



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEE

PROJETO DE CONCLUSÃO DE CURSO EM  
ENGENHARIA ELÉTRICA:  
“AUTOMAÇÃO DA MÁQUINA  
ALIMENTADORA DE TAMPAS”

Aluno: Dênis Alfredo Costa e Silva  
Orientador: Talvanes Meneses Oliveira  
Empresa: Acumuladores Moura S/A

Campina Grande – PB  
Março de 2005



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

## SUMÁRIO

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | INTRODUÇÃO.....                                   | 1  |
| 2   | PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BATERIAS .....            | 2  |
| 3   | LÓGICA DE FUNCIONAMENTO .....                     | 3  |
| 4   | MATERIAL UTILIZADO.....                           | 7  |
| 5   | O SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALIMENTAÇÃO DE TAMPAS ... | 8  |
| 5.1 | PAINEL ELÉTRICO .....                             | 8  |
| 5.2 | PAINEL PNEUMÁTICO .....                           | 11 |
| 5.3 | ESTRUTURA DA MÁQUINA .....                        | 12 |
| 6   | IMPLEMENTAÇÃO DA LÓGICA .....                     | 13 |
| 7   | CONCLUSÃO.....                                    | 21 |
| 8   | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                  | 23 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Fluxograma do processo de produção de baterias.....     | 2  |
| Figura 2 – Diagrama esquemático da máquina .....                   | 4  |
| Figura 3 – Poste da bateria e ângulo máximo de desalinhamento..... | 5  |
| Figura 4 – Diagrama lógico do funcionamento da máquina .....       | 7  |
| Figura 5 – Painel elétrico da AAT - (a) Aberto; (b) Fechado.....   | 9  |
| Figura 6 – Partes do CLIC .....                                    | 10 |
| Figura 7 – Painel pneumático da AAT.....                           | 12 |
| Figura 8 – Estrutura da máquina e operação manual .....            | 13 |

## **1 INTRODUÇÃO**

O presente trabalho foi desenvolvido na UN1 de Ac. Moura S/A em Belo Jardim-PE. A empresa é a líder no mercado nacional de baterias automotivas, quando somada a participação no mercado de reposição de baterias e o fornecimento para montadoras de veículos.

O processo de fabricação de baterias envolve diversas etapas, que não serão todas elas abordadas por não ser o objetivo deste trabalho. Dentre estas etapas, tem-se a colocação da tampa sobre a caixa para em seguida ocorrer a selagem. Este processo, até então manual, foi automatizado com o uso de uma máquina denominada Alimentadora Automática de Tampas (AAT).

O principal objetivo deste trabalho é mostrar como foi desenvolvido este projeto de automação, apresentando a lógica de operação da máquina, os componentes elétricos utilizados e a programação do Controlador Lógico Programável (CLP) usado para comandar a máquina.



Os pontos iniciais do fluxograma do processo são o **chumbo mole** e o **chumbo liga**. A partir de então o processo segue da seguinte maneira:

- A partir do chumbo mole é feito o **óxido de chumbo no moinho**.
- O óxido é utilizado na **masseira** para se produzir a **massa**.
- Paralelamente, a partir do **chumbo liga** são produzidas as **grades**.
- A massa é **empastada** na grade para se produzir as **placas**.
- As placas então são levadas para estufas onde ocorrem os processos de **cura** e de **secagem**.
- Posteriormente, as placas são separadas e as placas positivas são envelopadas. As placas são introduzidas na caixa e são soldadas pelas orelhas, formando os *straps*. Em seguida as placas são interligadas, formando os elementos.
- A **tampa** é colocada sobre a caixa e, em seguida, é realizada a selagem entre caixa e tampa, resultando na bateria **montada**, onde então é feito o teste de vazamento. Em seguida a bateria é levada à **formação** para receber a carga.
- Finalmente, no **acabamento**, é feita uma inspeção final e são colocadas as etiquetas nas baterias. A bateria está pronta para ser enviada para o cliente.

### 3 LÓGICA DE FUNCIONAMENTO

Para realizar a operação desejada, foi necessário implementar uma lógica de funcionamento segundo a qual a máquina passou a operar. A figura 2 ilustra como foi organizada a estrutura do equipamento.

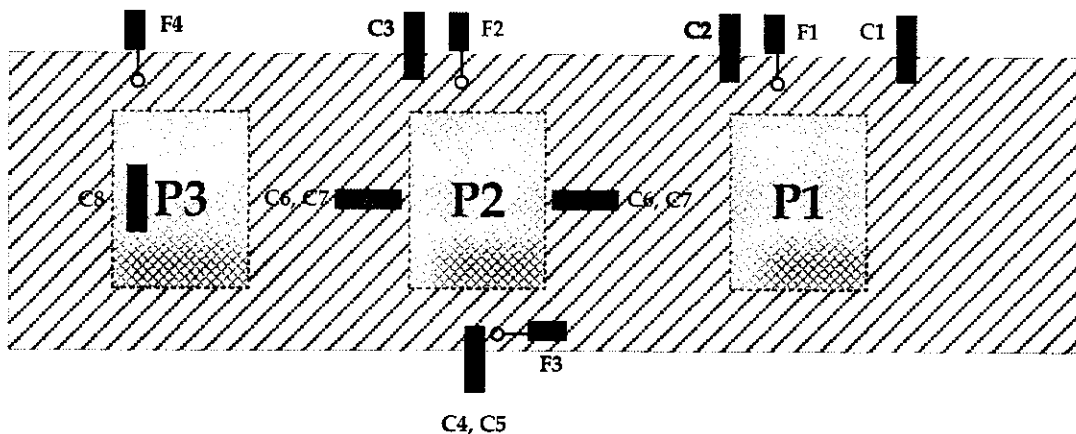


Figura 2 - Diagrama esquemático da máquina .

Legenda:

- C1 – O Cilindro 1 funciona como um *stop*, ou seja, é responsável por evitar que mais de uma bateria entre na máquina em cada ciclo de trabalho.
- C2 – O Cilindro 2 também é um *stop* e segura toda a fila de baterias que espera para entrar na máquina para passar pelo processo de colação da tampa, quando existe uma bateria ainda sem concluir o ciclo e que esteja entre as posições P2 e P3.
- C3 – O Cilindro 3 funciona como um posicionador da bateria, fazendo-a parar na posição P2, que é a posição de início do processo;
- C4 – O Cilindro 4 é um fixador da bateria na posição P2. Sem esse cilindro, a bateria ficaria se deslocando na esteira para um lado e para outro, prejudicando o bom desempenho da máquina;
- C5 – O Cilindro 5 é responsável por levar as garras pneumáticas até os postes da bateria, para que seja feito o alinhamento dos mesmos. Os postes não podem ter um desalinhamento maior que um ângulo  $\delta$ , conforme o que está ilustrado na figura 3. Se o ângulo de desalinhamento for maior que  $\delta$ , o encaixe entre tampa e caixa fica prejudicado, podendo levar a bateria a ficar presa na máquina.



- C6 – O Cilindro 6 é responsável por segurar a fila de tampas formada a partir da segunda tampa (de baixo para cima), enquanto a primeira tampa é liberada para cair sobre a caixa.
- C7 – O Cilindro 7 é quem libera a saída da tampa para a caixa;
- C8 – O Cilindro 8 faz com que a tampa fique melhor fixada sobre a caixa. Isso é necessário porque, como a tampa cai por gravidade, às vezes, ocorre dela não ficar perfeitamente encaixada com os postes da bateria, necessitando, assim, de um pequeno choque para que o encaixe se complete.
- P1 – Posição 1 (posição de entrada);
- P2 – Posição 2 (posição de início de ciclo);
- P3 – Posição 3 (posição de fim de ciclo);
- F1 – Fim-de-curso 1 (bateria na posição P1);
- F2 – Fim-de-curso 2 (bateria na posição P2);
- F3 – Fim-de-curso 3 (posicionamento do cilindro das garras)
- F4 – Fim-de-curso 4 (bateria saindo).

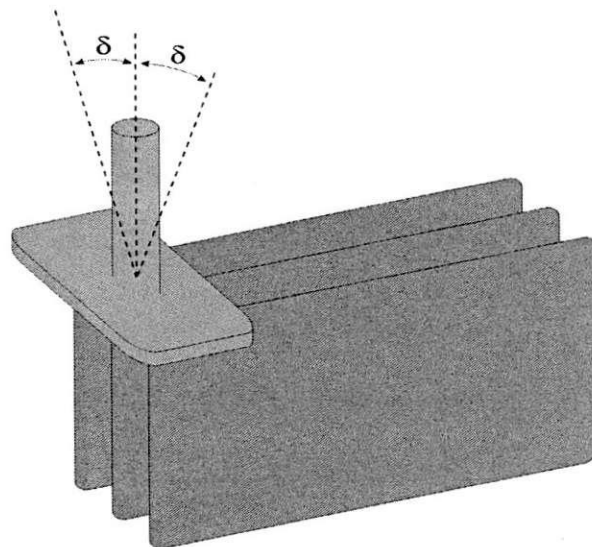


Figura 3 - Poste da bateria e ângulo máximo de desalinhamento.

A seguir, é descrita a lógica de funcionamento do sistema.

1. Quando a bateria chega à posição P1, F1 é acionado. O cilindro C1 avança, C2 recua, C3 avança e a esteira permanece em movimento até a bateria acionar F2.
2. Ao ser acionado, F2 passa o comando da movimentação da esteira para a Seladora, e os cilindros C4, C5 e C6 avançam. Em seguida, F3 é desacionado e as garras de alinhamento dos postes são acionadas durante 2s, com ciclos de fechamento e abertura de 0,3s. Após o tempo de alinhamento dos postes, que é de 2s, o cilindro C5 recua e aciona novamente F3.
3. Quando F3 é acionado, o cilindro C7 recua por 1s deixando a tampa cair sobre a caixa da bateria e retorna. Em seguida, os cilindros C1, C3 e C4 recuam e C2 avança. A bateria sai da posição P2 e aciona F4 na posição P3.
4. Ao ser acionado, F4 avança o cilindro C8.
5. No final do processo, a Seladora, automaticamente, solicita a entrada de mais uma bateria, fazendo com que F4 seja desacionado e o cilindro C8 recue, permitindo o recomeço do ciclo.

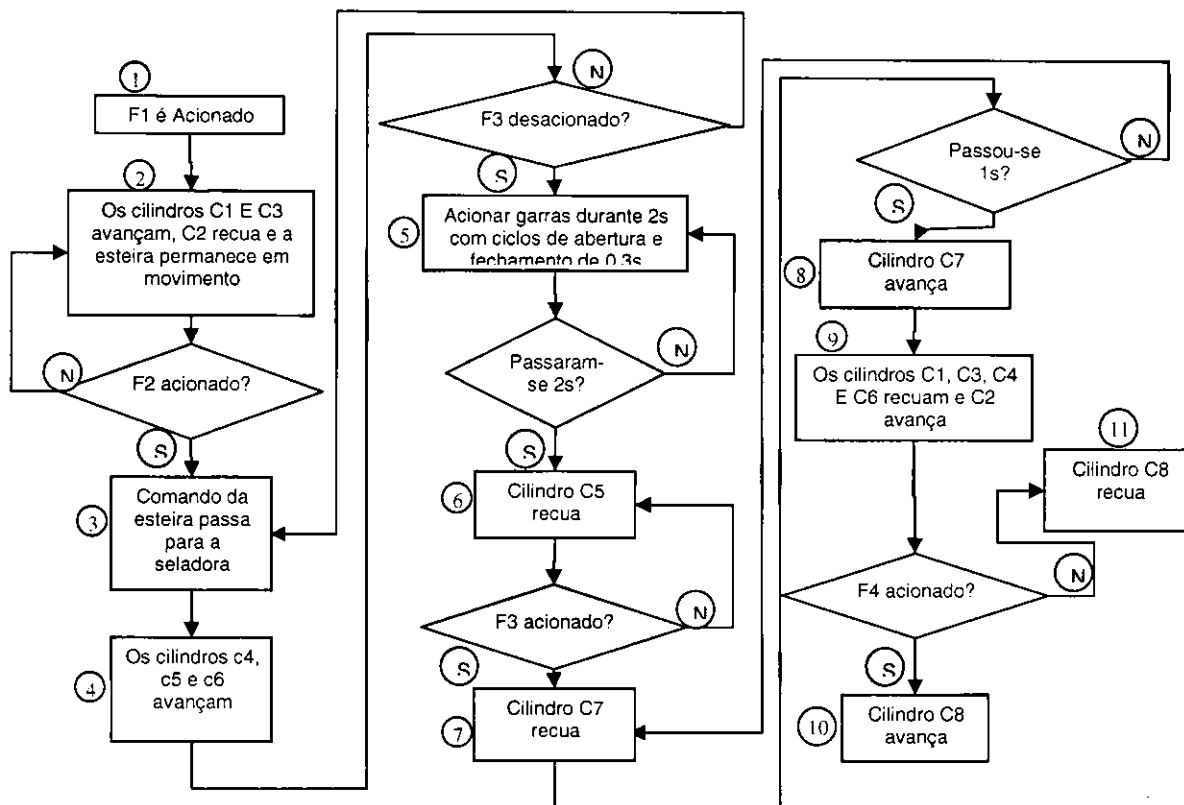


Figura 4 – Diagrama lógico do funcionamento da máquina.

## 4 MATERIAL UTILIZADO

Para realizar a implementação da lógica descrita anteriormente, fez-se necessária a aquisição do seguinte material:

- 01 chave seletora de duas posições fixas ACE SCHMERSAL E111;
- 01 botão de emergência tipo cogumelo (soco) Telemecanique ZB2-BE102;
- 01 micro controlador programável CLIC da WEG REF.: CLW-01/20HR-A;
- 08 relés *Phoenix Contact* REF.: PLC-RSC 230VC/21;
- 01 disjuntor Siemens REF.: 5XS1 1 C4 (4A);
- 50 conectores SAK de 1,0 mm<sup>2</sup>;
- cabinhos de comando de 1,5mm<sup>2</sup>;
- cabos flexíveis 2 x 1,5mm<sup>2</sup> PIRELLI;
- 6 válvulas solenóides REF.: PVN3-5150-57 DT 2804

- 4 chaves fins-de-curso Telemecanique REF.: XCK-M (ZCK-M1);
- canaletas Helleman 50 x 50 mm HD4-P;
- 1 painel elétrico CEMAR COD. 902126 CS3832-17;
- terminais pré-isolados BAP14-10 tipo pino e tipo garfo;
- trilho de fixação DIN 35mm.

## 5 O SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALIMENTAÇÃO DE TAMPAS

A Alimentadora automática de tampas (AAT) é uma máquina que visa substituir a operação manual de alimentação de tampas para a caixa da bateria. Com isso, torna-se desnecessário manter um operador para executar esta tarefa. Assim, operador que executa o levantamento de bornes passaria a ter como função. Observar o funcionamento da Seladora, da AAT, além de executar o levantamento de bornes.

As principais partes da máquina são: o painel elétrico, painel pneumático e a estrutura. A abordagem de cada uma dessas partes, de forma mais detalhada, é realizada no decorrer do trabalho.

### 5.1 PAINEL ELÉTRICO

No painel elétrico ficam alocados o CLIC, os relés de interface (*phoenix contact*), os conectores SAK, o disjuntor, a chave de duas posições fixas (liga/desliga) e o botão de emergência. A foto abaixo ilustra como é o painel da máquina.

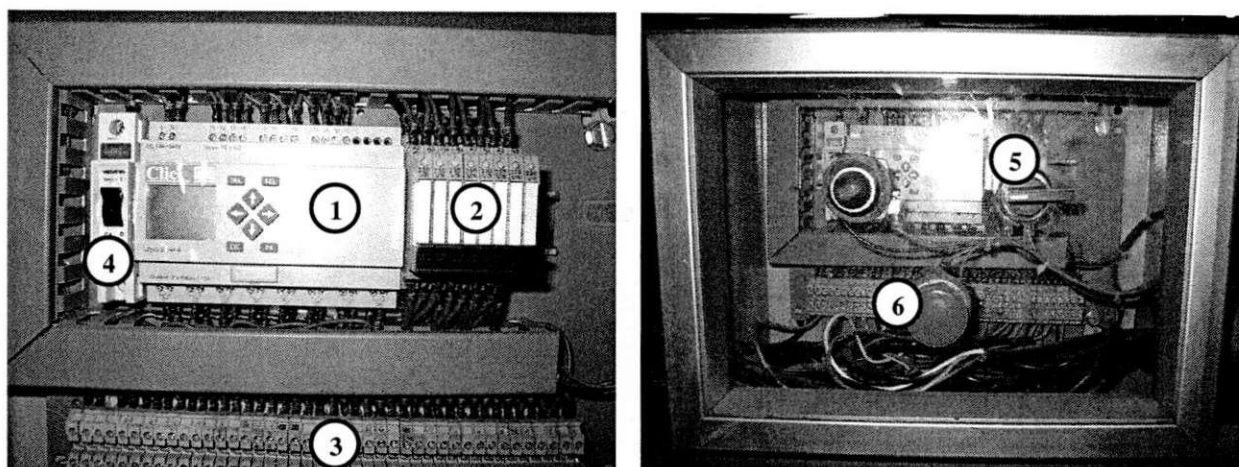


Figura 5 - Painel elétrico da AAT - (a) Aberto; (b) Fechado.

A seguir, temos a descrição da localização dos principais componente do painel elétrico:

1. CLIC;
2. Relés de interface;
3. Conectores SAK;
4. Disjuntor;
5. Chave de duas posições fixas (liga/desliga);
6. Botão de emergência.

O CLIC é o “cérebro” da máquina. É ele quem comanda todas as ações que a máquina desenvolve durante o ciclo de trabalho. O modelo empregado é alimentado com tensão de 110/220Vca, possui 8 saídas a relé com corrente máxima de 10A por saída e 12 entradas digitais, totalizado 20 E/S. Sua programação é desenvolvida no software CLIC EDIT, disponibilizado pelo próprio fabricante, e o *download* do programa a partir do PC é possível utilizando-se um cabo de programação com conector DB9 fêmea na porta serial e a outra extremidade na cavidade do CLIC sinalizada com o número 5 na figura 4. Pode-se também fazer a edição do software aplicativo diretamente no próprio CLP usando as teclas para edição que estão sinalizadas na figura 4 pelo número 6.

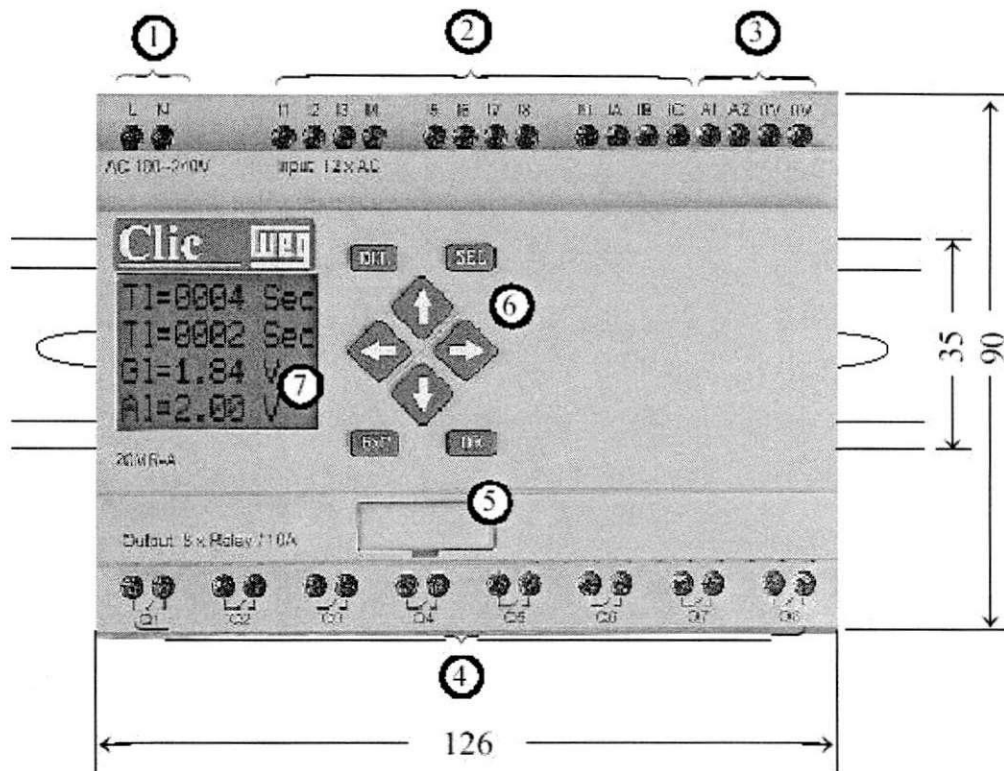


Figura 6 - Partes do CLIC.

1. Alimentação;
2. Entradas digitais;
3. Entradas analógicas;
4. Saídas a relé;
5. Conexão do cabo de programação ou módulo de memória;
6. Teclas para edição do software aplicativo e navegação;
7. Display LCD (4 linhas x 12 caracteres);
8. Conector para fixação de trilho DIN (35mm);
9. Conector para fixação com parafuso.

Os relés de interface *phoenix contact* conferem uma maior segurança às saídas a relé do CLIC. Em caso de curto-circuito nas bobinas das válvulas

solenóides, ou de um problema semelhante, quem terá de suportar uma corrente elevada é o relé *phoenix* e não a saída do CLIC. Sua bobina de acionamento é alimentada com tensão de 220V e 60Hz.

Os conectores SAK permitem realizar as conexões entre os diversos componentes elétricos da máquina. Utilizou-se conectores para cabos de seção transversal de 1,5mm<sup>2</sup>.

O disjuntor utilizado foi o da marca Siemens (REF.: 5XS1 1 C4, termomagnético), que tem como função proteger o circuito elétrico contra um curto-circuito ou uma sobrecarga cuja intensidade de corrente seja maior que 4A.

A chave de duas posições fixas tem uma função muito simples. Como o seu próprio nome já diz, ela liga e desliga a máquina. A chave usada foi a do fabricante ACE SCHMERSAL (220V, 60Hz) modelo E111, conforme descrito na seção 3.

Devido à necessidade de parar a máquina, caso ocorra alguma situação que ponha em risco a integridade física humana, foi instalado um botão de emergência cujo fabricante é a Telemecanique. Em razão do seu formato, é chamado de botão tipo *cogumelo* ou *soco*. Este botão pára imediatamente a máquina cortando totalmente a alimentação, não permitindo, assim, que qualquer parte do circuito elétrico esteja energizada enquanto ele permanecer acionado. Deve-se entender por *emergência* qualquer situação que exija uma parada imediata da máquina e que ponha em risco a integridade física humana.

## 5.2 PAINEL PNEUMÁTICO

A máquina possui partes móveis que são responsáveis por permitir a entrada de apenas uma bateria por vez, parar a bateria na posição correta para a colocação da tampa, prender a bateria, fazer o alinhamento dos postes, liberar a tampa e fixar a tampa na caixa. Para execução destas tarefas, são usados cilindros pneumáticos acionados a partir das válvulas solenóides comandadas pelo CLIC. O painel onde ficam situadas essas válvulas é ilustrado na figura 5.

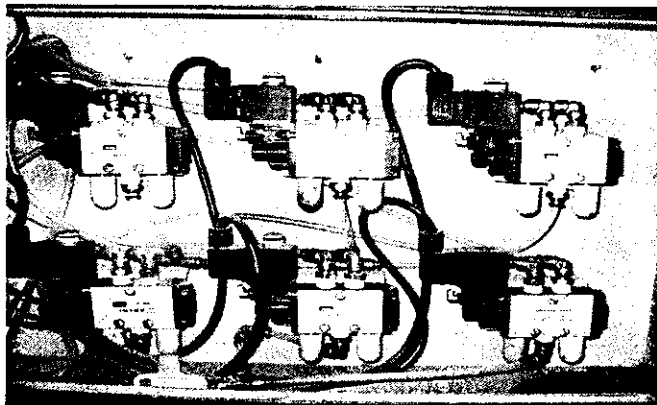


Figura 7 - Painel pneumático da AAT.

O comando das válvulas é realizado com tensão da rede (220V, 60Hz) a partir dos relés de interface.

### 5.3 ESTRUTURA DA MÁQUINA

A estrutura da máquina é montada sobre a esteira que transporta as baterias em direção à seladora de caixa e tampa. Nela estão, o compartimento de armazenamento das tampas, os *stops*, que são os cilindros pneumáticos responsáveis pela entrada de uma bateria por vez na máquina, as chaves fins-de-curso, que enviam os sinais lógicos usados pelo CLP para comandar a máquina, os cilindros de liberação das tampas, os posicionadores da bateria e o rolo de fixação da tampa na caixa.



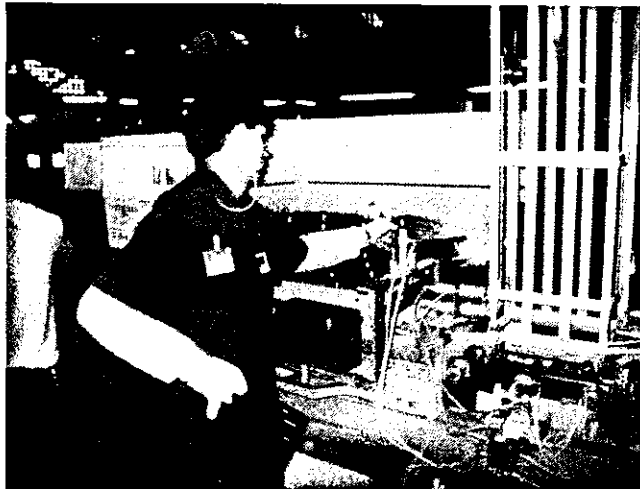


Figura 8 - Estrutura da máquina (à direita) e operação manual (à esquerda).

Um diagrama esquemático para ilustrar a estrutura da máquina, pode ser visto na figura 2.

## 6 IMPLEMENTAÇÃO DA LÓGICA

Como já foi mencionado, o CLIC da WEG funciona como o “cérebro” da AAT. É ele quem lê as entradas e fornece as saídas, fazendo com que os comandos sejam executados e a máquina desenvolva o seu trabalho. Para tanto, é necessário implementar a lógica de funcionamento no software de programação do CLIC, ou seja, no CLIC EDIT.

Descrição das entradas e saídas:

- **ENTRADAS:**
  - I1 – Fim-de-curso F1;
  - I2 – Fim-de-curso F2;
  - I3 – Fim-de-curso F3;
  - I4 – Fim-de-curso  $\overline{F3}$ ;
  - I5 – Fim-de-curso F4;
  - I8 – Chave liga/desliga;

- I9 – Botão de emergência.

- **SAÍDAS:**

- Q1 – C1/  $\overline{C2}$  /C3;
- Q2 – Motor da esteira;
- Q3 – C4 e C6;
- Q4 – C5;
- Q5 – Garras pneumáticas;
- Q6 – C7;
- Q7 – C8.

- **O PROGRAMA NO CLIC**

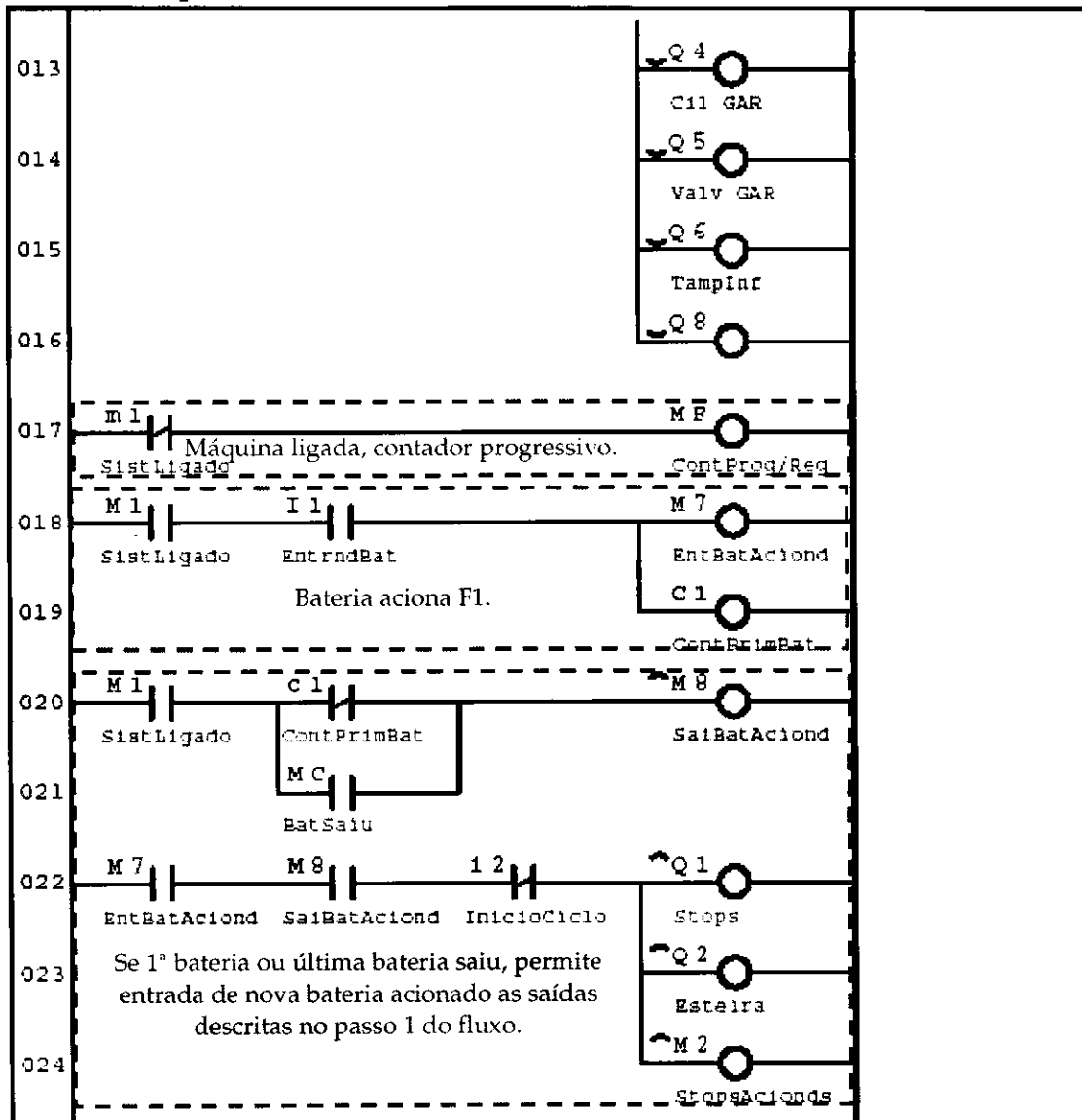
A programação no CLIC EDIT é feita em linguagem LADDER. Neste programa foram usados contatos de entrada, contatos diferenciais, contatos auxiliares, bobinas de saída, bobinas auxiliares, temporizadores e contadores. A seguir, é descrita a programação desenvolvida e, para uma melhor compreensão do software aplicativo, as linhas do programa são referenciadas ao fluxograma apresentado na figura 4. Dessa forma, é possível fazer a relação entre os elementos do diagrama *ladder* e a lógica de funcionamento da máquina.

|              |                            |         |            |
|--------------|----------------------------|---------|------------|
| Title        | ALIMENTADOR AUTOMAT TAMPAS | Version | 01         |
| Company name | AC. MOURA S/A              | Date    | 12/10/2004 |
| Programer    | DENIS ALFREDO              | Page    | 1/7        |
| Remark       |                            |         |            |

| Line | Program   |
|------|---|
| 001  | I 8    19    M 1<br>Liga/Desl      Emergencia      SistLigado |
| 002  | I 9    M 2<br>Emergencia      StopsAcionds                    |
| 003  | I 8    M 3<br>Liga/Desl      CicloInic                        |
| 004  | M 4<br>InicioGAR  |
| 005  | M 5<br>ResetT1/T2   |
| 006  | M 6<br>ResetT's   |
| 007  | M A<br>CilGARRecuad   |
| 008  | M B<br>FimCiclo   |
| 009  | M C<br>BatSaiu  |
| 010  | Q 1<br>Stops  |
| 011  | Q 2<br>Esteira  |
| 012  | Q 3<br>FixB/TampSup   |

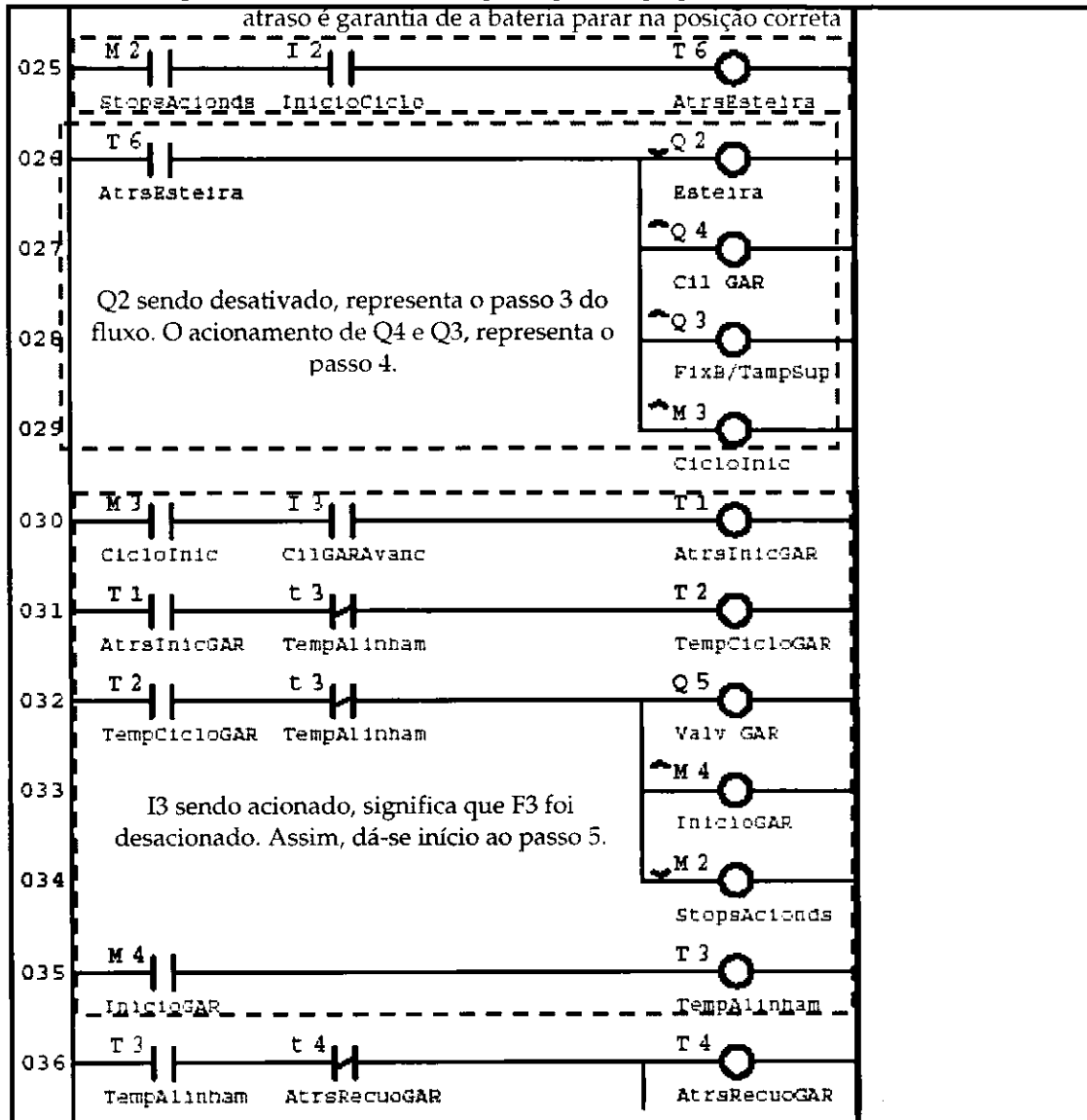
|              |                            |         |            |
|--------------|----------------------------|---------|------------|
| Title        | ALIMENTADOR AUTOMAT TAMPAS | Version | 01         |
| Company name | AC. MOURA S/A              | Date    | 12/10/2004 |
| Programer    | DENIS ALFREDO              | Page    | 2/7        |
| Remark       |                            |         |            |

Line Program



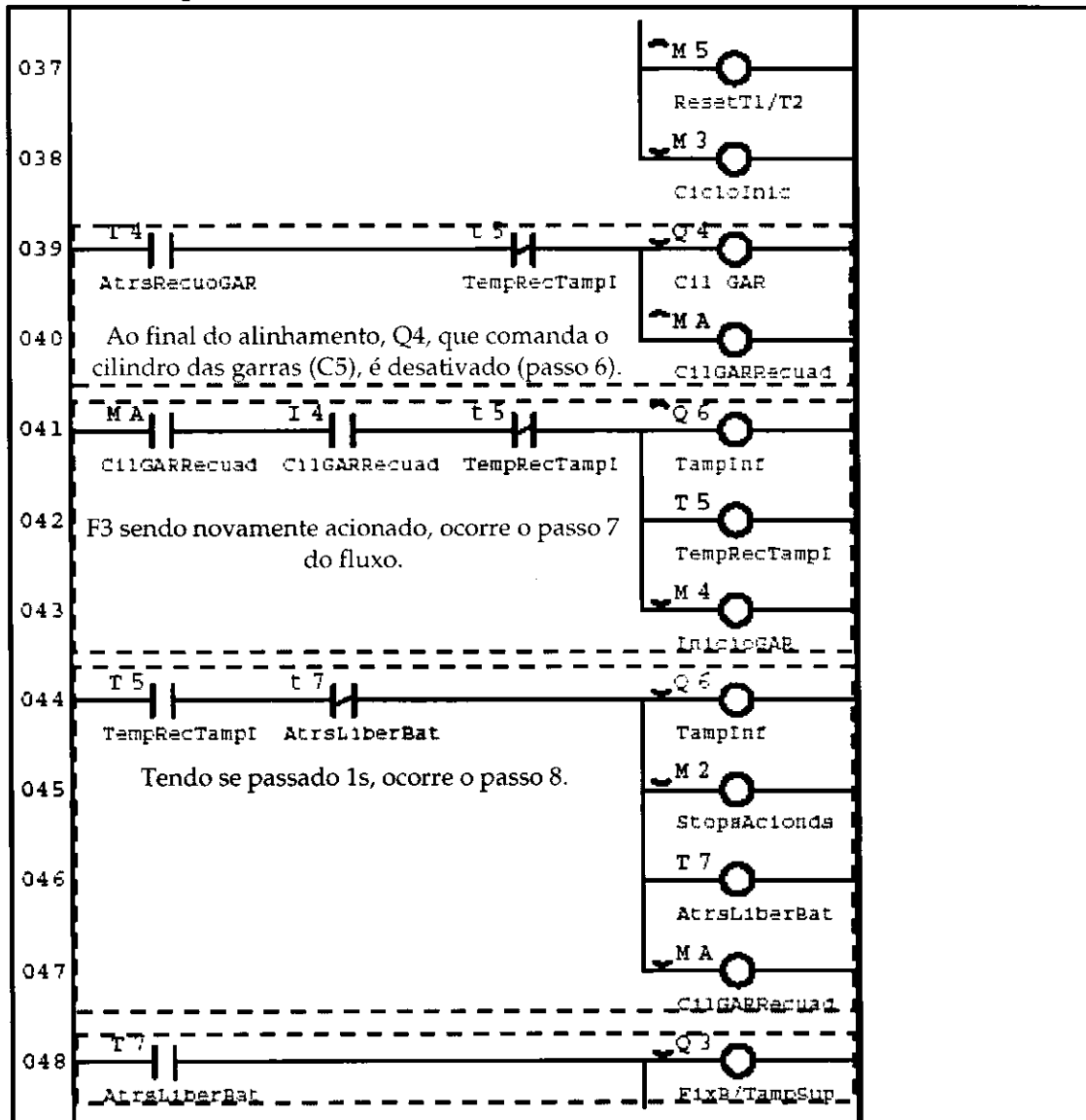
|              |                            |         |            |
|--------------|----------------------------|---------|------------|
| Title        | ALIMENTADOR AUTOMAT TAMPAS | Version | 01         |
| Company name | AC. MOURA S/A              | Date    | 12/10/2004 |
| Programer    | DENIS ALFREDO              | Page    | 3/7        |
| Remark       |                            |         |            |

Line Program F2 acionado, a esteira para após um pequeno atraso. O atraso é garantia de a bateria parar na posição correta



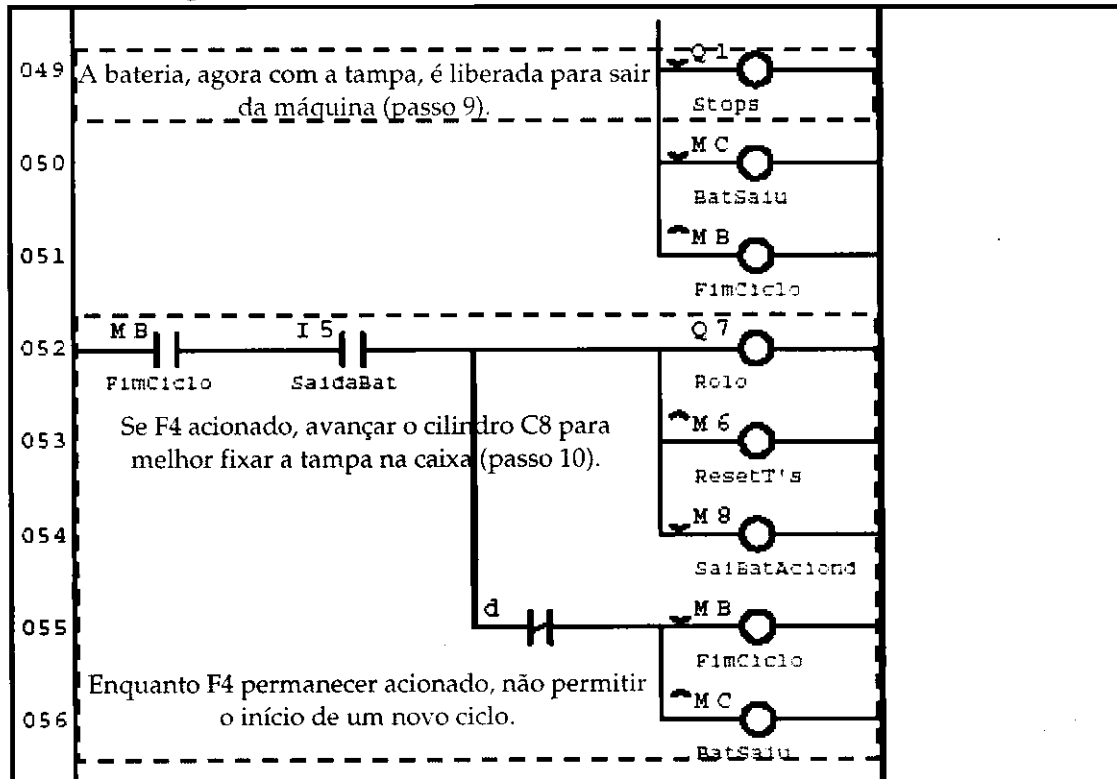
|              |                            |         |            |
|--------------|----------------------------|---------|------------|
| Title        | ALIMENTADOR AUTOMAT TAMPAS | Version | 01         |
| Company name | AC. MOURA S/A              | Date    | 12/10/2004 |
| Programer    | DENIS ALFREDO              | Page    | 4/7        |
| Remark       |                            |         |            |

Line Program



|              |                            |         |            |
|--------------|----------------------------|---------|------------|
| Title        | ALIMENTADOR AUTOMAT TAMPAS | Version | 01         |
| Company name | AC. MOURA S/A              | Date    | 12/10/2004 |
| Programer    | DENIS ALFREDO              | Page    | 5/7        |
| Remark       |                            |         |            |

Line Program



|              |                            |         |            |
|--------------|----------------------------|---------|------------|
| Title        | ALIMENTADOR AUTOMAT TAMPAS | Version | 01         |
| Company name | AC. MOURA S/A              | Date    | 12/10/2004 |
| Programer    | DENIS ALFREDO              | Page    | 6/7        |
| Remark       |                            |         |            |

## FUN. BLOCK

| Function | Label   | Mode                  | Preset Value                             | Used                    |
|----------|---------|-----------------------|--|-------------------------|
| Clock    |         |                       | WE 17:53 Summer                          |                         |
| Timer    | T1      | 2: On-delay timer 2   | 001.0 sec Reset:M5                       | Yes                     |
|          | T2      | 6: Flash timer 2      | 000.5 sec Reset:M5                       | Yes                     |
|          | T3      | 2: On-delay timer 2   | 0002 sec Reset:M6                        | Yes                     |
|          | T4      | 2: On-delay timer 2   | 000.3 sec Reset:M6                       | Yes                     |
|          | T5      | 2: On-delay timer 2   | 0001 sec Reset:M6                        | Yes                     |
|          | T6      | 1: On-delay timer 1   | 000.3 sec                                | Yes                     |
|          | T7      | 2: On-delay timer 2   | 000.5 sec Reset:M6                       | Yes                     |
|          | T8      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | T9      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | TA      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | TB      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | TC      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | TD      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | TE      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | TF      | 1: On-delay timer 1   | 000.0 sec                                | No                      |
|          | Counter | C1                    | 3: without overtaking, power down retain | 0001 Direct:MF,Reset:I9 |
| C2       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C3       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C4       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C5       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C6       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C7       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C8       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| C9       |         | 1: without overtaking | 0000 Direct:I1,Reset:I1                  | No                      |
| RTC      | R1      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R2      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R3      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R4      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R5      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R6      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R7      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R8      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
|          | R9      | 1: Every day          | SU-SU 00:00 00:00                        | No                      |
| HMI/Text | H1      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H2      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H3      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H4      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H5      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H6      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H7      | 1: Display            |  | No                      |
|          | H8      | 1: Display            |  | No                      |
|          |         |                       |  |                         |



## 7 CONCLUSÃO

A operação de alimentação de tampas, até então manual, é simples e rápida, mas força o deslocamento de um operador para realização deste trabalho. O operador da Seladora, que também é responsável pelo processo manual de alimentação de tampas, tem de ficar atento para não deixar passar caixas sem tampas em direção a essa máquina, pois isso atrasa o processo.

Com a automação da alimentação de tampas, o operador de levantamento de bornes passa a ser responsável por observar a Seladora e a Alimentadora Automática de Tampas, além de fazer o levantamento de bornes. Embora tenha de observar as três operações, isso não implica em um aumento da carga de trabalho efetivo, uma vez que a selagem e a alimentação de tampas são, agora, processos automatizados. Isso torna desnecessária a presença de um operador para realizar a operação de alimentação de tampas.

A automação de uma máquina é um processo que envolve uma boa dose de observação, desenvolvimento da lógica, implementação dessa lógica, instalação de componentes e a montagem da estrutura.

É importante ressaltar, também, a importância que existe em se poder colocar em prática alguns conhecimentos adquiridos durante o curso de Graduação em Engenharia Elétrica, como, por exemplo, circuitos elétricos e comandos. Além disso, através de trabalhos como este, é que se tem a oportunidade de ter contato com componentes e equipamentos elétricos desconhecidos, até então.

O presente trabalho contribuiu para a melhoria do processo no qual ele está inserido, fazendo com que fosse possível reduzir custos e possibilitando o remanejamento de pessoal para áreas mais carentes de mão-de-obra.

Como proposta para trabalhos futuros, sugere-se a melhoria no sistema de alinhamento dos postes da bateria, já que nem sempre as garras pneumáticas atuais conseguem garantir esse alinhamento, fazendo com que algumas tampas

não consigam ser fixadas nas caixas da forma devida. É um problema muito mais de origem mecânica que elétrica, pois está mais relacionado com o formato das garras e com a resistência dos postes ao alinhamento.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Manual do Usuário: Micro Controlador Programável*. WEG: 2004.
- *Catálogo: Válvulas Série PVN*. Parker: 2003.
- *Catálogo: Mini Disjuntores 5SX, 5SP N SYSTEM para instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais*. Siemens: 2001.
- *Catálogo: Interruptores de Posição XC Telemecanique*. Schneider Eletric: 1999.