

SUPOORTE DE CURSO

IEC 1131-3 Ladder

Livro Texto: Programming industrial control systems using IEC 1131-3
– R.W. Lewis

UFMG – Informática Industrial
Prof. Constantino Seixas Filho

IEC 1131-3 Ladder

Structured Text (ST)	Textuais
Instruction List (IL)	
Function Block Diagram (FBD)	Gráficas
Ladder Diagram (LD)	
Sequential Function Charts (SFC)	

SFC			
ST	IL	LD	FBD
TEXTUAIS		GRÁFICAS	

É usada para descrever o comportamento de :

- Funções
- Blocos de funções
- Programas
- Em SFC para expressar o comportamento de passos, ações e transições.

Princípios básicos

A lógica ladder é uma técnica utilizada para desenhar lógica usando relés. Estes diagramas já eram utilizados para documentar antigos armários de relés, antes da existências dos CLPs.

Sua notação é bastante simples:

Uma linha vertical à esquerda representa um barramento energizado. Uma outra linha paralela à direita representa uma barra de terra. Os elementos constituídos por contatos normalmente abertos de relés, contatos normalmente fechados e bobinas de relés, são dispostos na horizontal formando malhas seriais ou paralelas. A corrente elétrica (ou de potência) sempre flui da esquerda para a direita.

O diagrama final se parece com uma escada em que as laterais são as linhas de alimentação e os degraus representam a lógica.

Cada contato está associado ao estado de uma variável lógica.

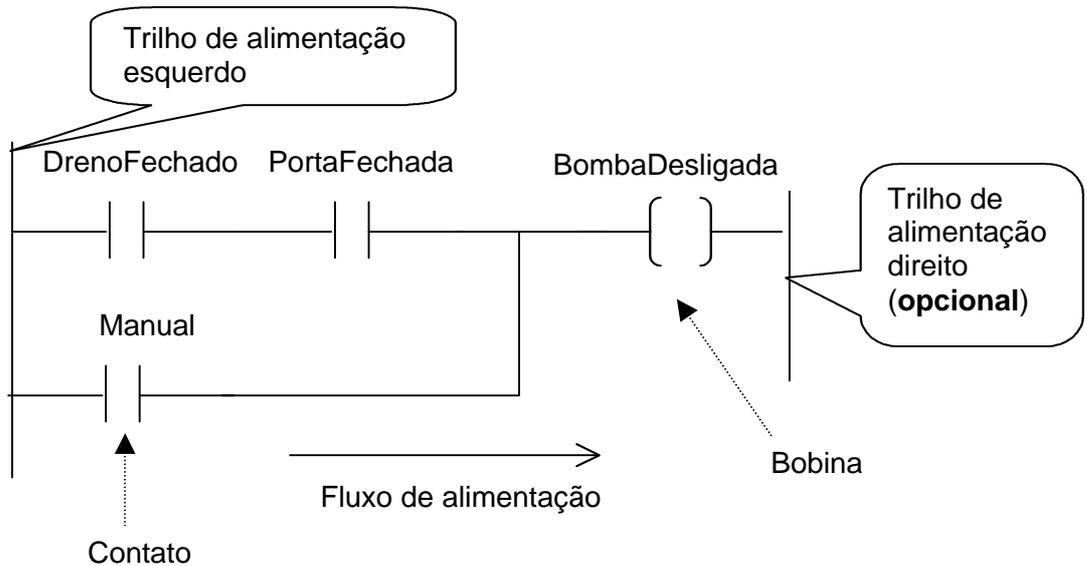
Se a variável associada a um contato normalmente aberto (NA) está em TRUE então o contato estará ativo e se fechará deixando fluir a energia. Se a variável

associada a um contato normalmente aberto (NA) está em FALSE, então o contato estará aberto e o circuito será interrompido.

Se a variável associada a um contato normalmente fechado (NF) está em TRUE então o contato estará ativo e se abrirá interrompendo o circuito. Caso contrário o contato ficará fechado e a energia fluirá.

Quando todos os contatos de uma linha horizontal estão fechados, então a corrente fluirá até a bobina que é o último elemento da linha ou degrau. A bobina será energizada e os contatos a ela associados, passarão para os seus estados ativos, aberto ou fechado dependendo da natureza destes contatos (NF ou NA).

Exemplo:



Este diagrama é equivalente ao seguinte trecho de programa em Texto estruturado:

BombaDesligada := (DrenoFechado AND PortaFechada) OR Manual;

Cada lógica associada a uma bobina é denominada ***ladder rung*** ou degrau.

Tabela: Funcionamento de contatos da lógica *ladder*

Variável associada	Contatos	
	NA	NF
TRUE / 1 / ATIVA	FECHADO	ABERTO
FALSE / 0 / PASSIVA	ABERTO	FECHADO

Simbologia

Elemento Gráfico	Forma semi-gráfica	Forma Gráfica
Linha horizontal (fluxo de potência)	-----	—————
Interconexão entre linhas horizontais e verticais	<pre> -----+----- -----+----- </pre>	<pre> —————+————— —————+————— </pre>
Conexão com a barra de alimentação esquerda	<pre> +----- </pre>	<pre> ----- </pre>
Conexão com a barra de alimentação direita	<pre> -----+ </pre>	<pre> ----- </pre>
Conectores	<pre> -----> LOAD_JOB> >LOAD_JOB>----- </pre>	<pre> —————> LOAD_JOB> > LOAD_JOB >————— </pre>

Contatos:

Elemento Gráfico	Representação semi gráfica	Representação Gráfica
Contato NA	----- -----	——— ———
Contato NF	----- / -----	——— / ———
Contato sensível à borda de subida	----- P -----	——— P ———
Contato sensível à borda de descida	----- N -----	——— N ———

Equivale a:

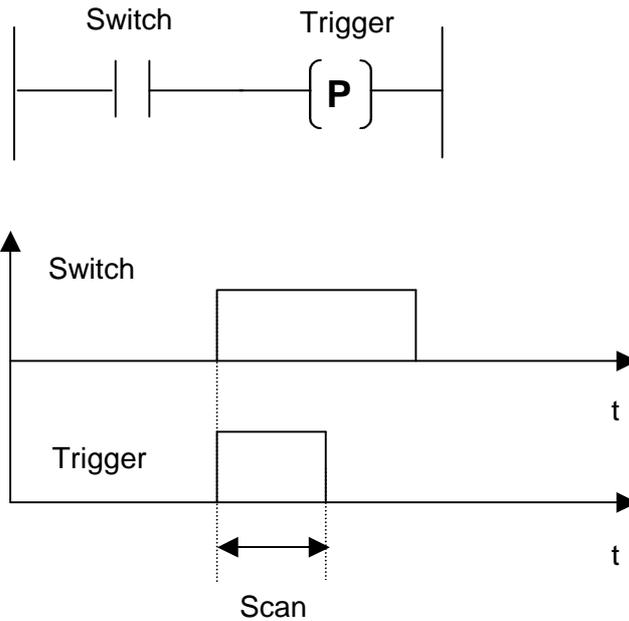
Bobinas:

Elemento Gráfico	Representação semi gráfica	Representação Gráfica
Bobina	----- () -----	— [] —
Bobina Negada É setada para o oposto do estado da linha de potência.	----- (/) -----	— [/] —
Bobina SET É setada quando é alimentada e resetada pela instrução RESET.	----- (S) -----	— [S] —
Bobina RESET A bobina passa para o estado OFF e permanece neste estado até ser setada pela instrução SET.	----- (R) -----	— [R] —
Bobina Retentiva (com memória). Estado é mantido em caso de falha de alimentação do CLP	----- (M) -----	— [M] —
Bobina Set Retentiva (com memória)..	----- (SM) -----	— [SM] —
Bobina Reset Retentiva (com memória)	----- (RM) -----	— [RM] —
Bobina sensível à borda de subida. Vai para 1 durante um scan, se o fluxo de potência vai de 0 para 1.	----- (P) -----	— [P] —
Bobina sensível à borda de descida. Vai para 1 durante um scan, se o fluxo de potência vai de 1 para 0.	----- (N) -----	— [N] —

As bobinas com retenção são utilizadas para salvar o estado de variáveis que precisam ser recuperadas após o retorno de falha de alimentação. Por exemplo, o CLP precisa se lembrar dos modos de operação correntes, e quaisquer outras variáveis que denotem estado.

Use VAR_RETAIN para definir variáveis associadas com bobinas retentivas.

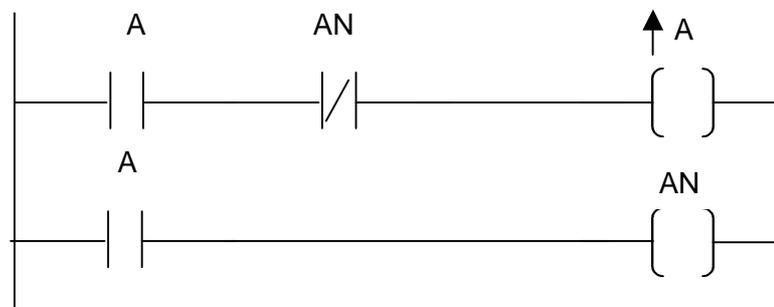
Exemplo:



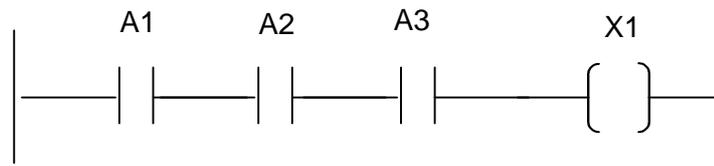
Basicamente a lógica de relés é ideal para representar circuitos combinacionais, onde as duas operações básicas são as operações AND e OR.



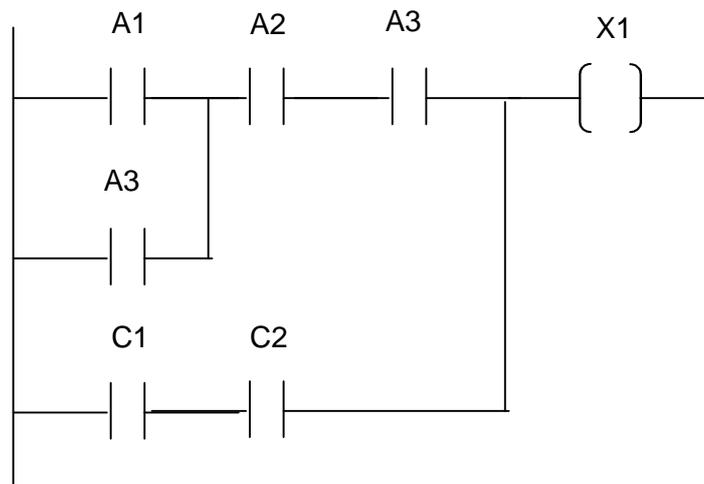
Equivale a :



Ligação em série = Operação AND

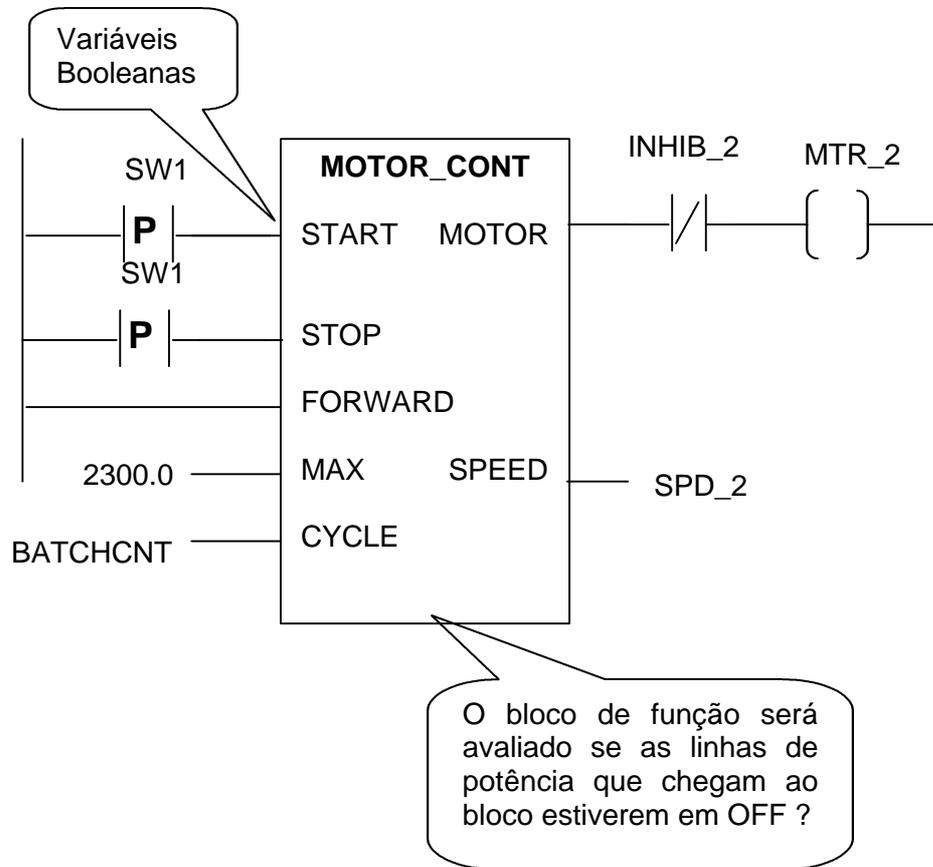


Ligação em paralelo = Operação OR



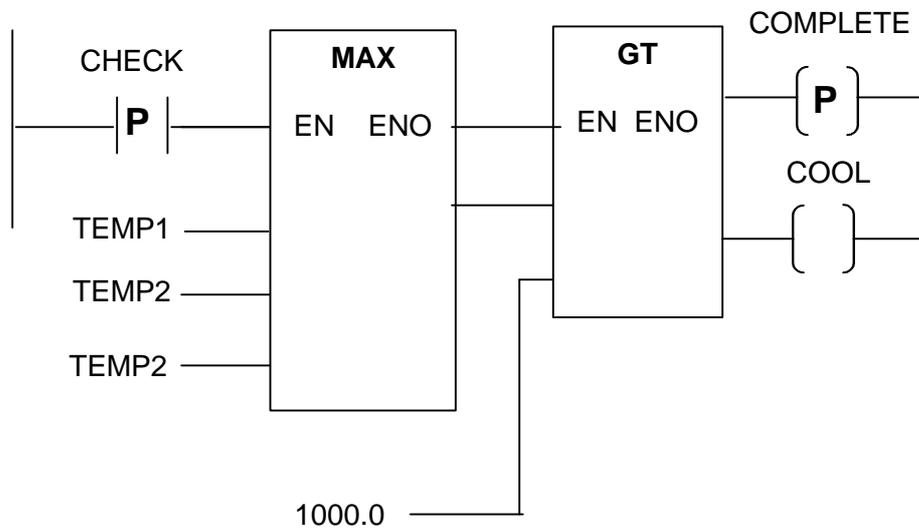
$X1 := (A1 \text{ OR } B1 \text{ AND } A2 \text{ AND } A3) \text{ OR } (C1 \text{ AND } C2);$

Uso de blocos de função em diagramas ladder



O standard não define.

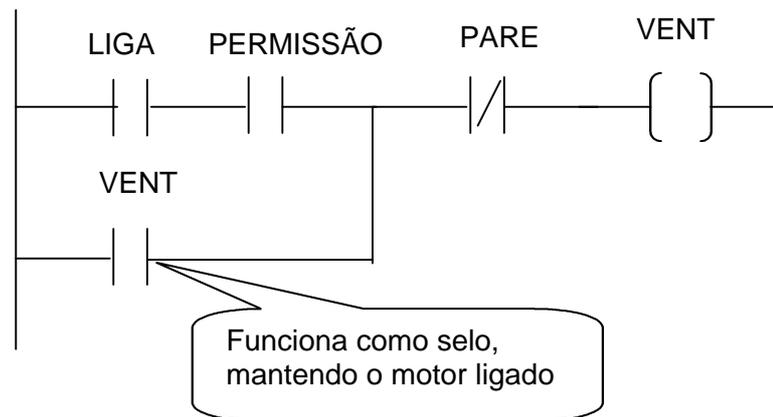
Controlando a avaliação dos blocos de função



Toda vez que CHECK passar de 0 para 1, o bloco MAX será executado uma única vez.

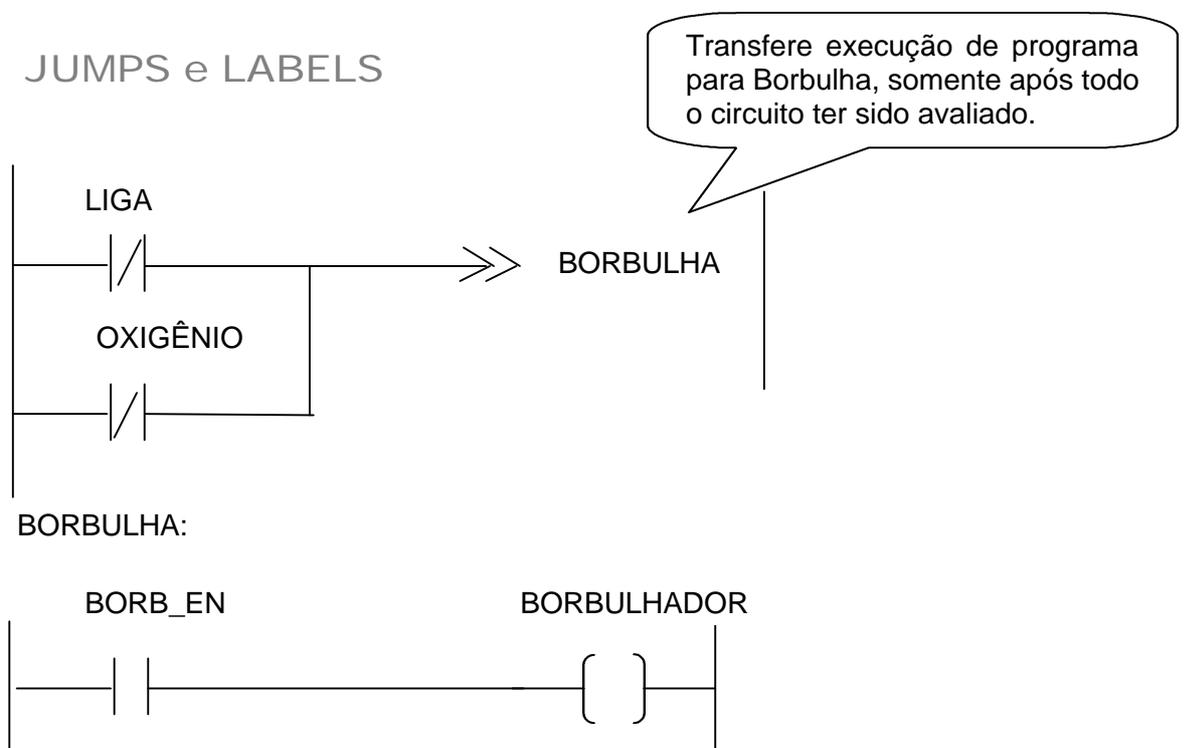
Qual o resultado produzido por este programa ?

Realimentação em diagramas ladder



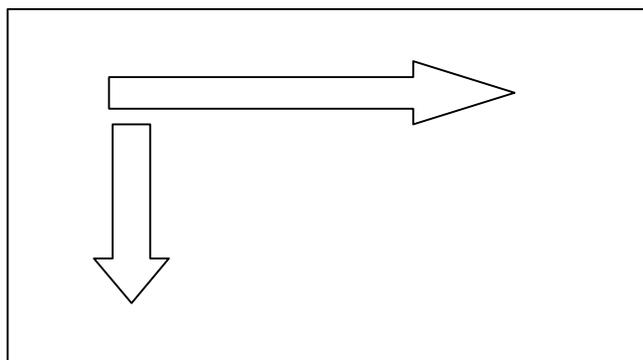
Todas as entradas associadas a contatos *ladder* são avaliadas antes da execução do *rung*.

JUMPS e LABELS



Jumps não são recomendados.

Regras de avaliação do ladder

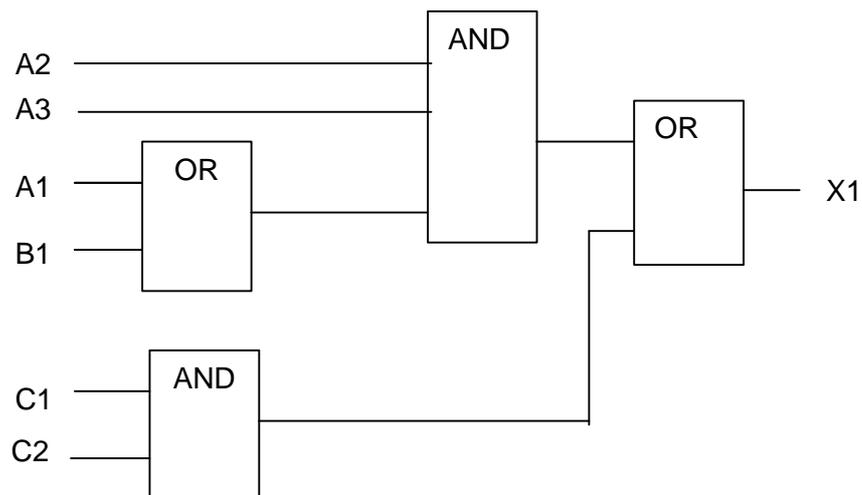
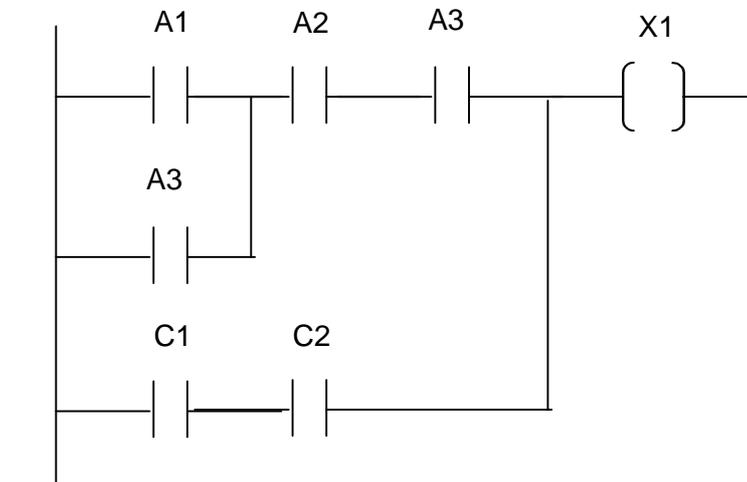


Regras de consistência:

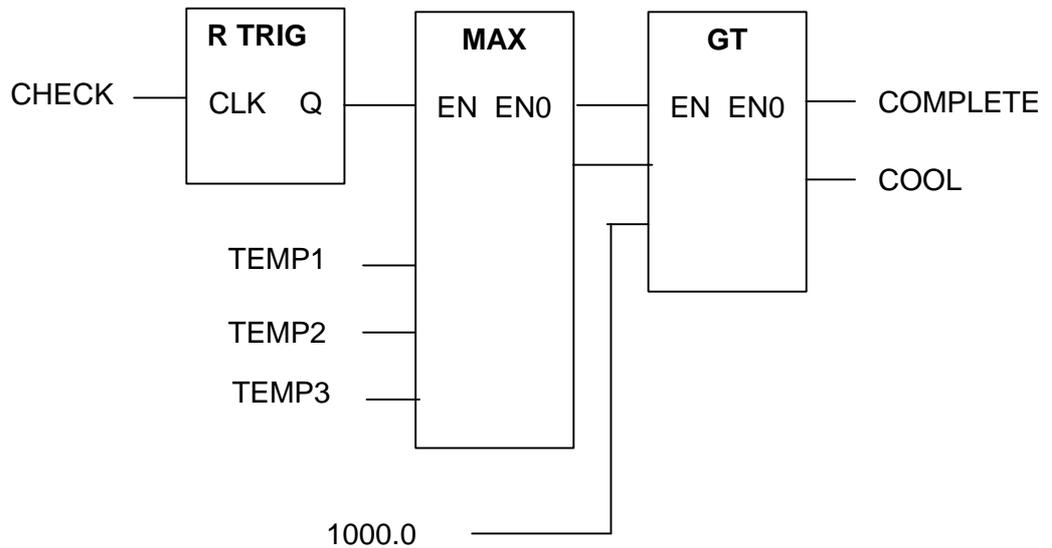
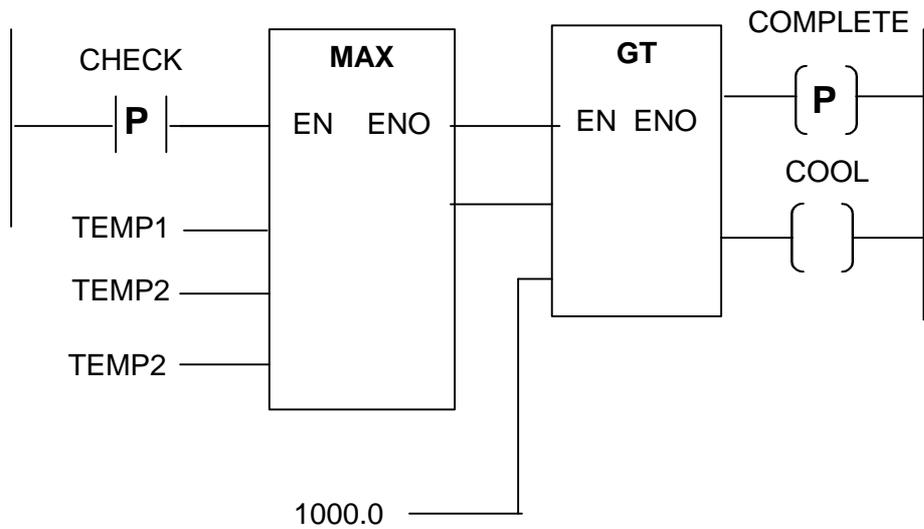
Regra	Geral	Ladder
1	Nenhum elemento de uma rede será avaliado até que o estado de todas as entradas tenham sido avaliadas	Nenhum degrau de um diagrama ladder, função ou bloco de função, será avaliado a menos que todas as entradas tenham sido avaliadas
2	A avaliação de um elemento de uma rede só será completada, quando os estados de todas as suas saídas tiverem sido avaliados.	A saída de um bloco de função só estará disponível, quando todas as saídas tiverem sido avaliadas. Uma bobina só mudará de estado após todos os caminhos do ladder terem sido avaliados.
3	A avaliação de uma rede só estará completa quando todas as saídas de seus elementos tiverem sido avaliadas.	Todas as saídas de todas as funções, blocos de funções e bobinas ladder devem ser atualizados antes que uma rede LD seja considerada completa.
4	Quando dados são transferidos de uma rede para outra, todos os valores provenientes da primeira rede devem ter sido produzidos pela mesma avaliação da rede. A segunda rede não deve iniciar sua avaliação enquanto todos os valores provenientes da primeira rede não estiverem disponíveis	.

Equivalência entre ST, FBD e LD

Tradução de lógica booleana simples:



Tradução de ladder com Blocos de função



Tradução entre ST em LD encontra dificuldades:

Mapeamento de comandos

- IF..THEN
- CASE
- FOR
- WHILE
- REPEAT

Referência a elementos em vetores e estruturas.

Layout de diagramas ladder

Bons para:

- Representação de lógicas booleanas simples.

Não são indicados para:

- Cálculos
- Controle em malha fechada
- Sequenciamento de operações

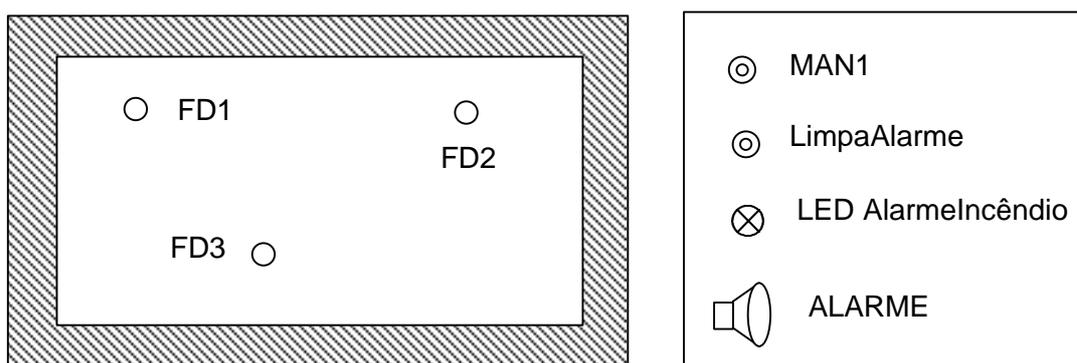
Limites tais como número de blocos de função, número de contatos em um degrau, número de degraus, etc. dependem da implementação e não são tratados no *standard*.

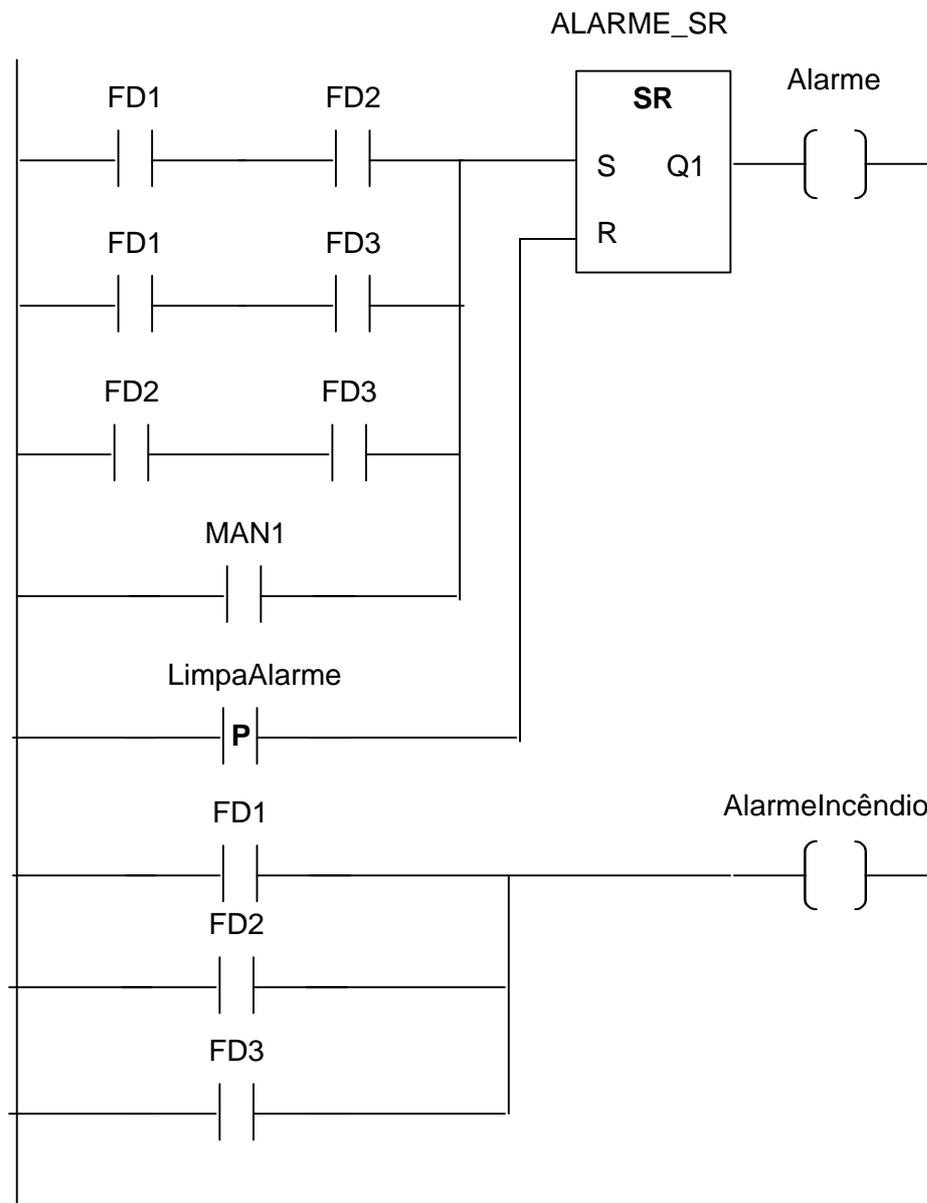
Exemplo: Sistema de monitoração de incêndio:

Um sistema de detecção de incêndio possui três sensores: FD1, FD2 e FD3. O alarme só dispara se pelo menos dois sensores acusarem fogo (votação 2 em 3). Um botão manual também pode ser usado para disparar o alarme de incêndio.

Uma chave manual serve para desligar o alarme depois que os sensores voltam ao normal. Se for feita uma tentativa de desligar o sistema de alarme com os sensores ativados, o alarme continua.

Um *led* indica que pelo menos um dos sensores está atuado. Isto pode significar um fogo localizado perto do detetor ou um detetor defeituoso.





Leitura Complementar:

- ❑ Bonfatti, Monari, Sampieri, IEC1131-3 Programming Methodology, CJ International, 1997.

Exercícios:

1. Escreva o último exemplo do alarme de incêndio em ST.
2. Faça um programa em linguagem ladder para comandar a partida de um motor. O motor deve ser desligado quando um botão de Desliga for acionado ou quando sua temperatura for maior ou igual 200⁰ C. Você deve contar o número de partidas e paradas do motor, e o seu tempo de funcionamento (horímetro).
3. Desenhe o diagrama ladder equivalente à:



4. Desenhe o diagrama ladder para a função ou exclusivo.
5. Determine a tabela verdade par ao circuito a seguir e determine sua função:

