



## Considerações sobre o Modelo de Representação Gráfica: Grafcet

A linguagem verbal não é indicada para descrição de sistemas automatizados, pois por maior que seja o nível de descrição ele facilmente fornece interpretações diversas e até ambíguas, sendo uma das maiores dificuldades durante a fase de desenvolvimento de sistemas automatizados.

Geralmente as representações gráficas são de fácil compreensão. A dificuldade reside em se estabelecer uma representação que seja aceita por todos os atores envolvidos no projeto, e que não seja diretamente relacionada à tecnologia ou implementação específicas. Outra dificuldade costuma ser a dificuldade que há em encontrar um símbolo gráfico para cada função a ser representada.

O método descrito na norma IEC 60848 combina símbolos gráficos com declarações textuais, permitindo tanto uma descrição genérica do sistema de controle, como uma descrição detalhada do sistema controlado ou do equipamento de controle, tudo realizado por meio de uma relação precisa entre as entradas e saídas, independentes das propriedades tecnológicas dos componentes usados ou de implementações futuras.

Pesquisadores e especialistas em automação industrial franceses, no ano de 1975, desenvolveram o modelo Grafcet para construção de sistemas de controle seqüencial. O nome é derivado de Graph (já que o modelo tem um fundamento gráfico), e Fonctionnel de Commande Etape/Transition.

No ano de 1982 foi instituído como uma norma francesa pela AFNOR ( Association Française de Normalisation). Em 1988 foi adotado como Norma Internacional IEC 60848 (International Electrotechnical Commission) com o nome inglês de "Seqüencial Function Chart" - SFC (Diagrama Funcional Seqüencial).

Considera-se o Grafcet como uma ferramenta bastante útil ao projetista na especificação de projetos de automação.



## Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

### 1. Linguagens de Programação de Controladores Lógicos Programáveis

A norma IEC 61131-3 define as cinco linguagens de programação ( com sintaxe e semântica de duas linguagens textuais, duas linguagens gráficas, e a linguagem estruturada por SFC), as quais podem ser interligadas.

Construtores de CLP's e produtores de software escolheram o Grafcet como a linguagem de entrada para controle sequencial booleano. Seu uso industrial vem se ampliando e cada vez mais pessoas estudam o uso teórico deste modelo.

### 2. Conceitos básicos do Grafcet

São os seguintes os conceitos básicos desse sistema de controle discreto: a etapa → a ação associada a etapa, a transição → a condição associada à transição. A etapa representa um estado parcial do sistema, no qual uma ação é realizada. Em um determinado instante, uma etapa pode estar ativa ou inativa. A ação associada somente é realizada se a etapa estiver ativa e permanece inalterada se a etapa estiver inativa. A transição que liga a etapa precedente à etapa seguinte, representa uma decisão para mudança de estado do sistema onde a ação da etapa precedente é seguida pela ação da etapa seguinte. Para que uma transição seja efetuada, são necessárias duas condições:

- que a etapa precedente à transição esteja ativa;
- que a condição (lógica combinacional) associada à transição seja verdadeira.

Ao ser efetuada a transição, a etapa anterior torna-se inativa e a etapa seguinte torna-se ativa. Conseqüentemente a ação associada à etapa anterior deixa de ser realizada, e a ação associada à etapa seguinte passa a ser realizada.

Em nosso curso de automação industrial utilizaremos como livro texto o livro *Automação e Controle Discreto*, cujos autores são Paulo R. da Silveira e Winderson E. Santos. O livro é editado pela editora Érica e atualmente encontra-se na sua 5ª edição. O assunto em questão é abordado no capítulo 4: **Lógica Seqüencial**, e no capítulo 5: **Do Grafcet à Linguagem de Relés**.

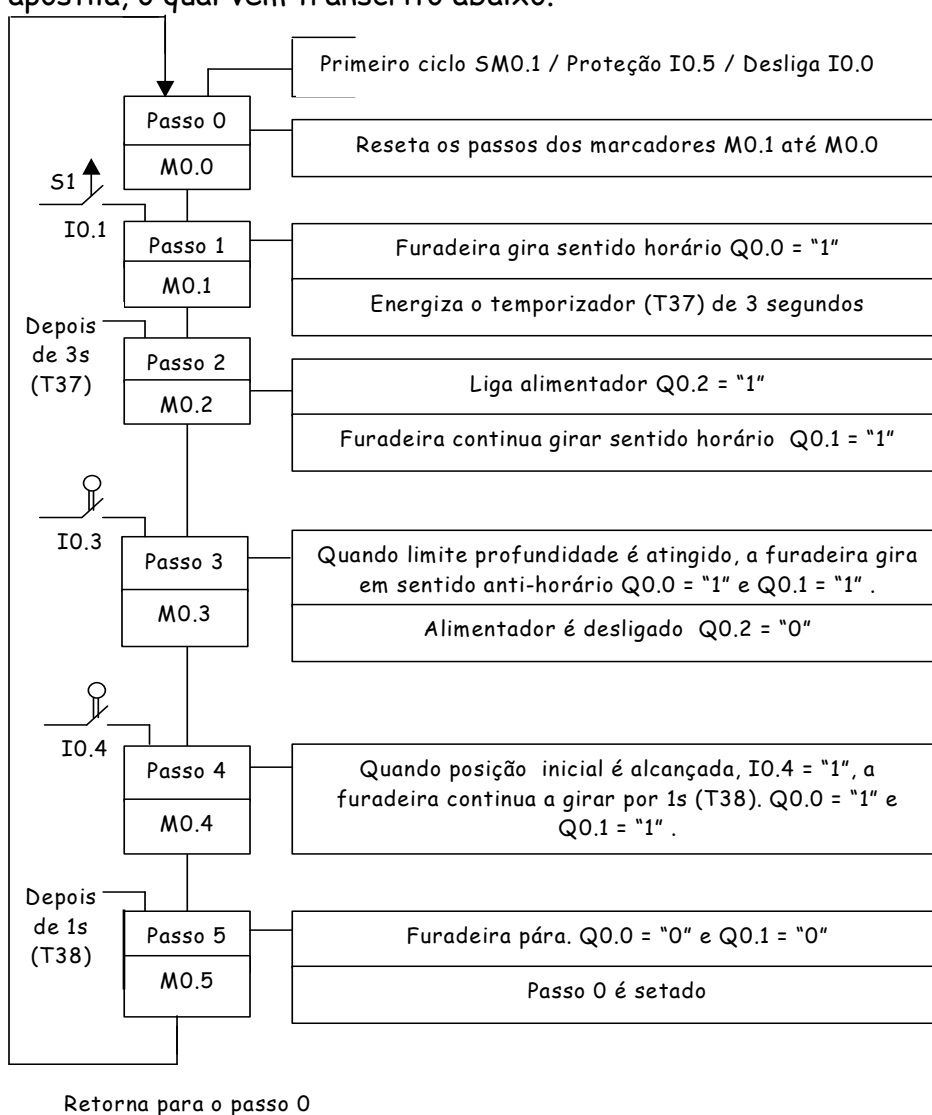
Recomenda-se que somente após a leitura e uma perfeita compreensão dos conceitos expressos nos capítulos 4 e 5, é que o aluno deve partir para a resolução do exercício de aplicação abaixo.



### 3. Exercício de aplicação

Como exercício de aplicação do método Grafcet, ou SFC, utilizaremos o exercício da furadeira automática o qual encontra-se em nossa apostila de prática 2, na página 39.

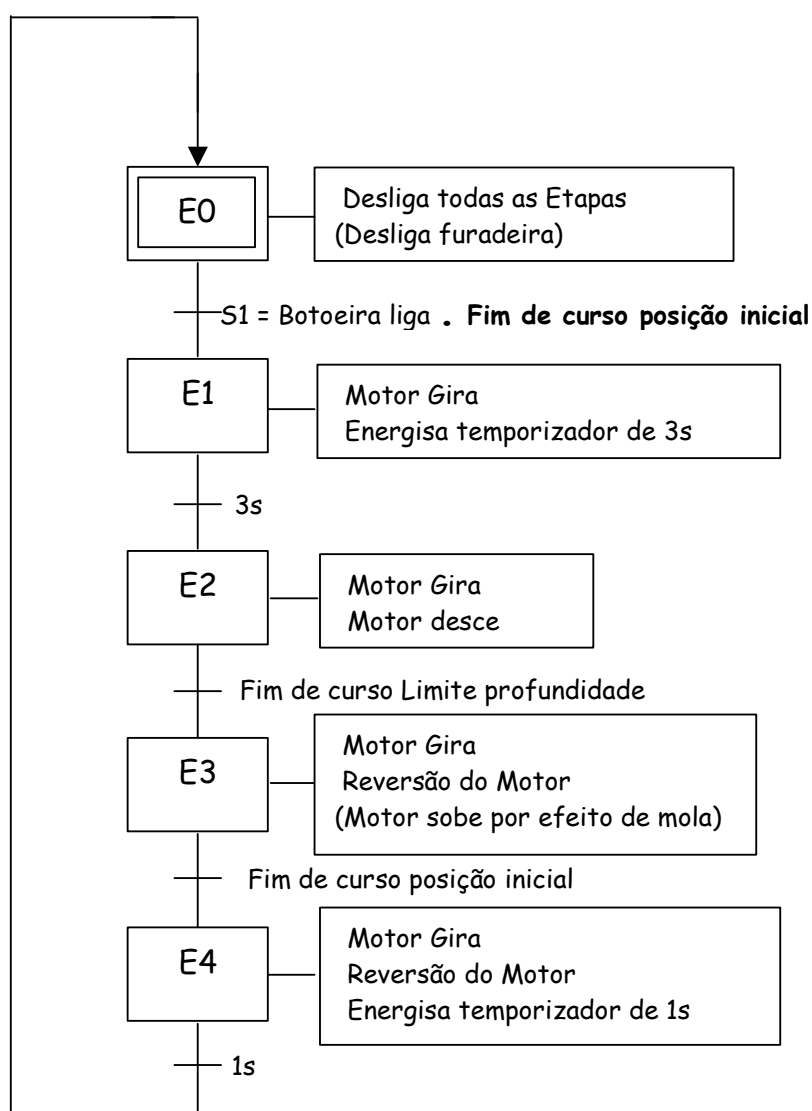
Como orientação faremos uso do modelo apresentado na página 40 da referida apostila, o qual vem transcrito abaixo.





## Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

Uma das possibilidades do Grafcet, representativo da automação descrita anteriormente, é mostrada abaixo.



Observa-se que comparado com o modelo tomado como referência o qual possui seis passos, neste temos apenas cinco etapas. Observa-se também que as condições de segurança mostradas no passo 0 do modelo de referência



## Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

devem ser implementadas, mas isto fará parte da estratégia quando da conversão do Grafcet para o diagrama Ladder.

### **3.1 Metodologia de Conversão do Grafcet à Linguagem de Relés**

Esta metodologia tem por intuito a implementação de sistemas de lógica sequencial utilizando diagrama de contatos de relés, tornando-se um forte subsídio para a programação de controladores lógicos programáveis.

Acreditamos que este método trará facilidades ao profissional de automação para desenvolver de modo rápido e eficaz seus próprios programas, bem como compreender precisamente diagramas desenvolvidos segundo esta mesma metodologia.

#### **3.1.1 Aplicação do Método ao exercício da furadeira (1ª parte)**

Cria-se tabelas que relacionem as entradas do sistema, etapas, transições e ações do processo com as entradas e saídas do controlador lógico programável.

Entrada do sistema	Entrada do PLC
Ordem para iniciar o sistema	I0.1
Ordem para interromper o sistema	I0.0
Fim de curso posição inicial	I0.4
Fim de curso limite de profundidade	I0.3
Proteção	I0.5

Ação	Saída CLP
Liga Furadeira	Q0.0
Liga Alimentador	Q0.2
Liga Reversão	Q0.1



### Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

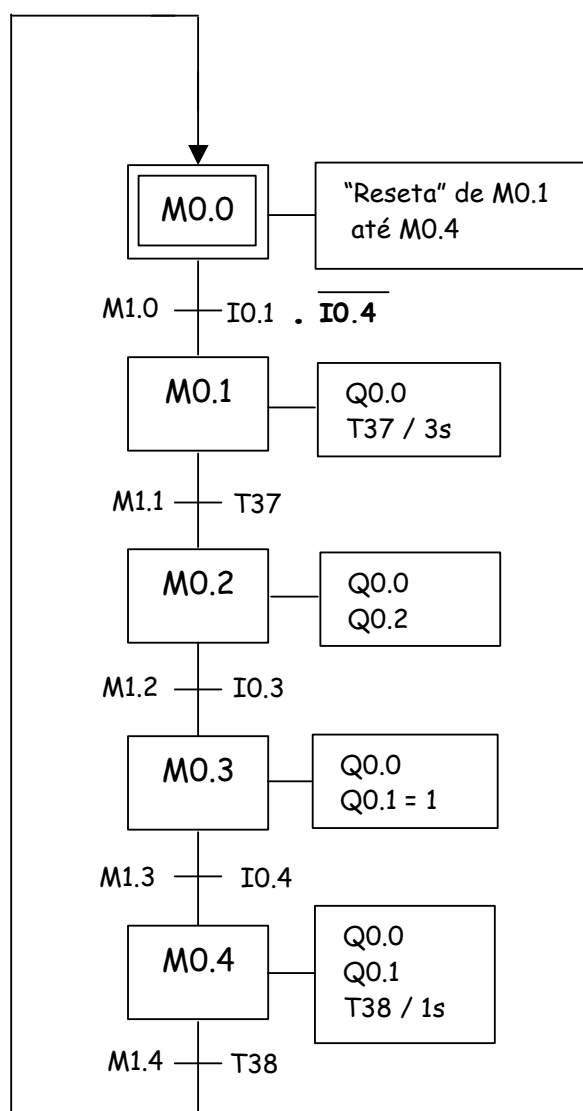
#### 3.1.2 Aplicação do Método ao exercício da furadeira (2ª parte)

Cria-se, também, uma tabela que relacione as memórias internas do CLP para cada uma das etapas, bem como uma outra tabela que relacione as memórias internas do CLP para cada uma das transições.

Transição	Memória do CLP
Entre Etapas 0 e 1	M1.0
Entre Etapas 1 e 2	M1.1
Entre Etapas 2 e 3	M1.2
Entre Etapas 3 e 4	M1.3
Entre Etapas 4 e 0	M1.4

Etapa	Memória do CLP
Etapa 0	M0.0
Etapa 1	M0.1
Etapa 2	M0.2
Etapa 3	M0.3
Etapa 4	M0.4

Uma vez construídas as tabelas das tabelas desenha-se um novo Grafcet devidamente orientado para o esquema tecnológico do CLP:



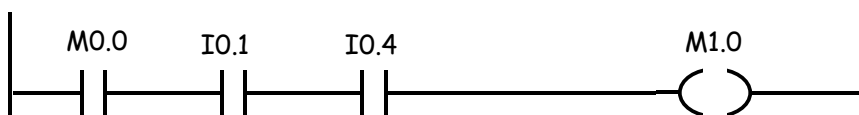
Constatamos que o Grafcet acima é idêntico ao Grafcet apresentado na página 4, a diferença é que neste último os elementos de controle estão diretamente relacionados com o elemento tecnológico utilizado para implantação no CLP S7-200 da Siemens. É a partir deste novo Grafcet que será especificado o diagrama de contatos de relé.



### 3.1.2 Aplicação do Método ao exercício da furadeira (2ª parte)

Começamos a construir o diagrama Ladder primeiramente para as transições. Sendo assim temos:

Network 1 Construindo a transição entre a Etapa 0 e a Etapa 1



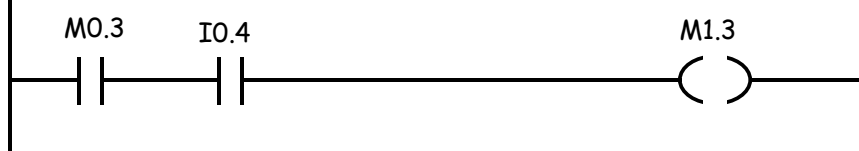
Network 2 Construindo a transição entre a Etapa 1 e a Etapa 2



Network 3 Construindo a transição entre a Etapa 2 e a Etapa 3



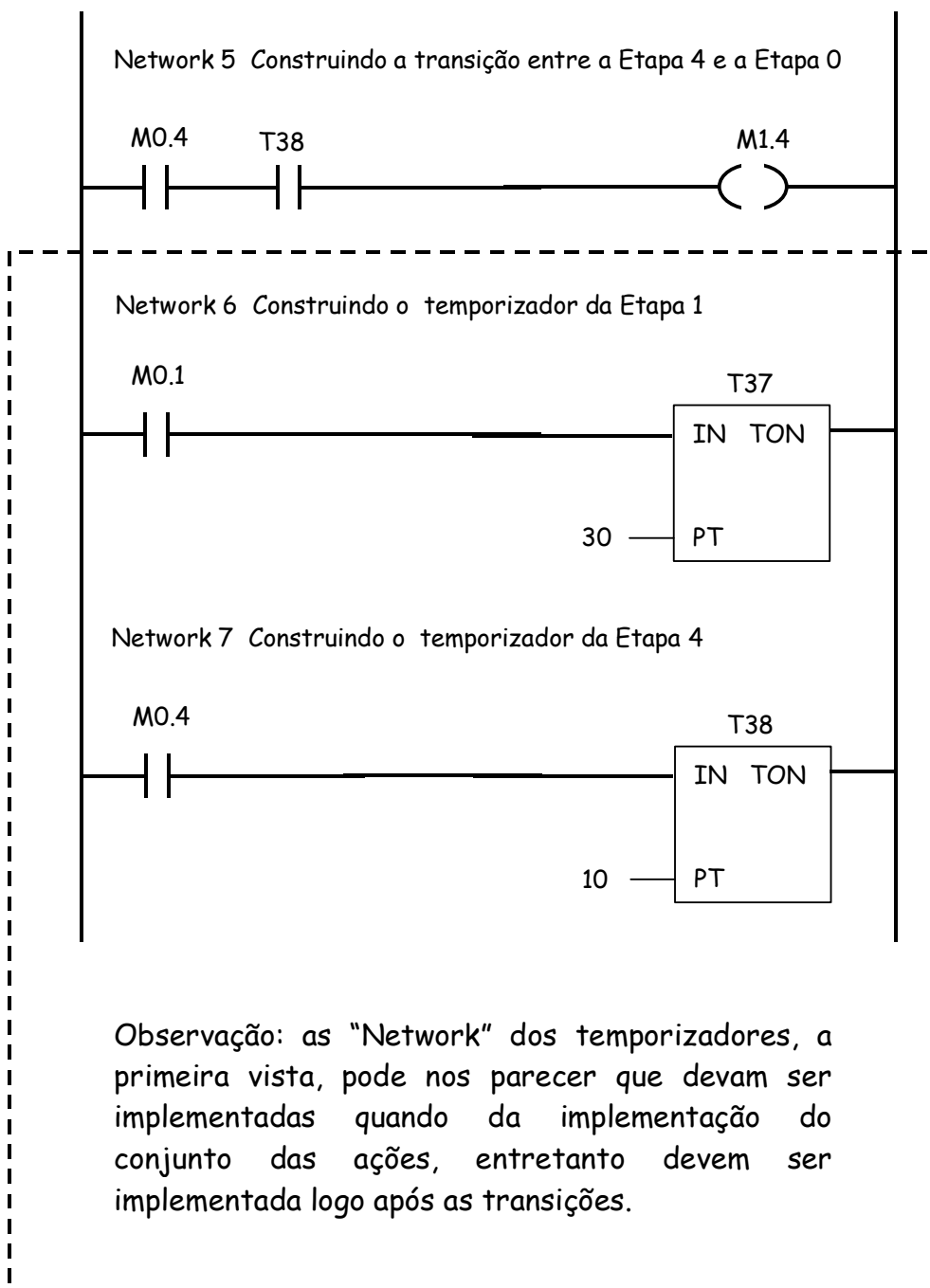
Network 4 Construindo a transição entre a Etapa 3 e a Etapa 4







## Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

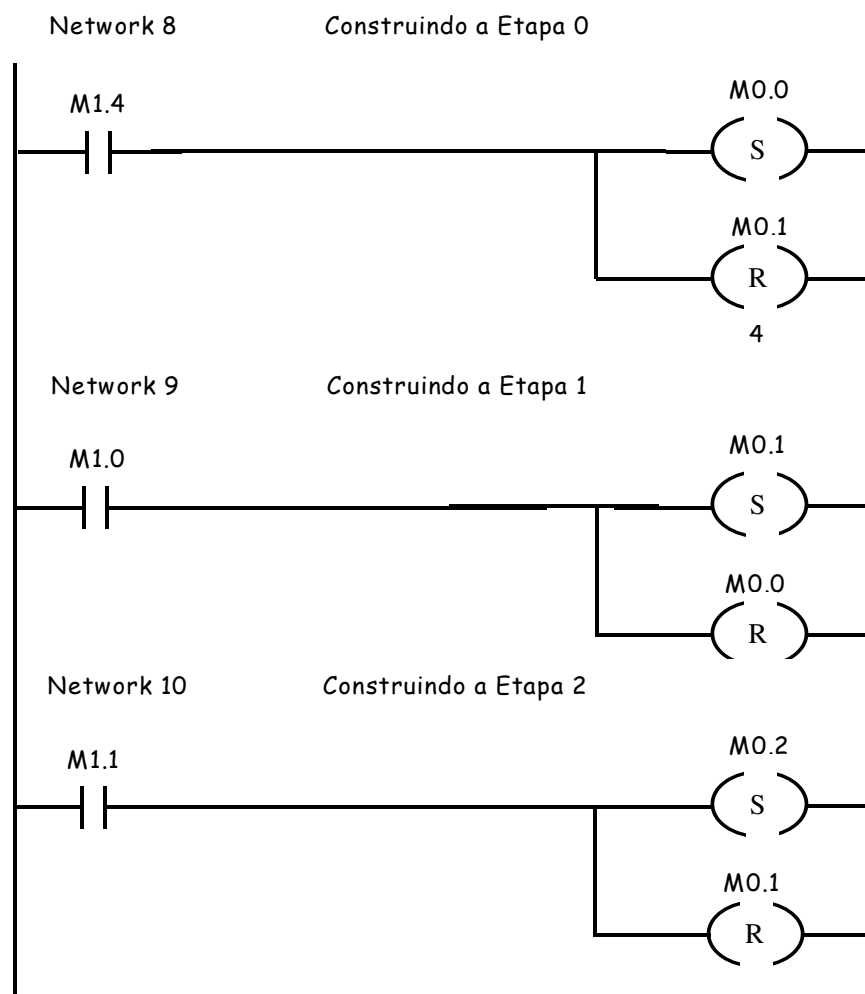




### Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

Verifica-se que cada uma das memórias do CLP irá para nível alto sempre que forem satisfeitas duas condições: (1) que a etapa anterior esteja ativa, e (2) que a receptividade associada seja verdadeira. Por exemplo para a transição M1.2, ela ocorrerá quando a etapa M0.2 estiver ativa e sua receptividade verdadeira (I0.3 em nível alto).

Em seguida escreve-se o diagrama de contatos de relé para as etapas que por suas características terão condições de serem ligadas através do comando SET e desligadas pelo comando RESET.

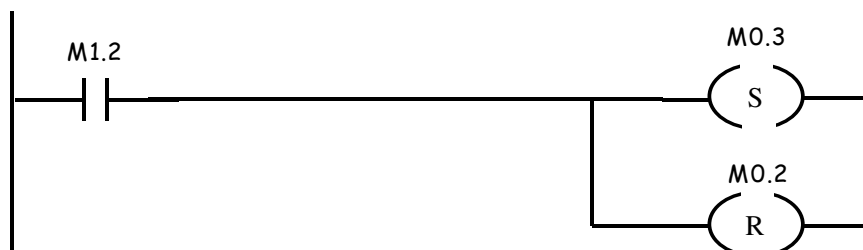




## Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

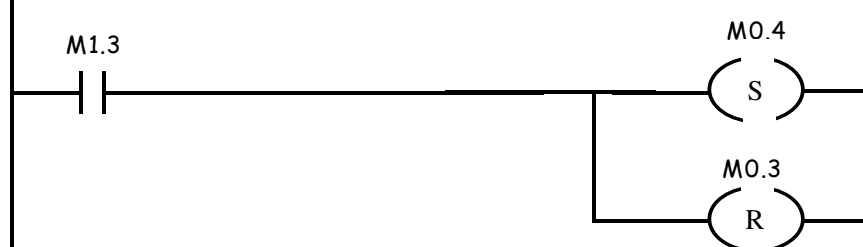
Network 11

Construindo a Etapa 3



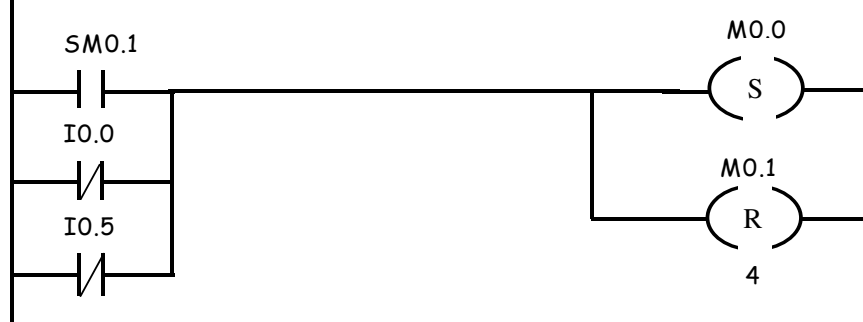
Network 12

Construindo a Etapa 4



Network 13

Segurança e Ordem de Parada

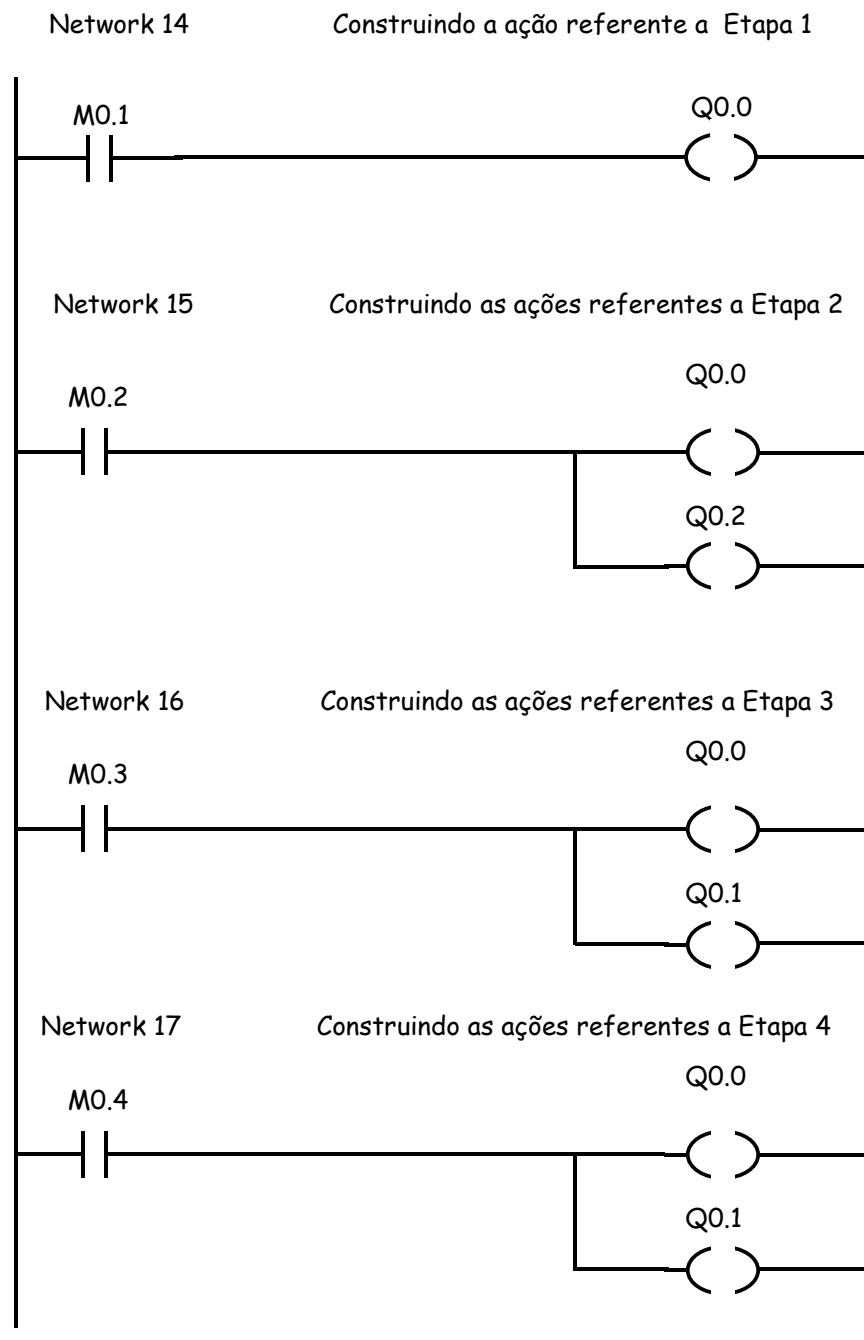


Observação: SM0.1 é uma memória especial que vai para "1" assim que energizamos o CLP e permanece em "1" durante somente o primeiro ciclo de varredura. O uso da SM0.1 garante-nos que inicialmente o programa utilitário reunirá as condições necessárias ao funcionamento do CLP.



### Curso Técnico de Eletrônica em Automação Industrial

Por fim tem-se a parte do diagrama de contatos referente às ações no controle da furadeira.





INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
CAMPUS RECIFE –PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROELETRÔNICA E SISTEMA DA INFORMAÇÃO

Disciplina <b>Controladores Lógicos Programáveis</b>	Exercício Avaliativo 10 de julho de 2009	Professor <b>Moacir Machado</b>
---	---	------------------------------------

Equacionamento de Sistemas Utilizando a Metodologia de Grafo Funcional de Comando  
Estado/Transição

1) DETERMINAR OS GRAFCET DE NÍVEL 1\* E DE NÍVEL 2\*\* PARA A AUTOMAÇÃO DESCRITA ABAIXO.

\* GRAFCET de nível 1: sua construção baseia-se nas Especificações funcionais que representam as funções a serem desempenhadas pelo automatismo sem atender a outras circunstâncias.

\*\* GRAFCET de nível 2: é construído segundo as descrições funcionais usadas nas etapas e nas condições de transição no GRAFCET de nível 1. O GRAFCET de nível 2 substitui o GRAFCET de nível 1 por especificações tecnológicas em que é feita a escolha efetiva das tecnologias e componentes a serem usados na automação.

- 1.2) Um semáforo tem 3 lâmpadas : verde, amarela e vermelha. A inicialização ocorre quando é feito com o fechamento de um interruptor a. A lâmpada verde acende durante 40 segundos. Ao fim deste tempo, acende a lâmpada amarela. Ao final do tempo de 5 segundos apaga-se a lâmpada amarela e acende a lâmpada vermelha durante 20 segundos. Passado este tempo, volta a acender a lâmpada verde.
- 1.3) Considere o item (1.2) e implemente uma alternativa a este funcionamento que é o de interromper o ciclo, ficando as três lâmpadas apagadas. Isto é feito fechando-se o interruptor i e nas condições a seguir descritas. Ao fechar i, o ciclo deve decorrer como descrito anteriormente até ao acendimento da lâmpada vermelha. Quando esta se apagar, o ciclo deve parar. A interrupção tem prioridade sobre a temporização ou seja, se o interruptor i for fechado no mesmo instante em que termina a temporização da lâmpada vermelha, o ciclo normal deve ser interrompido.
- 1.4) Outra opção, ainda considerando o item (1.2), é forçar o apagamento da lâmpada verde e a passagem imediata ao acendimento da lâmpada amarela (sem esperar pelo fim da temporização da lâmpada verde), se for fechado um interruptor p.