



CENTRO UNIVERSITÁRIO SALESIANO de SÃO PAULO
UNIDADE de ENSINO de CAMPINAS

“Entamboramento Automático”

Aluno: Henrique do Amaral Lemos / **RA:** 03031313 / **Turma :** Geen7A
Aluno: Damiani Claude de Oliveira / **RA:** 03031212 / **Turma :** Geen7A

Prof.: Wlamir de Almeida Passos

Sistemas Digitais

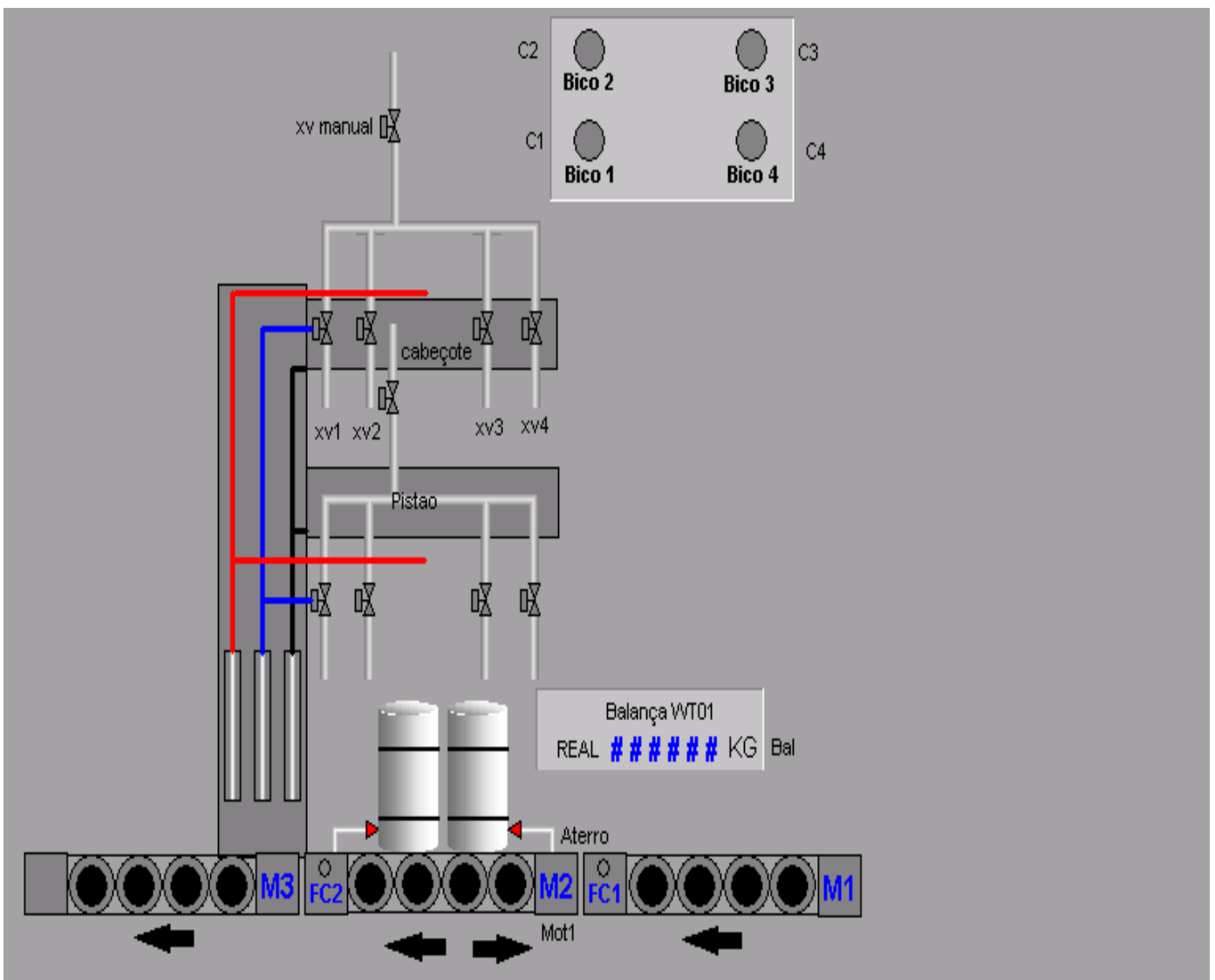
Novembro / 2006

1. Objetivo

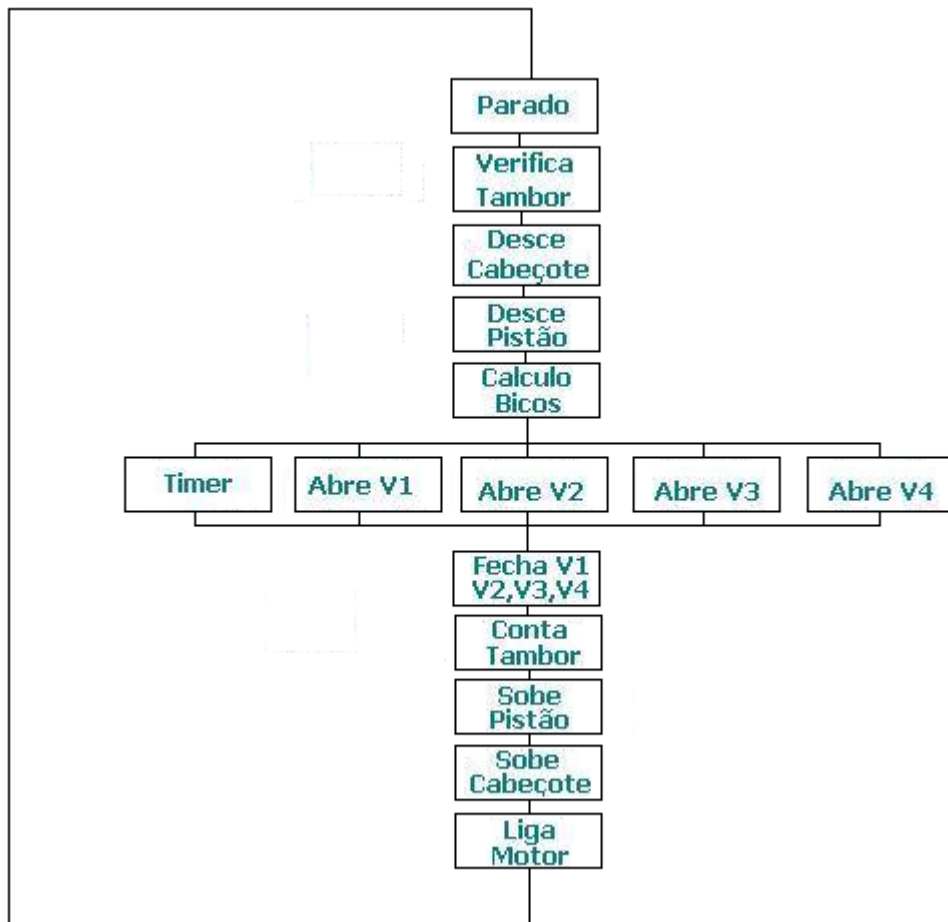
O projeto descreve uma máquina para encher tambores, onde os valores desses tambores a serem cheios, são especificados antes do funcionamento da máquina e estes dados são introduzidos pelo operador.

2. Especificação

2.1 Desenho do projeto



2.2 Fluxograma sistêmico



3. Projeto Hardware

3.1 Lista de Sensores e Atuadores

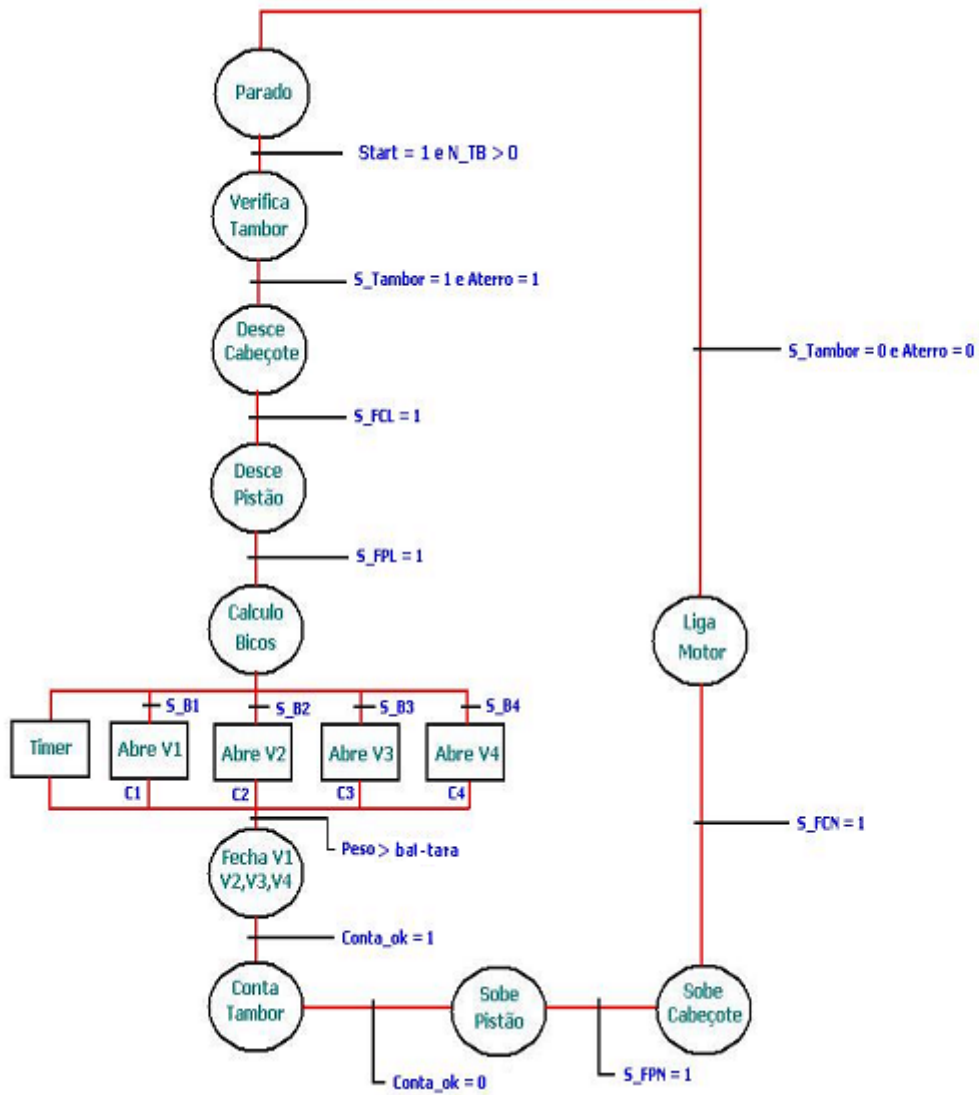
Entradas:

- Start = botão de partida;
- S_B1 = Sensor do tambor 1;
- S_B2 = Sensor do tambor 2;
- S_B3 = Sensor do tambor 3;
- S_B4 = Sensor do tambor 4;
- S_TAMBOR = Sensor Óptico dos tambores;
- Aterro = Retorno do Pistão de Aterramento;
- S_FCL = Sensor de cabeçote em baixo;
- S_FCN = Sensor de cabeçote em cima;
- S_FPL = Sensor de Pistão em baixo;
- S_FPN = Sensor de Pistão em cima;
- Peso = Preset de peso de cada tambor;
- Bal = Entrada de corrente da balança para indicar o peso;
- Clock = Entrada para o clock do temporizador;

Saídas:

- Cabeçote = Pistão do Cabeçote;
- Pistão = Pistão onde estão os 4 bicos;
- XV1 = Válvula pneumática do bico 1;
- XV2 = Válvula pneumática do bico 2;
- XV3 = Válvula pneumática do bico 3;
- XV4 = Válvula pneumática do bico 4;
- MOT1 = Motor da esteira;
- C1 = lâmpada de indicação do bico 1;
- C2 = lâmpada de indicação do bico 2;
- C3 = lâmpada de indicação do bico 3;
- C4 = lâmpada de indicação do bico 4;

3.2 Diagramas das Maquinas de estado



4. Projeto VHDL

4.1 Arquivos em VHDL de cada bloco do projeto

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

ENTITY entambor IS

    PORT
    (
        --entradas digitais
        start,s_b1,s_b2,s_b3,s_b4,s_tambor,aterro,s_fcl,s_fcn,s_fpl,s_fpn,clock : IN
STD_LOGIC;
        --entradas analogicas
        peso,preset,bal : IN STD_LOGIC_VECTOR (11 DOWNT0);
        --saidas digitais
        Cabeçote,Pistão,XV1,XV2,XV3,XV4,MOT1,C1,C2,C3,C4,Pis_Aterro : OUT STD_LOGIC
    );
END Entambor;

ARCHITECTURE calculo OF entambor IS
TYPE p_passos is
(parado,ver_tambor,desce_cab,desce_pis,cal_bico,a_v1,a_v2,a_v3,a_v4,fecha_v14,cont_tamb
,sobe_pis,sobe_cab,liga_mot);
signal passos : p_passos;
signal conta_ok,liga_timer,fim_timer : std_logic;
signal cont : std_logic_vector (3 downto 0);
signal tara,N_TB : std_logic_vector (11 downto 0);

BEGIN

--Etapas do processo de entamboramento

Process(clock)
begin
if clock'event and clock = '1' then
case passos is

when parado =>
if start = '1' and N_TB >= x"0" then passos <= ver_tambor;
end if;

when ver_tambor =>
if s_tambor = '1' and aterro = '1' then passos <= desce_cab;
end if;

when desce_cab =>
if s_fcl = '1' then passos <= desce_pis;
end if;

when desce_pis =>
if s_fpl = '1' then passos <= cal_bico;
end if;

when cal_bico =>
```

```

        if s_b1 = '1' and cont = x"0" then passos <= a_v1;
        elsif s_b2 = '1' and cont = x"1" then passos <= a_v2;
        elsif s_b3 = '1' and cont = x"2" then passos <= a_v3;
        elsif s_b4 = '1' and cont = x"3" then passos <= a_v4;
        elsif cont = x"4" then passos <= fecha_v14;
        end if;

    when a_v1 =>
        if peso >= bal - tara and fim_timer = '1' then passos <= cal_bico;
        elsif fim_timer = '1' then passos <= fecha_v14;
        end if;

    when a_v2 =>
        if peso >= bal - tara and fim_timer = '1' then passos <= cal_bico;
        elsif fim_timer = '1' then passos <= fecha_v14;
        end if;

    when a_v3 =>
        if peso >= bal - tara and fim_timer = '1' then passos <= cal_bico;
        elsif fim_timer = '1' then passos <= fecha_v14;
        end if;

    when a_v4 =>
        if peso >= bal - tara and fim_timer = '1' then passos <= cal_bico;
        elsif fim_timer = '1' then passos <= fecha_v14;
        end if;

    when fecha_v14 =>
        if conta_ok = '1' then passos <= cont_tamb;
        end if;

    when cont_tamb =>
        if conta_ok = '0' then passos <= sobe_pis;
        end if;

    when sobe_pis =>
        if s_fpn = '1' then passos <= sobe_cab;
        end if;

    when sobe_cab =>
        if s_fcn = '1' then passos <= liga_mot;
        end if;

    when liga_mot =>
        if s_tambor = '0' and aterro = '0' then passos <= parado;
        end if;

    end case;

    end if;
end process;

--Atuação dos passos do entamboramento
Process(passos)

Begin

```

case passos is

when parado =>

```
N_TB <= preset;--Carrega numero de tambor
Cabeçote<= '0'; --Cabeçote na parte superior
Pistão<= '0'; --Pistao dos bicos na parte superior
XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
XV4<= '0';--valvula bico 4 fechada
MOT1<= '0';--mototr desligado
C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
C4<= '0';--lampada bico 4 apagada
Pis_Aterro<= '1';--solenoide do aterramento aberta
liga_timer <= '0';
cont <= x"0";
```

when ver_tambor =>

```
Cabeçote<= '0';
Pistão<= '0';
XV1<= '0';
XV2<= '0';
XV3<= '0';
XV4<= '0';
MOT1<= '0';
C1<= '0';
C2<= '0';
C3<= '0';
C4<= '0';
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
liga_timer <= '0';
cont <= x"0";
```

when desce_cab =>

```
Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
Pistão<= '0';
XV1<= '0';
XV2<= '0';
XV3<= '0';
XV4<= '0';
MOT1<= '0';
C1<= '0';
C2<= '0';
C3<= '0';
C4<= '0';
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
liga_timer <= '0';
cont <= x"0";
```

when desce_pis =>

```
Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
XV1<= '0';
XV2<= '0';
XV3<= '0';
```

```
XV4<= '0';
MOT1<= '0';
C1<= '0';
C2<= '0';
C3<= '0';
C4<= '0';
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
liga_timer <= '0';
cont <= x"0";
```

```
when cal_bico =>
  if N_TB > 1 then
    liga_timer <= '0';
    tara <= bal;
  end if;
```

```
when a_v1 =>
  Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
  Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
  XV1<= '1';--valvula bico 1 aberta
  XV2<= '0';
  XV3<= '0';
  XV4<= '0';
  MOT1<= '0';
  C1<= '1';--lampada bico 1 acesa
  C2<= '0';
  C3<= '0';
  C4<= '0';
  Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
  liga_timer <= '1';
  cont<=x"1";
```

```
when a_v2 =>
  Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
  Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
  XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
  XV2<= '1';--valvula bico 2 aberta
  XV3<= '0';
  XV4<= '0';
  MOT1<= '0';
  C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
  C2<= '1';--valvula bico 2 acesa
  C3<= '0';
  C4<= '0';
  Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
  liga_timer <= '1';
  cont<=x"2";
```

```
when a_v3 =>
  Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
  Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
  XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
  XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
  XV3<= '1';--valvula bico 3 aberta
  XV4<= '0';
  MOT1<= '0';
  C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
```

```
C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
C3<= '1';--lampada bico 3 acesa
C4<= '0';
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
liga_timer <= '1';
cont<=x"3";
```

when a_v4 =>

```
Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
XV4<= '1';--valvula bico 4 aberta
MOT1<= '0';
C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
C4<= '1';--lampada bico 4 acesa
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
liga_timer <= '1';
cont<=x"4";
```

when fecha_v14 =>

```
Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
XV4<= '0';--valvula bico 4 fechada
MOT1<= '0';
C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
C4<= '0';--lampada bico 4 apagada
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
conta_ok <= '1';
cont<=x"4";
liga_timer <= '0';
```

when cont_tamb =>

```
Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
Pistão<= '1'; --Pistao dos bicos na parte inferior
XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
XV4<= '0';--valvula bico 4 fechada
MOT1<= '0';
C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
C4<= '0';--lampada bico 4 apagada
Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
N_TB <= N_TB - 4;
conta_ok <= '0';
liga_timer <= '0';
```

```

when sobe_pis =>
    Cabeçote<= '1';--Cabeçote na parte inferior
    Pistão<= '0'; --Pistao dos bicos na parte superior
    XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
    XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
    XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
    XV4<= '0';--valvula bico 4 fechada
    MOT1<= '0';
    C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
    C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
    C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
    C4<= '0';--lampada bico 4 apagada
    Pis_Aterro<= '0';--solenoide do aterramento fechada
    liga_timer <= '0';

```

```

when sobe_cab =>
    Cabeçote<= '0';--Cabeçote na parte superior
    Pistão<= '0'; --Pistao dos bicos na parte superior
    XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
    XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
    XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
    XV4<= '0';--valvula bico 4 fechada
    MOT1<= '0';
    C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
    C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
    C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
    C4<= '0';--lampada bico 4 apagada
    Pis_Aterro<= '1';--solenoide do aterramento aberto
    liga_timer <= '0';

```

```

when liga_mot =>
    Cabeçote<= '0';--Cabeçote na parte superior
    Pistão<= '0'; --Pistao dos bicos na parte superior
    XV1<= '0';--valvula bico 1 fechada
    XV2<= '0';--valvula bico 2 fechada
    XV3<= '0';--valvula bico 3 fechada
    XV4<= '0';--valvula bico 4 fechada
    MOT1<= '1'; --motor ligado
    C1<= '0';--lampada bico 1 apagada
    C2<= '0';--lampada bico 2 apagada
    C3<= '0';--lampada bico 3 apagada
    C4<= '0';--lampada bico 4 apagada
    Pis_Aterro<= '1';--solenoide do aterramento aberto
    liga_timer <= '0';

```

```

end case;
end Process;

```

```

PROCESS (clock, liga_timer)
VARIABLE CNT_VAL : STD_LOGIC_VECTOR(3 DOWNT0 0);
VARIABLE FIM_VAL : STD_LOGIC;
BEGIN
    IF liga_timer = '0' THEN
        CNT_VAL := x"0";
        FIM_VAL := '0';
    ELSIF (clock'EVENT AND clock = '1') THEN
        IF CNT_VAL < x"2" THEN

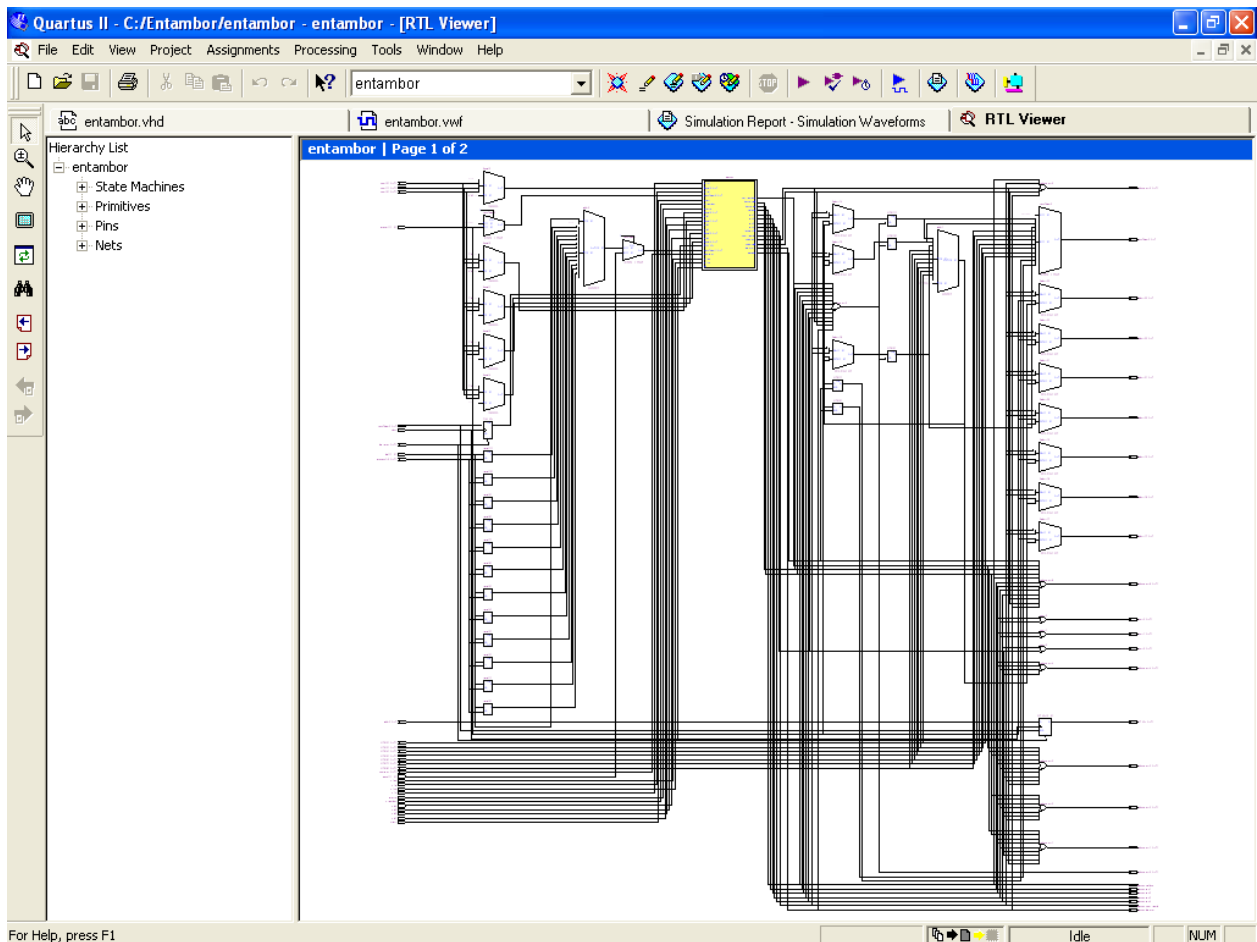
```

```
CNT_VAL := CNT_VAL + 1;  
FIM_VAL := '0';  
  
ELSE  
CNT_VAL := CNT_VAL;  
FIM_VAL := '1';  
END IF;  
END IF;  
fim_timer <= FIM_VAL;
```

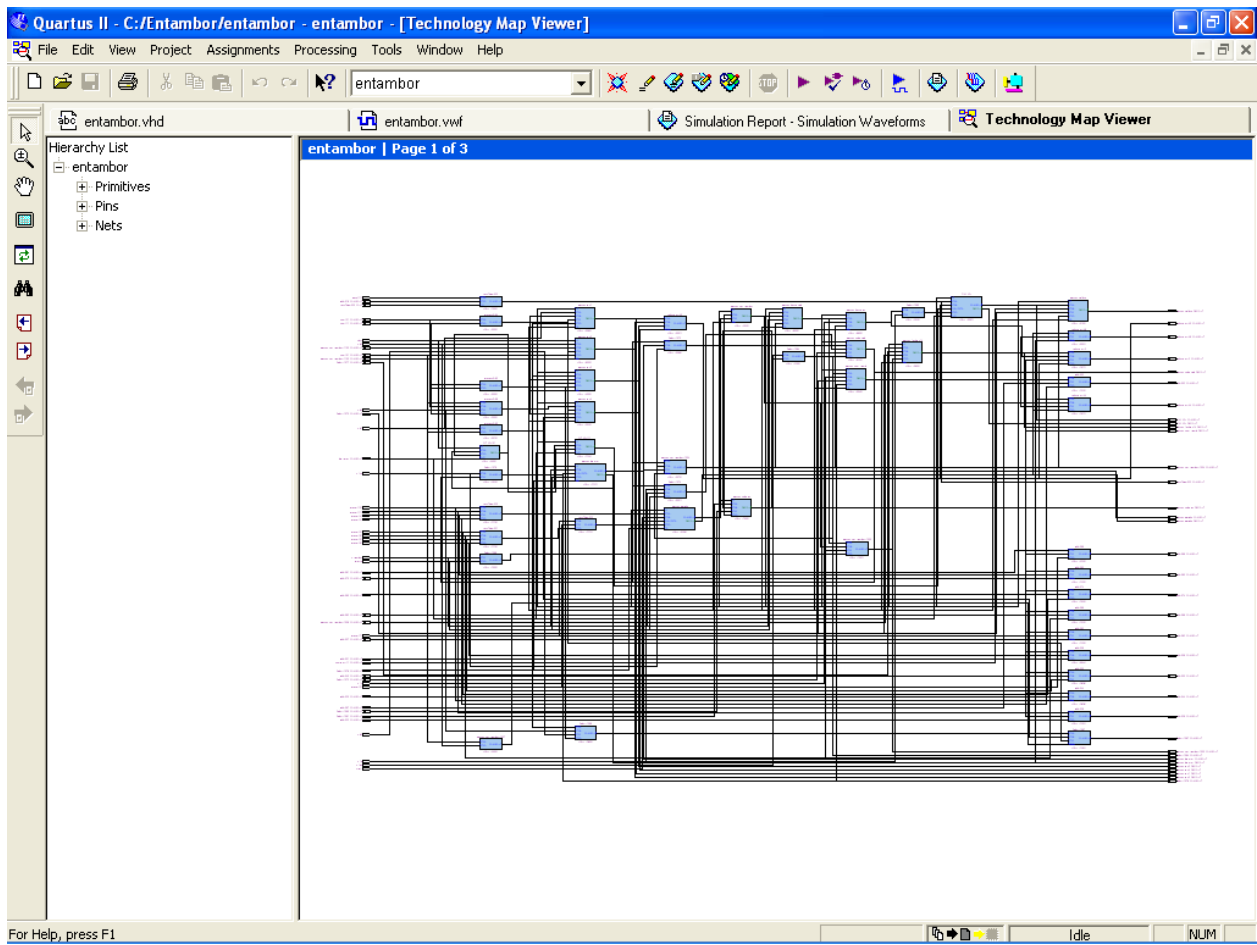
END PROCESS;

END calculo;

Bloco Gerado pelo RTL Viewer



Bloco Gerado pelo Technology Map Viewer



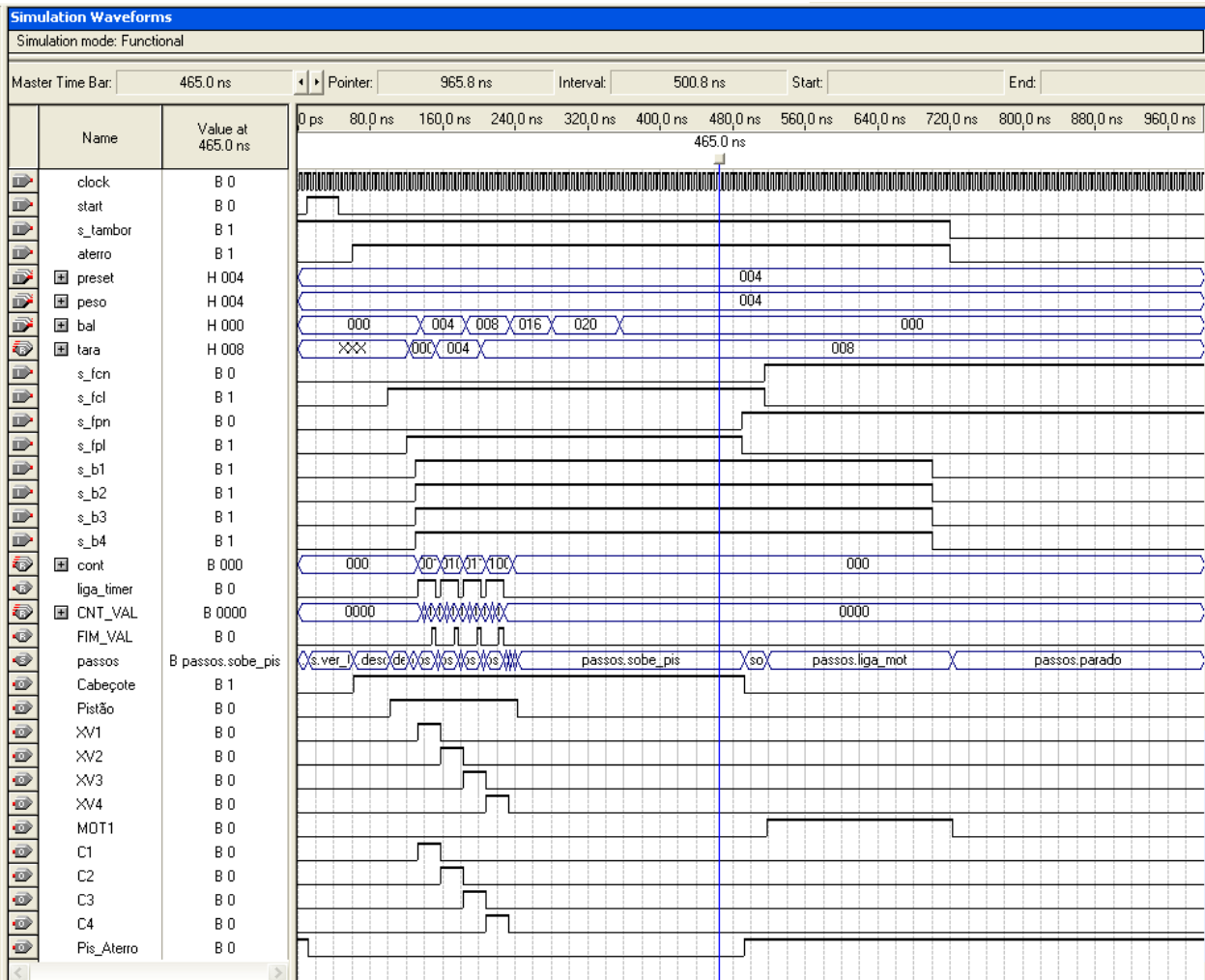
Bloco Gerado pelo State Machine Viewer

The screenshot displays the Quartus II State Machine Viewer interface. The main window shows a state transition diagram for the state machine 'entambor'. The diagram consists of 13 yellow circular states arranged in a horizontal line. Transitions are represented by arrows, including self-loops and arcs between states. The transitions are defined in the table below:

Source State	Destination State	Transition Expression
1	ver_tambor	desce_cab (s_tambor).(aterro)
2	ver_tambor	ver_tambor (!s_tambor) + (!latero)
3	desce_cab	desce_cab (!s_fcl)
4	desce_cab	desce_pis (s_fcl)
5	desce_nis	desce_nis (!s_fnl)

At the bottom of the window, the 'Transitions' tab is active, showing the 'Encoding' section. The status bar at the bottom indicates 'Idle' and 'NUM'.

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



5. Resultados obtidos

5.1 Conclusão

Podemos dizer que o sistema de entamboramento funcionou de acordo com o ciclo projetado.

Através deste sistema conseguimos provar as várias etapas elaboradas na máquina de estado onde foi possível provar na prática o conteúdo que foi ensinado durante o curso.

5.2 Referências

- Help do Altera, apostila do curso VHDL.

5.3 Melhorias propostas

Neste sistema podemos implementar uma válvula de dois estágios nos bicos para melhorar a dosagem do líquido, pois temos uma pressão elevada devido ao diâmetro dos bicos e tubulações.