valor 1 quando a água atinge o nível necessário para se dar início à lavagem; quando a máquina não tem água no seu interior, toma o valor 0;
- Sensor de temperatura da água (STA): Este sensor toma o valor 1 quando a água atingir a temperatura necessária para se dar início à lavagem;

e os seguintes componentes:

- Válvula de entrada de água (VA): Esta válvula serve para deixar entrar água na máquina. Quando receber o valor 1, a válvula encontra-se aberta e deixa entrar água;
- Resistência de aquecimento da água (AQ): Esta resistência serve para aquecer a água da lavagem. Quando receber o valor 1, a resistência está ligada e aquece a água;
- Motor roda para a direita (MD): Esta entrada do motor serve para rodar o motor para a direita. Quando receber o valor 1, o motor roda para a direita;
- Motor roda para a esquerda (ME): Esta entrada do motor serve para rodar o motor para a esquerda. Quando receber o valor 1, o motor roda para a esquerda;
- Motor modo centrifugação (MC): Esta entrada do motor serve para colocar o motor em modo de centrifugação. Quando recebe o valor 1, o motor roda em modo de centrifugação;
- Bomba de água (BA): A bomba de água serve para remover a água da máquina no final da lavagem. Quando tomar o valor 1, a bomba é acionada e a água expelida da máquina;

Modo de funcionamento

Quando se inicia o sistema, todos os sensores da máquina devem ter o valor 0 e todos os módulos e componentes devem estar parados. Quando o Botão de Início (BI) tomar o valor 1, a Válvula de Entrada de Água (VA) deve ser ativada, sendo desativada apenas quando a água atingir o nível necessário para se iniciar a lavagem. De seguida, a Resistência de Aquecimento da Água (RAQ) deve ser ativada, sendo desativada apenas quando a água atingir a temperatura necessária para dar início à lavagem da roupa.

Depois da água atingir a temperatura necessária para se iniciar a lavagem, o motor deve rodar para a direita (MD) durante 4 ciclos de relógio, rodar para a esquerda (ME) durante 4 ciclos de relógio, e depois ativar a Bomba de Água (BA). A Bomba de Água (BA) deve continuar a trabalhar até que o Sensor de Nível de Água (SNA) deixe de estar ativo.

Depois da água ser removida da máquina, o motor deve ser ativado no modo de centrifugação durante 2 ciclos e depois parar. Durante a centrifugação a Bomba de Água (BA) deve continuar a trabalhar.

Depois da centrifugação parar, a máquina deve parar e ficar pronta para iniciar outro ciclo de lavagem.

Desenvolvimento

Módulo de controle da máquina

Modelo ASM:

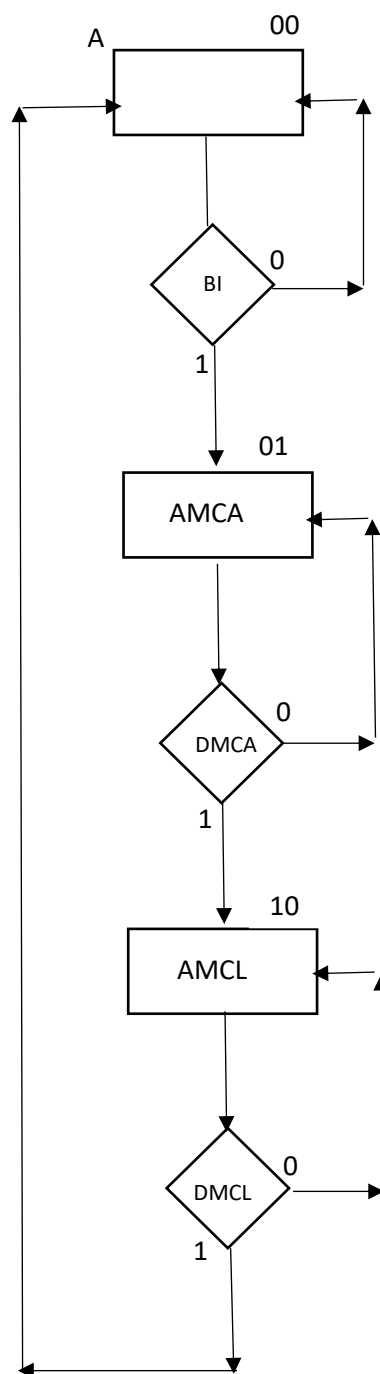


Tabela de verdade:

BI	DMCA	DMCL	Qn	Qn+1	X1n	X0n	X1n+1	X0n+1	AMCA	AMCL	T1	T0
0	X	X	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0
1	X	X	A	B	0	0	0	1	0	0	0	1
X	0	X	B	B	0	1	0	1	1	0	0	0
X	1	X	B	C	0	1	1	0	1	0	1	1
X	X	0	C	C	1	0	1	0	0	1	0	0
X	X	1	C	A	1	0	0	0	0	1	1	0

Tabela de excitação flipflop T:

Q*	Q	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Mapas de karnaugh:

BI=0

$\begin{array}{c} \text{X1 X0} \\ \text{DMCA DMCL} \end{array}$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	0	0

BI=1

$\begin{array}{c} \text{X1 X0} \\ \text{DMCA DMCL} \end{array}$	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	0	0

$$\text{AMCA} = \overline{\text{X1}} \text{X0}$$

BI=0

$\begin{array}{c} \text{X1 X0} \\ \text{DMCA DMCL} \end{array}$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	0

BI=1

$\begin{array}{c} \text{X1 X0} \\ \text{DMCA DMCL} \end{array}$	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	1
11	0	1	0	1
10	0	1	0	0

$$\text{T1} = \text{DMCA} \overline{\text{X1}} \text{X0} + \text{DMCL} \overline{\text{X1}} \text{X0}$$

BI=0

DMCA \ DMCL X1 X0	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	0	0

BI=1

DMCA \ DMCL X1 X0	00	01	11	10
00	1	0	0	0
01	1	0	0	0
11	1	1	0	0
10	1	1	0	0

$$T0 = \overline{\text{DMCA}} \text{X1 X0} + \text{BI} \overline{\text{X1}} \overline{\text{X0}}$$

BI=0

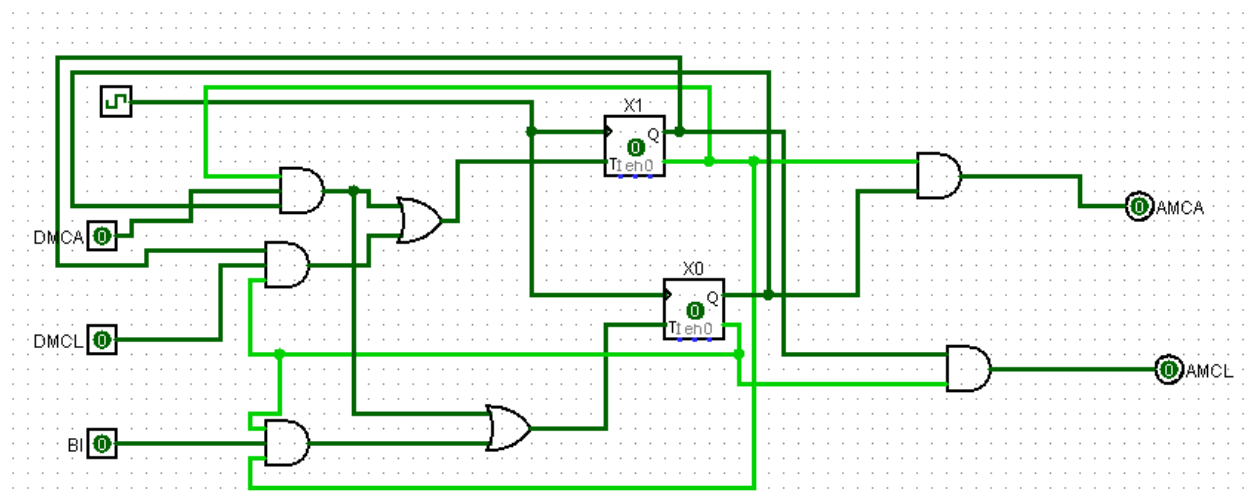
DMCA \ DMCL X1 X0	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	0	0	0	1
10	0	0	0	1

BI=1

DMCA \ DMCL 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

$$\text{DMCL} = \overline{\text{X1 X0}}$$

Logigrama:



Módulo de controle de lavagem

Modelo ASM:

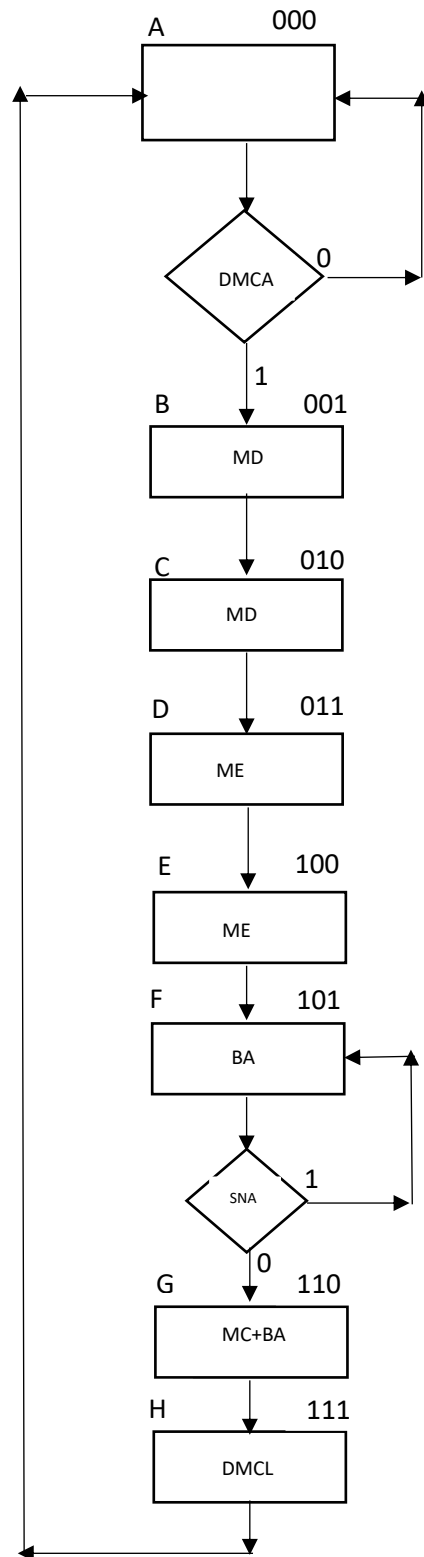


Tabela de verdade:

DMCA	SNA	Qn	Qn+1	X2	X1	X0	X2n+1	X1n+1	X0n+1	MD	ME	BA	MC+BA	DMCL	T2	T1	T0
0	X	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	X	A	B	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
X	X	B	C	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
X	X	C	D	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1
X	X	D	E	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
X	X	E	F	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
X	0	F	G	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1
X	1	F	F	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
X	X	G	H	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1
X	X	H	A	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Tabela de excitação flipflop T:

Q*	Q	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Mapas de karnaugh:

X2=0

X1 X0 \ DMCA SNA	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=1

X1 X0 \ DMCA SNA	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	0	0

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

X2=0

X1 X0 \ DMCA SNA	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=1

X1 X0 \ DMCA SNA	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

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

X2=0

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	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=1

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	00	01	11	10
00	0	1	0	0
01	0	1	0	0
11	0	1	0	0
10	0	1	0	0

$BA = \overline{X1} X0 X2$

X2=0

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	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=1

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	00	01	11	10
00	0	0	0	1
01	0	0	0	1
11	0	0	0	1
10	0	0	0	1

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

X2=0

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	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=1

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	00	01	11	10
00	0	0	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	0	1	0

DMCL= X1 X0 X2

X2=0

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	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=1

<div>X1 X0</div> <div>DMCA SNA</div>	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

X2=0

X1 X0 \ DMCA SNA	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	0	1	1	0

X2=1

X1 X0 \ DMCA SNA	00	01	11	10
00	0	1	1	0
01	0	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	1	1	0

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

X2=0

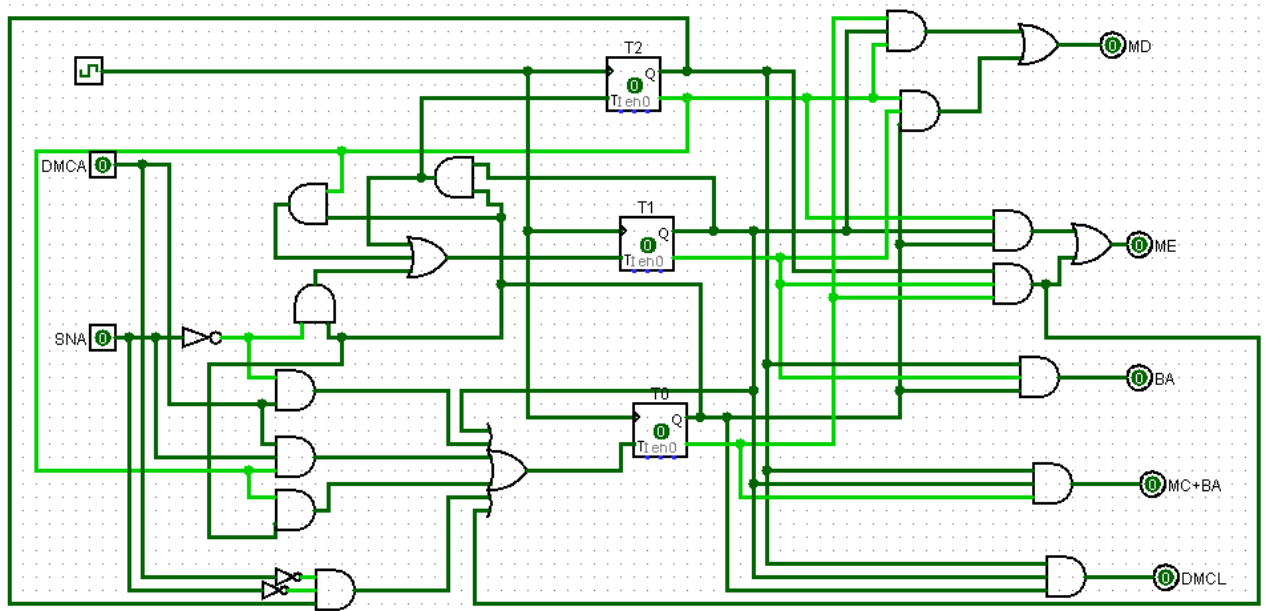
X1 X0 \ DMCA SNA	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	0	1	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

X2=1

X1 X0 \ DMCA SNA	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	0	1	1
11	1	0	1	1
10	1	1	1	1

$$T0 = X1 + \overline{X2} \overline{DMCA} \overline{SNA} + \overline{X2} X0 + \overline{X2} SNA DMCA + X2 \overline{X1} \overline{X0} + X2 \overline{SNA} DMCA$$

Logigrama:



Módulo de controle da água

Modelo ASM:

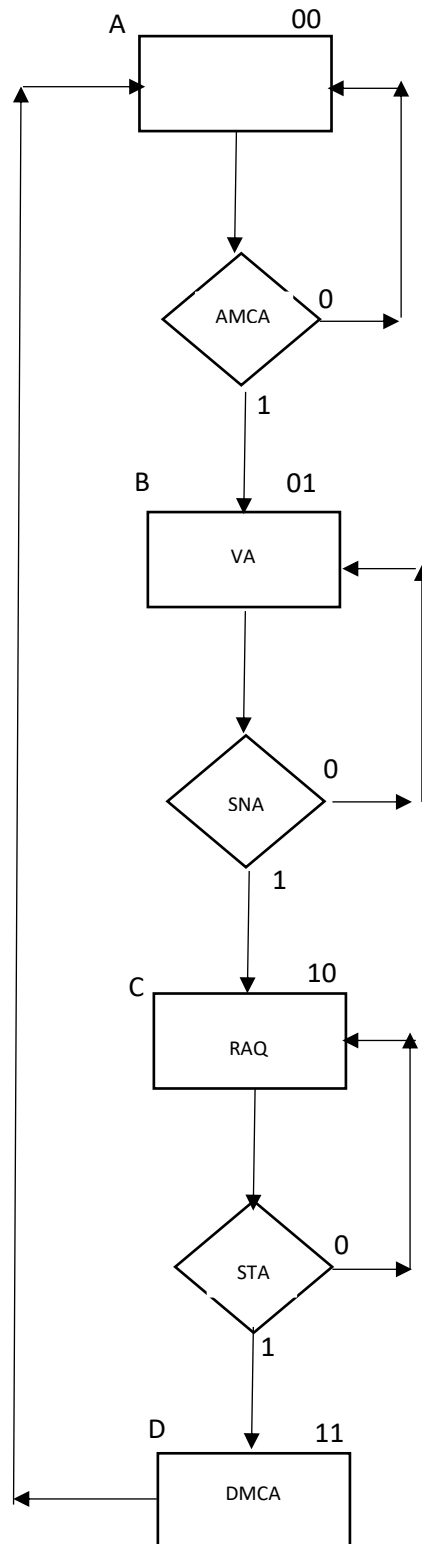


Tabela de verdade:

AMCA	SNA	STA	Qn	Qn+1	X1	X0	X1n+1	X0n+1	VA	RAQ	DMCA	T1	T0
0	X	X	A	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	X	X	A	B	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X	0	X	B	B	0	1	0	1	1	0	0	0	0
X	1	X	B	C	0	1	1	0	1	0	0	1	1
X	X	0	C	C	1	0	1	0	0	1	0	0	0
X	X	1	C	D	1	0	1	1	0	1	0	0	1
X	X	X	D	A	1	1	0	0	0	0	1	1	1

Tabela de excitação flipflop T:

Q*	Q	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Mapas de karnaugh:

AMCA=0

AMCA=1

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

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

$$VA = \overline{X1} X0$$

AMCA=0

AMCA=1

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

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

$$RAQ = X1 \overline{X0}$$

AMCA=0

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

AMCA=1

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

DMCA= X1 X0

AMCA=0

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

AMCA=1

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

$$T1 = X1 X0 + SNA X0$$

AMCA=0

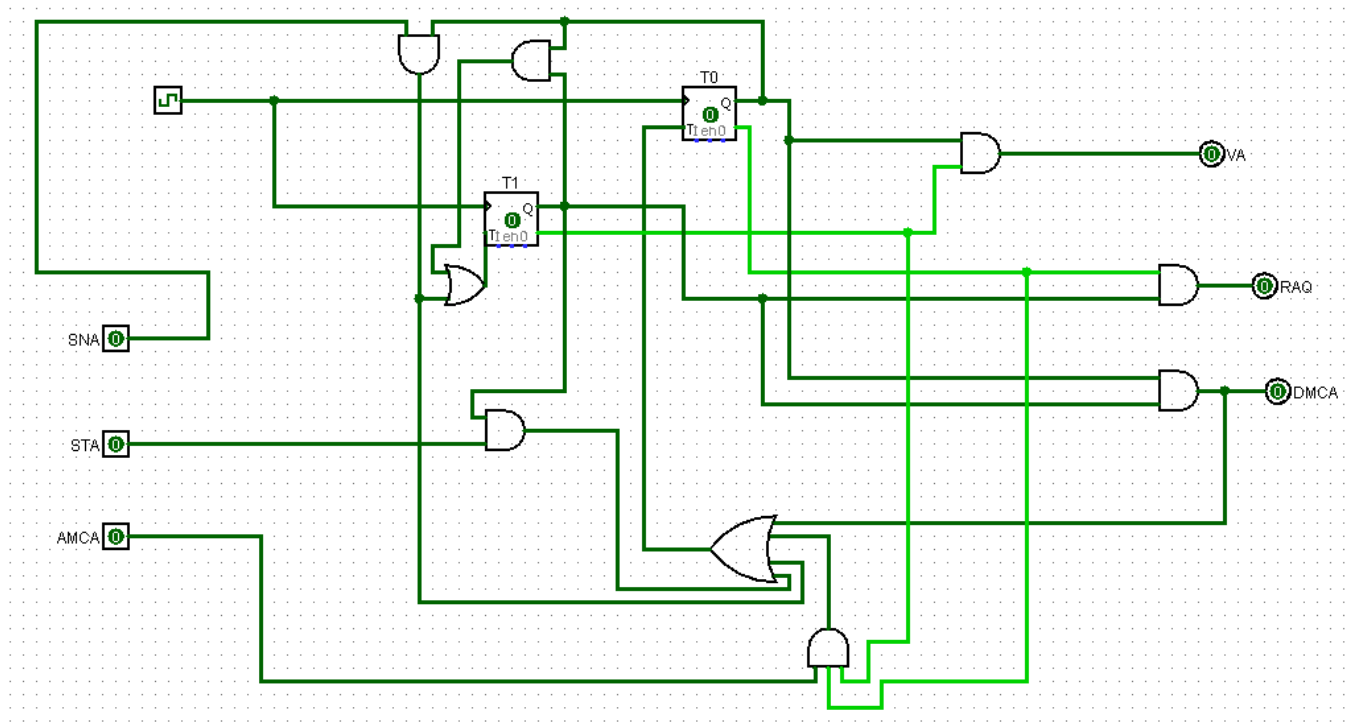
AMCA=1

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

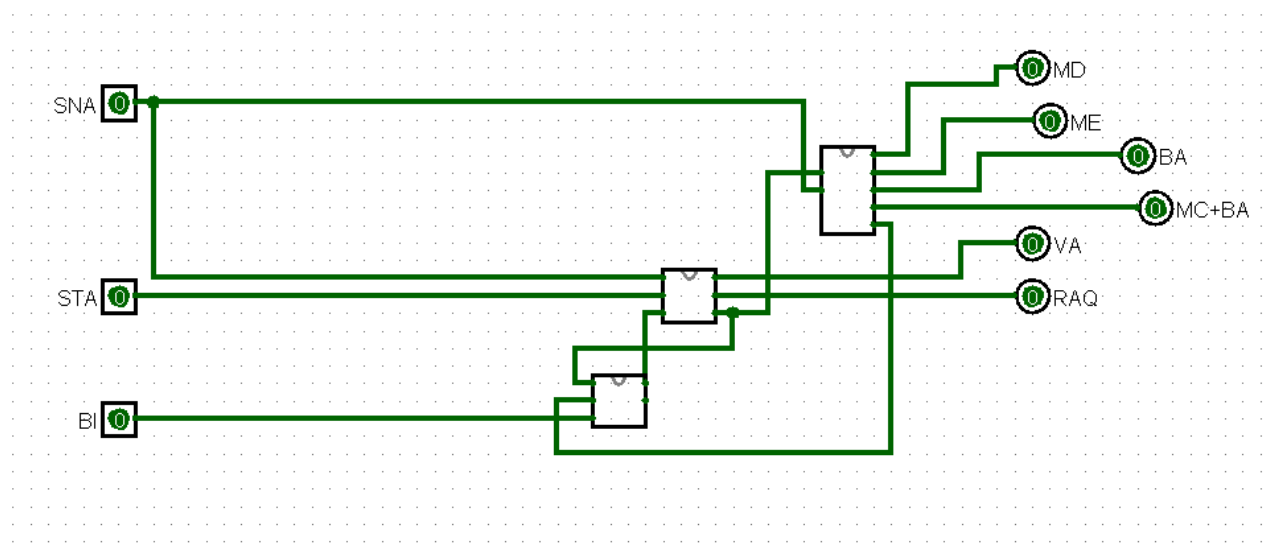
$\begin{array}{c} X1 \ X0 \\ \hline SNA \ STA \end{array}$	00	01	11	10
00	1	0	1	0
01	1	0	1	1
11	1	1	1	1
10	1	1	1	0

$$T0 = X1 \ X0 + AMCA \ \overline{X1} \ \overline{X0} + STA \ X1 + X0 \ SNA$$

Logigrama:



Circuito Final



Implementação

Implementou-se separadamente os módulos de controle da máquina, lavagem e água, respetivamente.

Para cada um dos módulos, seguiu-se o procedimento usual para a síntese de circuitos sequenciais:

- Definiu-se claramente quais são as entradas e as saídas do circuito.
- Desenhou-se modelo ASM
- Escreveu-se as tabelas de transição de estados e das saídas
- Escolheu-se o tipo de flip-flop a utilizar.
- Encontrou-se as equações de entrada dos flip-flops e das saídas utilizando as tabelas de excitação dos flip-flops escolhidos para desenhar os mapas de Karnaugh e extrair as equações simplificadas.
- Projetou-se o circuito simplificado no Logisim.
- Por fim após a implementação dos três módulos, combinaram-se os mesmo no Logisim de forma a implementar a máquina de lavar roupa.

Comentários

Após várias tentativas para desenvolver o circuito para a máquina de lavar, devido a vários erros cometidos, foi possível terminar o circuito da melhor forma.

Foi escolhido o Flip-flop T na construção dos módulos de forma a simplificar o circuito.

~

Conclusão

Para concluir, este trabalho colocou em prática as temáticas abordadas nas aulas teóricas e praticas.

Após vários erros no desenvolvimento do trabalho e a correção dos mesmos o resultado final é bastante positivo uma vez que foi possível desenvolver uma máquina de lavar roupa e “criar” algo que durante as aulas seria complicado criar.

Assim sendo o este trabalho serviu para colocar à prova as nossas capacidades.