



CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO de SÃO PAULO

UNIDADE de ENSINO de CAMPINAS

Máquina de Estados

Lavadora de Louças

Aluno: Éder Luís Bianco / RA: 05030331 / Turma: GTEN2B
Aluno: Antônio Carlos Aprígio / RA: 05030260 / Turma: GTEN2B
Aluno: José Carlos Aprígio / RA: 05030162 / Turma: GTEN2B
Aluno: Luís Adriano Dominicci / RA: 05030313 / Turma: GTEN2B

Prof.: Wlamir de Almeida Passos

Eletrônica Digital 3

Outubro /2006

1. Objetivo

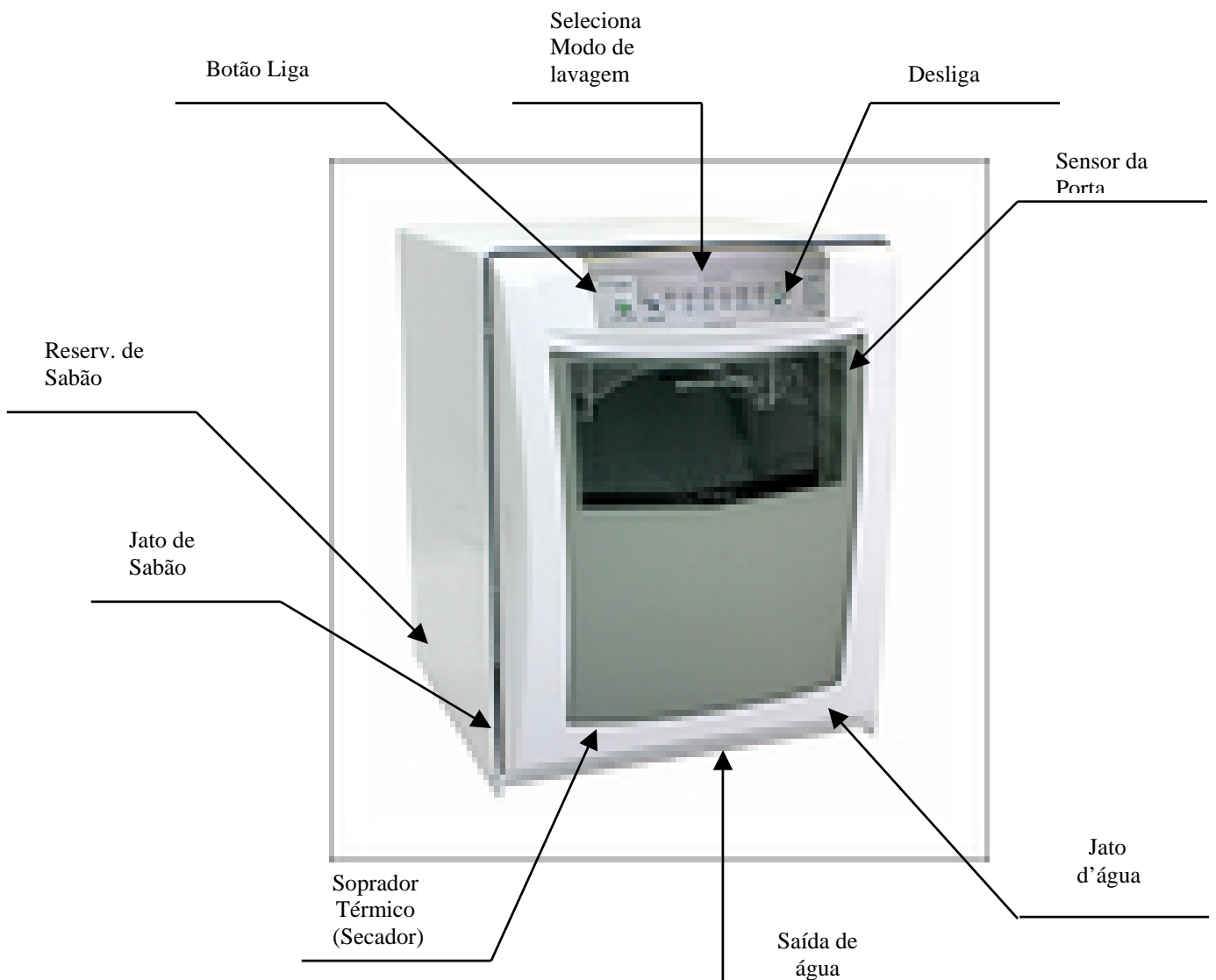
Este projeto tem como objetivo principal desenvolver a linguagem VHDL para uma máquina de estados, a qual será uma lavadora de louça. Ela será totalmente automatizada de forma a proporcionar um funcionamento prático e rápido.

Usando a versatilidade da ferramenta VHDL procuraremos também implementar uma forma de configuração simples para que qualquer pessoa possa utiliza-la sem qualquer dificuldade.

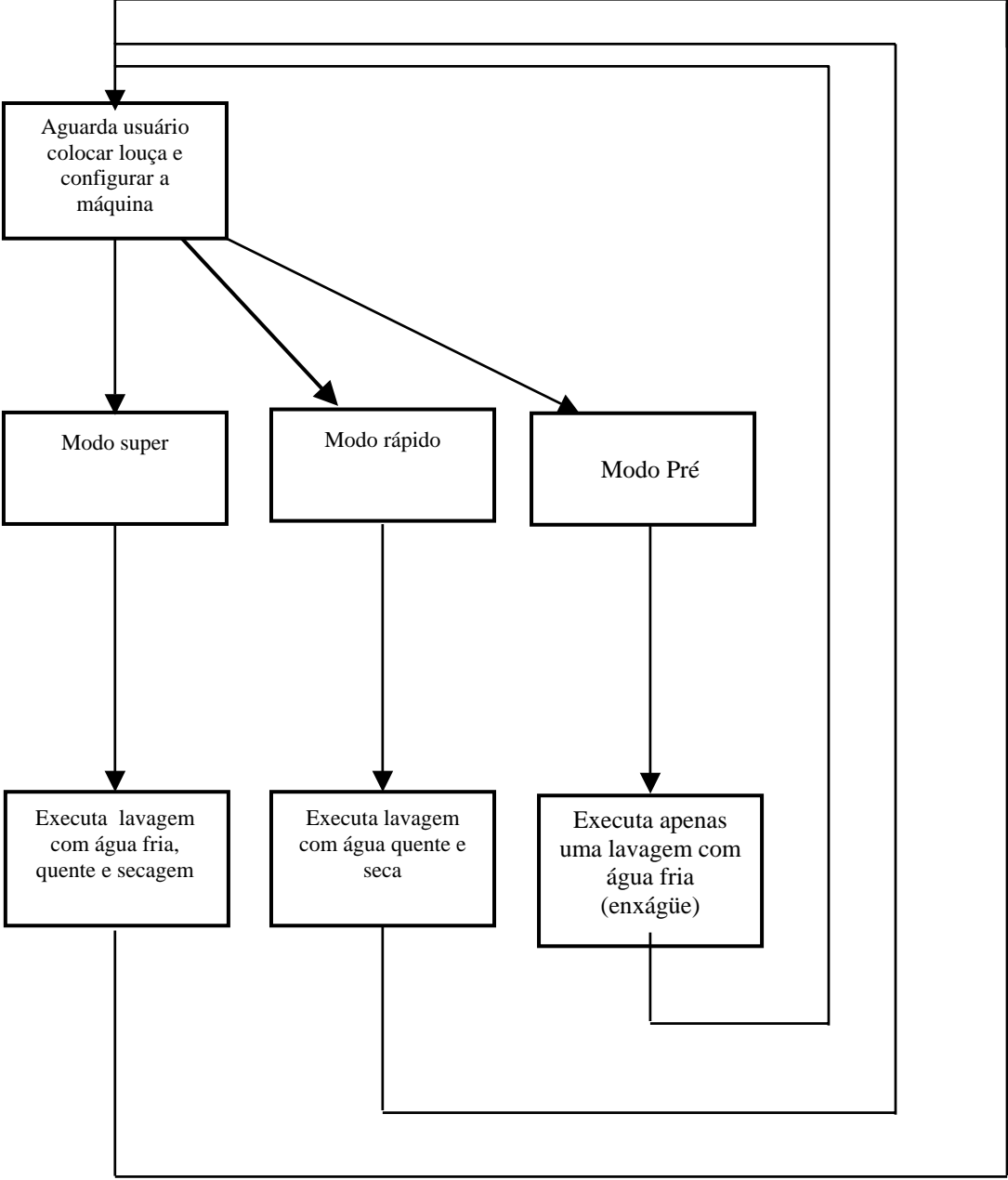
2. Especificação

2.1 Desenho do projeto

Máquina de Lavar Louças



2.2 Fluxograma sistêmico



3. Projeto Hardware

3.1 Lista de Sensores e Atuadores

Nome	Tipo	Função	Status
Sensor de porta	Entrada	Verifica se porta está aberta ou fechada	Porta aberta = 0 Porta fechada =1
Sensor de sabão		Verifica o nível de sabão	Nível mínimo de sabão = 1
Liga		Inicia o Funcionamento da máquina após selecionado o modo de funcionamento	Liga =1
STOP		Interrompe o funcionamento da máquina em qualquer estágio	Desliga = 1
Clock		Determina o funcionamento da máquina	0 1
Seleção de modo	Barramento De Dados	Seleciona o modo de lavagem	Modo Pré-lavagem = 01 Modo Lavagem Normal = 10 Modo Super-lavagem = 11
Temperatura		Seleciona valor da temperatura	Água fria= 00 Água 45°C= 01 Água 70°C= 10
Soprador Térmico		Modo de secagem da máquina	Ligado =1 Desligado = 0
Válvula sabão		Abre e fecha a entrada de sabão no processo	Ligado =1 Desligado = 0
Válvula água		Abre e fecha a entrada de água no processo	Ligado =1 Desligado = 0

4. Projeto VHDL

4.1 Arquivos em VHDL de cada bloco do projeto

Biblioteca e declaração de Sensores e atuadores

```
LIBRARY ieee;
USE ieee.std_logic_1164.all;
USE ieee.std_logic_unsigned.all;

ENTITY lavadora IS
    PORT(
        clk, stop                                : IN STD_LOGIC;
        s_porta, s_sabao, liga                    : IN  STD_LOGIC;
        secador, v_sabao, v_agua                 : OUT STD_LOGIC;
        modo                                      : IN    STD_LOGIC_VECTOR (1 DOWNTO 0);
        temperatura                              : OUT  STD_LOGIC_VECTOR (1 DOWNTO 0));

END lavadora ;
```

Arquitetura do Programa

```
ARCHITECTURE main OF lavadora IS
    TYPE lava_estados IS (parada, enxaguar_frio, lavando_normal,
        lavando_super, enxaguar, secar);
    SIGNAL lava: lava_estados ;
    SIGNAL liga_timer_0, fim_timer_0 :std_logic;--10m
    SIGNAL liga_timer_1, fim_timer_1 :std_logic;--15m
    SIGNAL liga_timer_2, fim_timer_2 :std_logic;--20
    SIGNAL liga_timer_3, fim_timer_3 :std_logic;--25

END ARCHITECTURE main;
```

Estrutura da Máquina de Estados

```
BEGIN
PROCESS (clk)
BEGIN
IF clk'EVENT AND clk = '1' THEN
    CASE lava IS

        when parada=>
            if liga='1' and s_porta='1' and modo="01" then lava <= enxaguar_frio;
            elsif liga='1' and s_porta='1' and modo="10" then lava <= lavando_normal;
            elsif liga='1' and s_porta='1' and modo="11" then lava <= enxaguar_frio;
            end if;

        when enxaguar_frio=>
            if modo="01" and fim_timer_0='1' then lava <= parada;
            elsif modo="11" and fim_timer_0='1' then lava <= lavando_super;
            end if;
            if stop='1' or s_porta='0' then lava<= parada;
            end if;

        when lavando_normal=>
            if fim_timer_1='1' then lava<= enxaguar;
            end if;
            if stop='1' or s_porta='0' or s_sabao='0' then lava<= parada;
            end if;

    end case;
END IF;
END PROCESS;
```

```

when lavando_super=>
  if fim_timer_3='1' then lava<= enxaguar;
  end if;
  if stop='1' or s_porta='0' or s_sabao='0' then lava<= parada;
  end if;

when enxaguar=>
  if (modo="10" or modo="11") and fim_timer_2='1' then lava<= secar;
  end if;
  if stop='1' or s_porta='0' then lava<= parada;
  end if;

when secar=>
  if (modo="10" or modo="11") and fim_timer_3='1' then lava<= parada;
  end if;
  if stop='1' or s_porta='0' then lava<= parada;
  end if;

  END CASE;
END IF;
END PROCESS;

```

Funcionamiento de cada Estado

```

PROCESS (lava)
BEGIN
CASE lava IS

```

```

  WHEN parada=>
    v_agua    <= '0';
    secador   <= '0';
    temperatura <= "00";
    liga_timer_0 <= '0';
    liga_timer_1 <= '0';
    liga_timer_2 <= '0';
    liga_timer_3 <= '0';
    v_sabao   <= '0';

```

```

  WHEN enxaguar_frio=>
    v_agua    <= '1';
    secador   <= '0';
    temperatura <= "00";
    liga_timer_0 <= '1';
    liga_timer_1 <= '0';
    liga_timer_2 <= '0';
    liga_timer_3 <= '0';
    v_sabao   <= '0';

```

```

  WHEN lavando_normal=>
    v_agua    <= '1';
    secador   <= '0';
    temperatura <= "01";
    liga_timer_0 <= '0';
    liga_timer_1 <= '1';
    liga_timer_2 <= '0';
    liga_timer_3 <= '0';
    v_sabao   <= '1';

```

```

  WHEN lavando_super=>
    v_agua    <= '1';
    secador   <= '0';
    temperatura <= "10";
    liga_timer_0 <= '0';

```

```

        liga_timer_1 <= '0';
        liga_timer_2 <= '0';
        liga_timer_3 <= '1';
    v_sabao    <= '1';

    WHEN enxaguar=>
        v_agua    <= '1';
        secador    <= '0';
        temperatura <= "01";
        liga_timer_0 <= '0';
        liga_timer_1 <= '0';
        liga_timer_2 <= '1';
        liga_timer_3 <= '0';
        v_sabao    <= '0';

    WHEN secar=>
        v_agua    <= '0';
        secador    <= '1';
        temperatura <= "00";
        liga_timer_0 <= '0';
        liga_timer_1 <= '0';
        liga_timer_2 <= '0';
        liga_timer_3 <= '1';
        v_sabao    <= '0';

```

```

END CASE;
END PROCESS;

```

Contadores

Timer 1

```

PROCESS (CLK, liga_timer_0)
    VARIABLE CNT_VAL : STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNTO 0);
    VARIABLE FIM_VAL : STD_LOGIC;
    BEGIN
    IF liga_timer_0 = '0' THEN
        CNT_VAL := x"0";
        FIM_VAL := '0';
    ELSIF (CLK'EVENT AND CLK = '1') THEN
        IF CNT_VAL < x"5" THEN --10 minutos
            CNT_VAL := CNT_VAL + 1;
            FIM_VAL := '0';
        ELSE
            CNT_VAL := CNT_VAL;
            FIM_VAL := '1';
        END IF;
    END IF;
    fim_timer_0 <= FIM_VAL;
    END PROCESS;

```

Timer 2

```

PROCESS (CLK, liga_timer_1)
    VARIABLE CNT_VAL : STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNTO 0);
    VARIABLE FIM_VAL : STD_LOGIC;
    BEGIN
    IF liga_timer_1 = '0' THEN
        CNT_VAL := x"0";
        FIM_VAL := '0';
    ELSIF (CLK'EVENT AND CLK = '1') THEN
        IF CNT_VAL < x"6" THEN --15 minutos
            CNT_VAL := CNT_VAL + 1;
            FIM_VAL := '0';
        END IF;
    END IF;
    END PROCESS;

```

```

ELSE
  CNT_VAL := CNT_VAL;
  FIM_VAL := '1';
END IF;
END IF;
fim_timer_1 <= FIM_VAL;
END PROCESS;

```

Timer 3

```

PROCESS (CLK, liga_timer_2)
VARIABLE CNT_VAL : STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNT0 0);
VARIABLE FIM_VAL : STD_LOGIC;
BEGIN
IF liga_timer_2 = '0' THEN
CNT_VAL := x"0";
FIM_VAL := '0';
ELSIF (CLK'EVENT AND CLK = '1') THEN
IF CNT_VAL < x"9" THEN --20 minutos
  CNT_VAL := CNT_VAL + 1;
  FIM_VAL := '0';
ELSE
  CNT_VAL := CNT_VAL;
  FIM_VAL := '1';
END IF;
END IF;
fim_timer_2 <= FIM_VAL;
END PROCESS;

```

Timer 4

```

PROCESS (CLK, liga_timer_3)
VARIABLE CNT_VAL : STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNT0 0);
VARIABLE FIM_VAL : STD_LOGIC;
BEGIN
IF liga_timer_3 = '0' THEN
CNT_VAL := x"0";
FIM_VAL := '0';
ELSIF (CLK'EVENT AND CLK = '1') THEN
IF CNT_VAL < x"f" THEN --25 minutos
  CNT_VAL := CNT_VAL + 1;
  FIM_VAL := '0';
ELSE
  CNT_VAL := CNT_VAL;
  FIM_VAL := '1';
END IF;
END IF;
fim_timer_3 <= FIM_VAL;
END PROCESS;

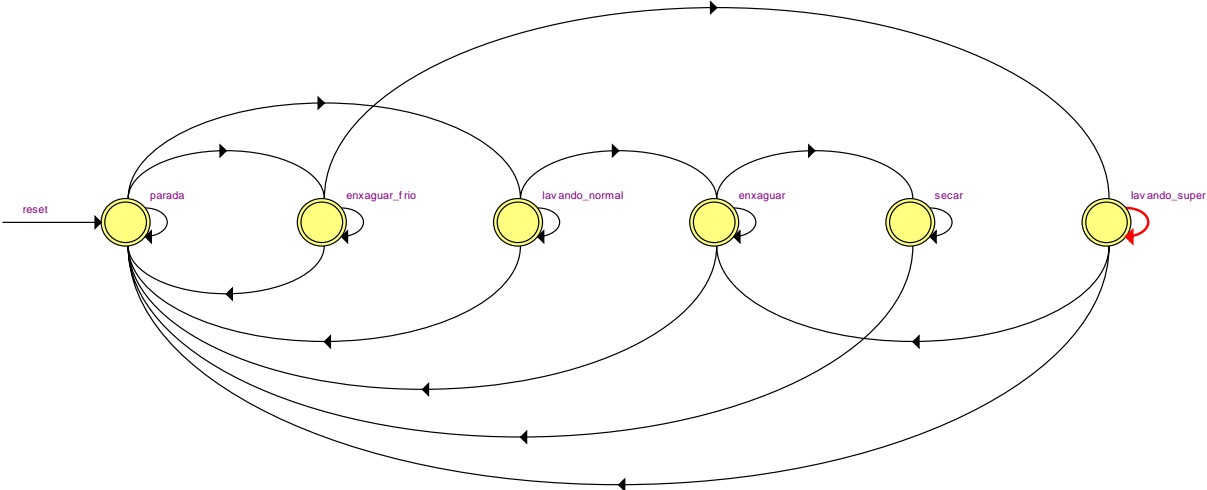
```

```

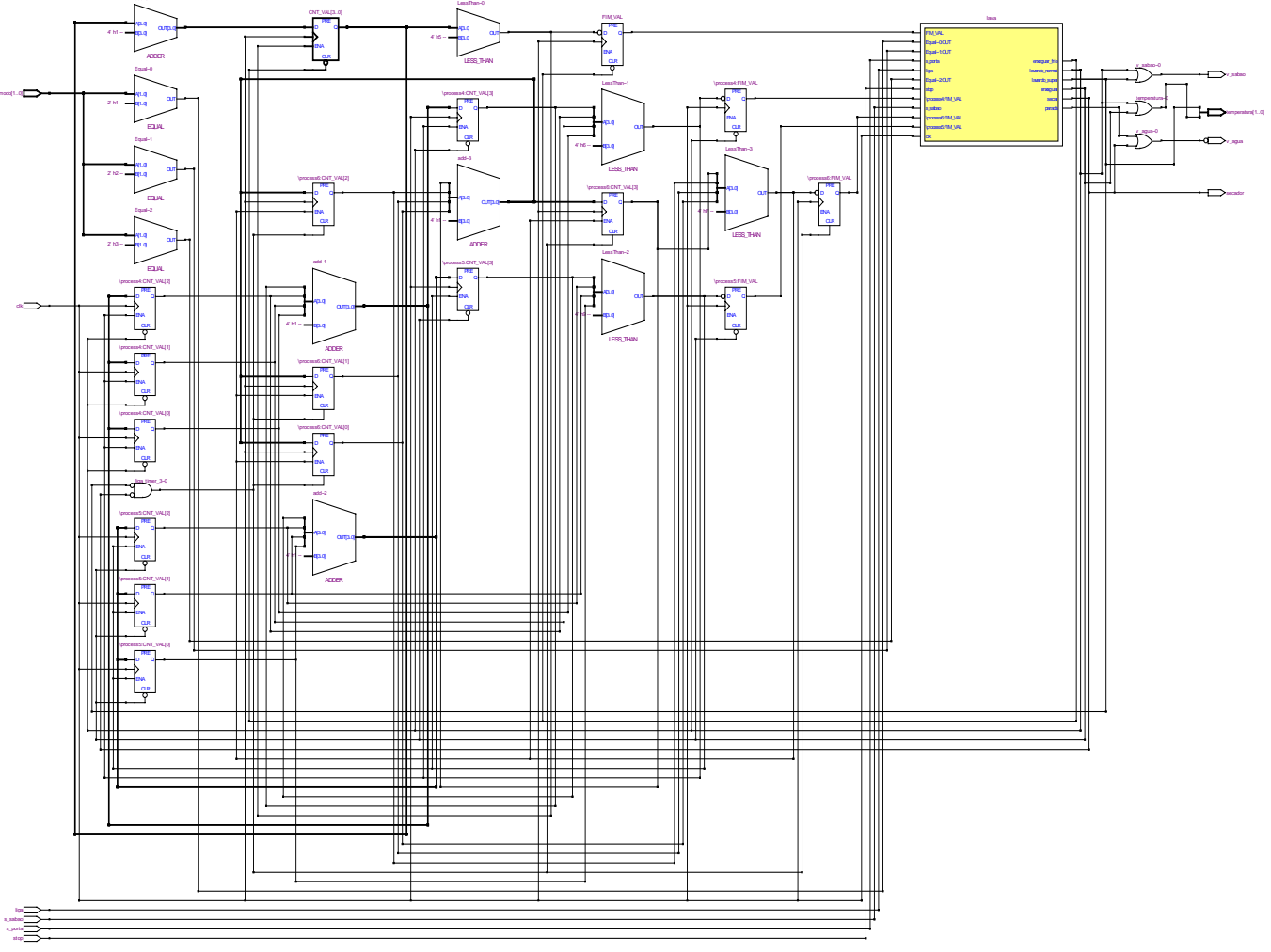
END main;

```

Máquina de Estado gerada no Quartus



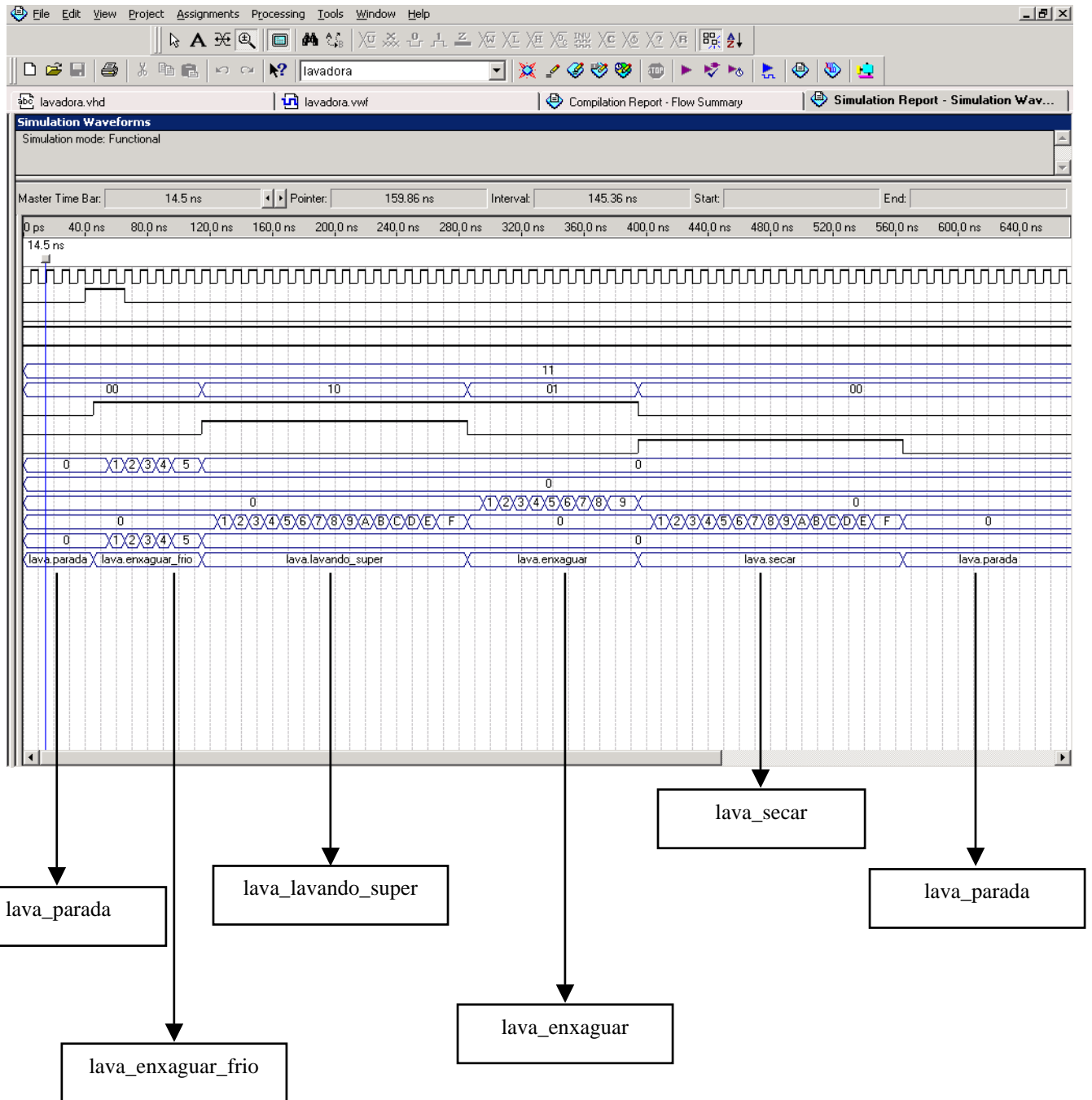
RTL VIEWER



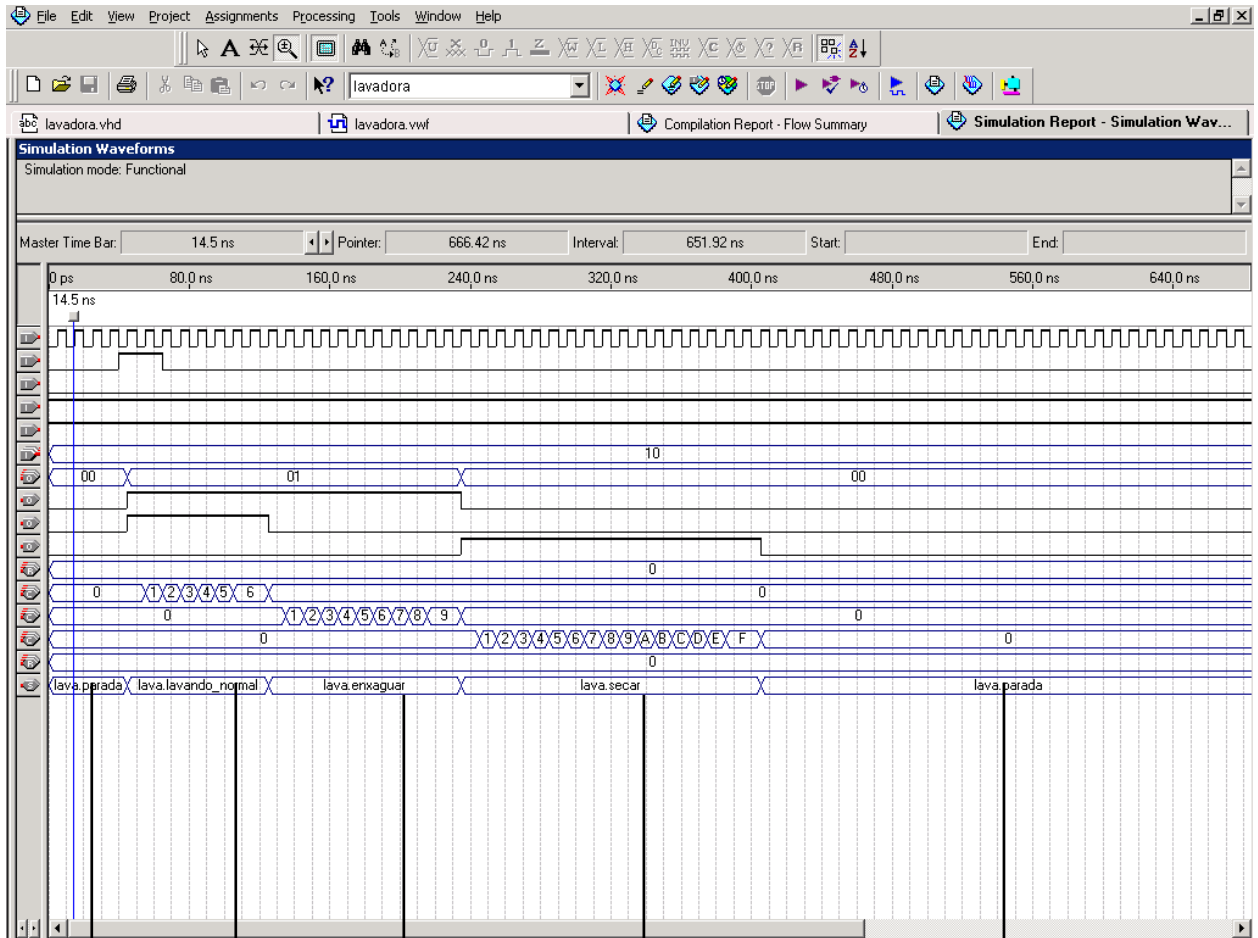
4.2 Colocar resposta da simulação de cada bloco do projeto e a simulação final.

Simulação

1- Máquina executa Super Lavagem



2- Máquina Lavando Normal



lava_parada

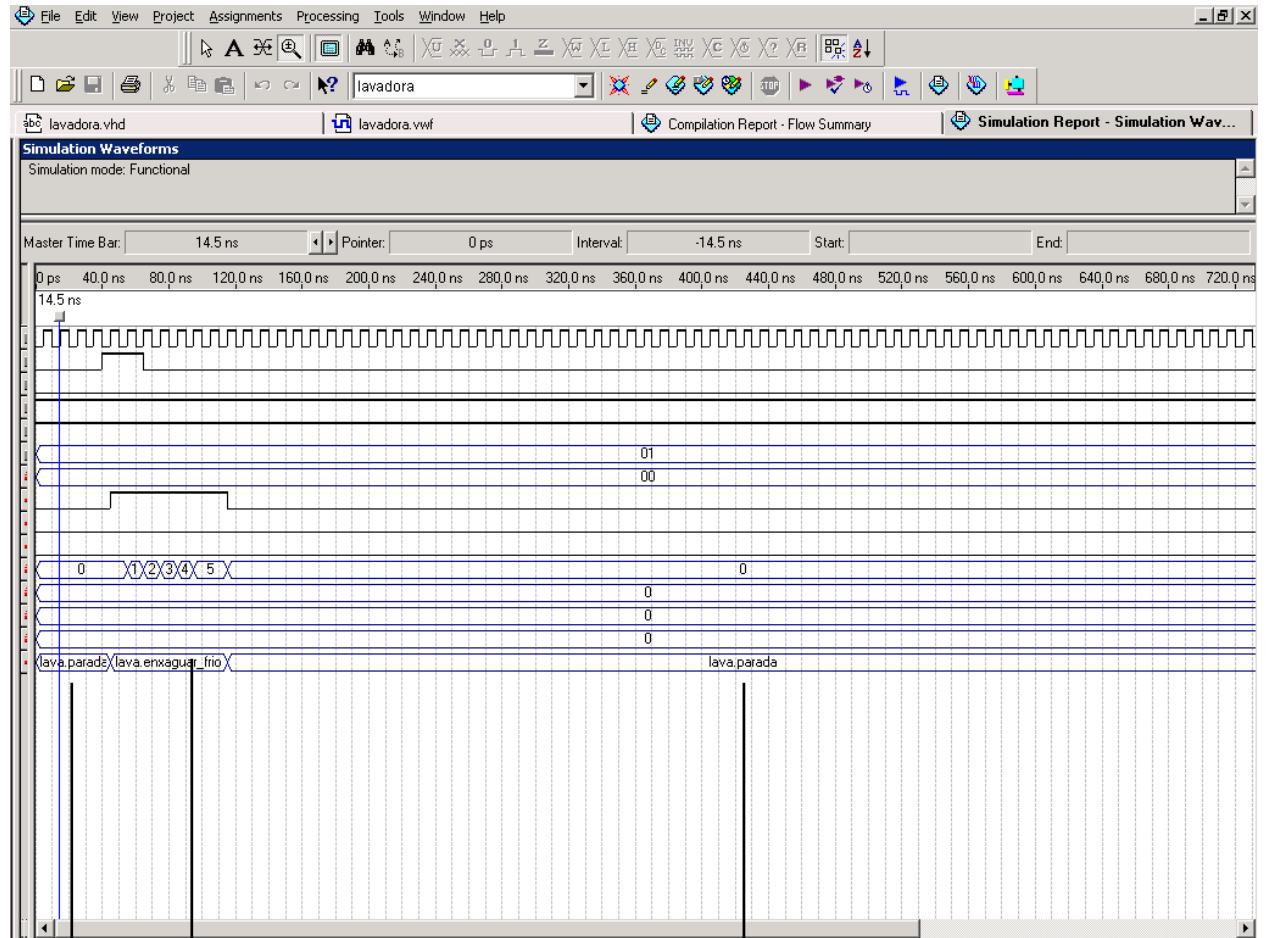
lava_enxaguar

lava_parada

lava_lavando_normal

lava_secar

3- Modo Pré lavagem

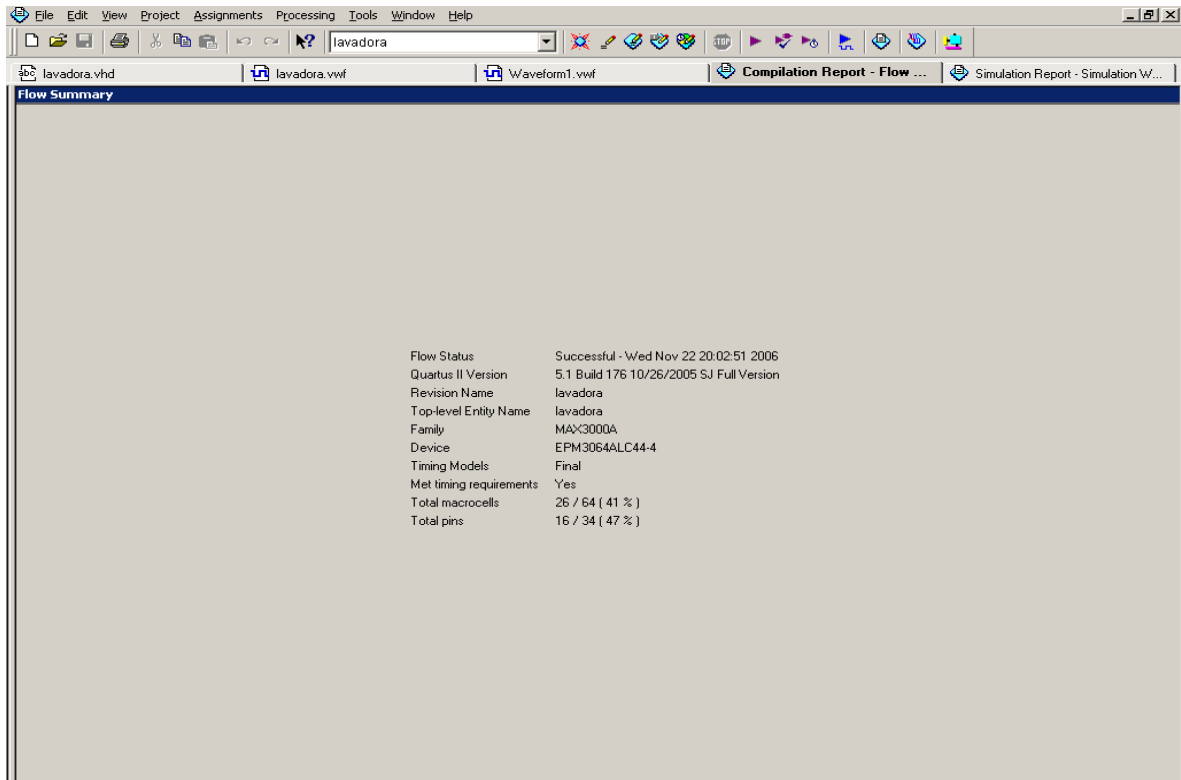


lava_parada

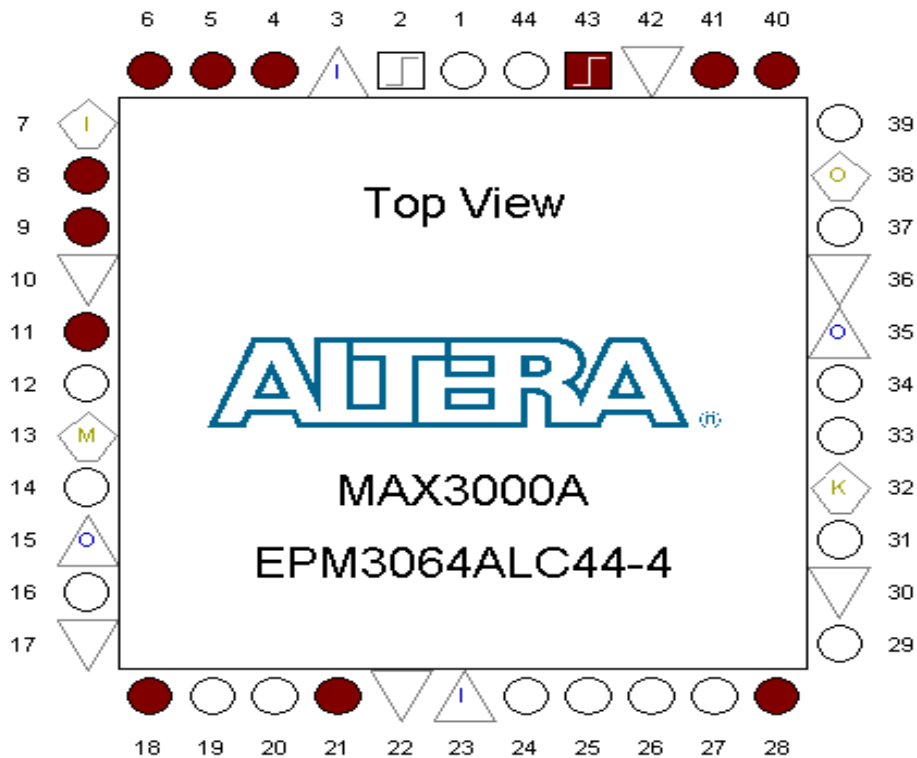
lava_enxaguar_frio

lava_parada

Tela de compilação



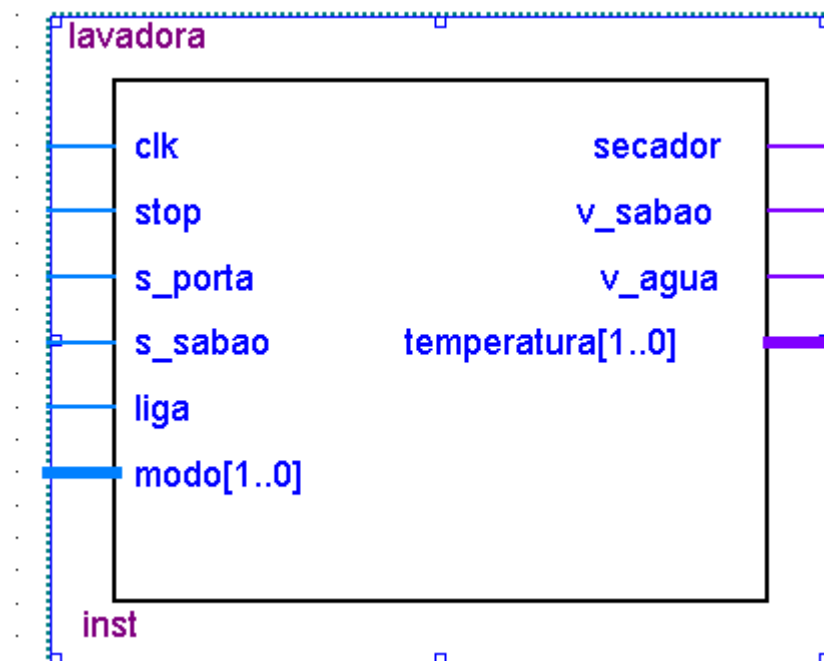
Pinagem do chip



Lista de pinos

Named: *		All Pins			Filter: Pins: all
	Node Name	Direction	Location	I/O Standard	Group
1	clk	Input	PIN_43	LVTTL (default)	
2	liga	Input	PIN_5	LVTTL (default)	
3	modo[0]	Input	PIN_4	LVTTL (default)	modo
4	modo[1]	Input	PIN_41	LVTTL (default)	modo
5	s_porta	Input	PIN_28	LVTTL (default)	
6	s_sabao	Input	PIN_40	LVTTL (default)	
7	secador	Output	PIN_9	LVTTL (default)	
8	stop	Input	PIN_18	LVTTL (default)	
9	TCK	Input		LVTTL (default)	
10	TDI	Input		LVTTL (default)	
11	TDO	Output		LVTTL (default)	
12	temperatura[0]	Output	PIN_6	LVTTL (default)	temperatura
13	temperatura[1]	Output	PIN_8	LVTTL (default)	temperatura
14	TMS	Input		LVTTL (default)	
15	v_agua	Output	PIN_21	LVTTL (default)	
16	v_sabao	Output	PIN_11	LVTTL (default)	
17	<<new node>>				

Símbolos VHDL



5. Resultados obtidos

5.1 Conclusão

Neste trabalho podemos desenvolver conhecimentos não só em VHDL, mas também em toda parte de documentação e desenvolvimento que envolve um projeto. Podemos tomar conhecimento do “poder” da ferramenta VHDL e da sua importância para o futuro da tecnologia.

A maior dificuldade que encontramos foi no seu início na montagem do SFC, tendo isso em mãos foi possível desenvolver com certa facilidade o VHDL já que toda lógica de funcionamento estava pronta. Foi utilizada uma lógica que possibilita o aperfeiçoamento da máquina acrescentando assim a ela outros modos de funcionamento bem como novos padrões de temperatura. Acreditamos que para desenvolver um projeto como este tendo em mãos apenas o hardware sem o auxílio do VHDL seria impossível concluí-lo em tão pouco tempo e com tantas opções de incrementá-lo.

5.2 Referências

Material e sites pesquisados.

5.3 Melhorias propostas

Implementar uma interrupção e utilizar um único timer para os quatro tempos propostos no projeto.