

I - INTRODUÇÃO

Uma etapa muito séria e esperada na automação é a *Start Up*. Agora, no seu próximo projeto e *Start Up*, você pode contar com o Micro CLP Start.

Ele é um equipamento que pode ser utilizado em pequenas automações ou em máquinas diversas e, por se comunicar em rede Modbus-RTU, possuindo uma interoperabilidade com vários sistemas de automação, pode também complementar grandes projetos de sistemas.

O Micro CLP Start foi desenvolvido utilizando tecnologia SMD, o que permite a redução de seu tamanho. É modular, possibilitando a aquisição somente dos recursos necessários ao processo que será automatizado. Em sua versão básica, o Start apresenta 12 entradas digitais de 24V e 8 saídas digitais a transistor (coletor aberto). Se necessário, podem ser instaladas até duas placas adicionais contendo duas entradas e duas saídas analógicas cada uma. Assim, o Start pode conter até quatro entradas e quatro saídas analógicas.

Uma interface serial padrão RS-485 permite a comunicação e troca de informações com outros equipamentos e sistemas supervisórios, integrando o Start a outros controladores de processo. Essa interface pode também ser conectada à porta serial de um microcomputador para configuração e supervisão, bastando utilizar o cabo de programação FSHPRG ou uma RS-400, sendo esta última além de conversor, também repetidor e isolador de sinal.

A interface homem-máquina (IHM) incorporada permite que o usuário interaja com os processos controlados, visualizando e alterando seus parâmetros através de um teclado e um display alfanumérico com representação de valores em aritmética de ponto flutuante. Conta com segurança de parâmetros por níveis de acesso, podendo impedir que usuários não autorizados modifiquem alguns ou todos os parâmetros do Start. A IHM é totalmente configurável através do software configurador Ferconf (ver item III deste manual).

O Ferconf é também o configurador dos blocos de processamento digital, para os quais ele utiliza a linguagem Ladder em ambiente gráfico, e dos blocos de processamento analógico (entradas e saídas analógicas, PIDs, etc.). Estão disponíveis quatro blocos PID para uso em malhas de controle, além de blocos de linearização, totalização, rampas e funções.

A Figura I.1 mostra o Micro CLP Start. Em sua traseira pode-se visualizar os conectores de alimentação que é *full range*, as borneiras para conexão das entradas e saídas digitais e analógicas, da alimentação e da comunicação serial, um conjunto de oito chaves *dip-switch* para configuração da comunicação serial. O fusível fica interno na placa da fonte e é de 250mA.

A parte dianteira do Start é composta por um display alfanumérico de cristal líquido (LCD) e um teclado de oito teclas. O display contém números com um tamanho ideal e possui *back-light*, o que facilita a leitura das informações nele apresentadas, mesmo em ambientes com iluminação precária.

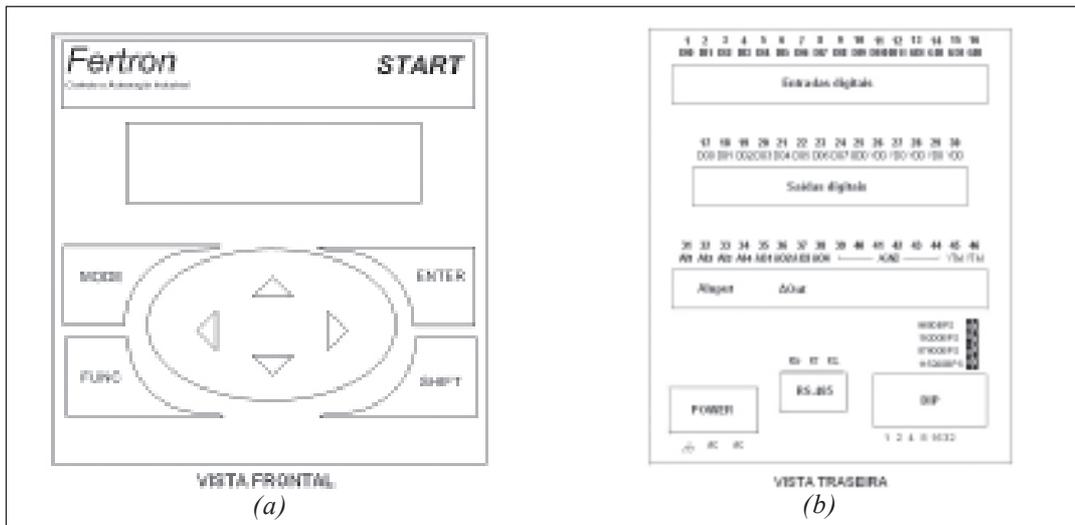


Figura I.1 - Vistas dianteira (a) e traseira (b) do Start

II - INSTALAÇÃO

O Start é um equipamento compacto projetado para montagem em pequenos painéis ou ocupando pequenos espaços de painéis. Em virtude de sua interface homem-máquina incorporada, recomenda-se que ele seja instalado próximo ao processo controlado, ao abrigo do calor e umidade e sem sofrer incidência direta de luz solar. A figura a seguir traz as dimensões do equipamento.

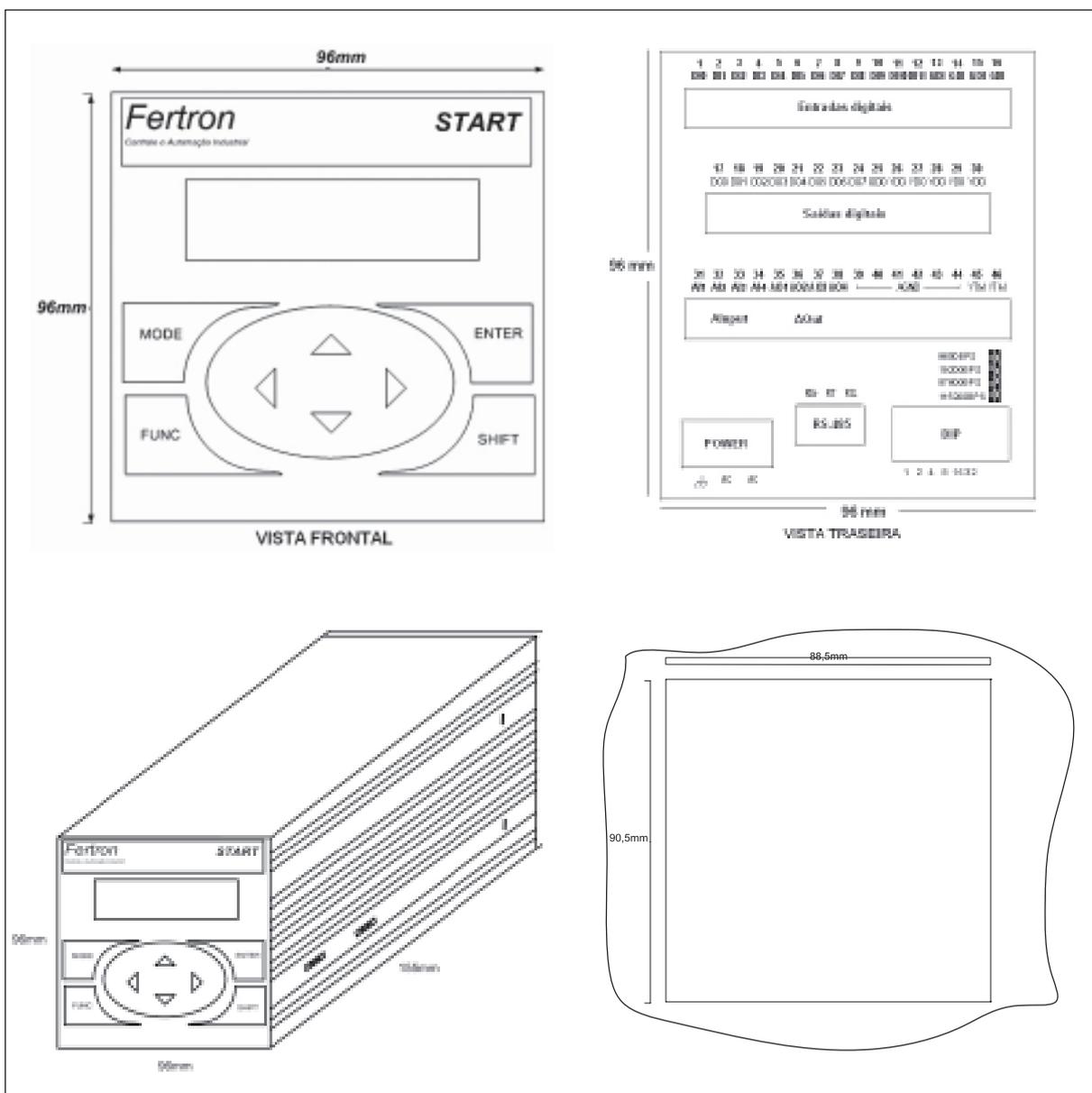


Figura II.1 - Dimensões, vistas e detalhes da fixação do Start para instalação em painéis

II.1 - PLACAS DE EXPANSÃO

Em sua versão básica, o Start pode realizar apenas o controle digital, configurado por diagramas *Ladder* e utilizando as 12 entradas e 8 saídas digitais. Podem ser adicionadas, no entanto, até duas placas analógicas contendo duas entradas e duas saídas analógicas cada uma, fazendo com que o Start ganhe capacidade de realizar o controle de malhas analógicas. Para tanto, utilizam-se os blocos de entradas e saídas analógicas e os quatro blocos de controle PID totalmente parametrizáveis, entre outros blocos específicos para controle analógico.

A Figura II.2 mostra o acesso às placas de expansão no Start



Figura II.2 – Acesso aos módulos de expansão

Para instalar uma placa de expansão, deve-se desligar o Start e abri-lo pela parte traseira. O encaixe das placas é simples, devendo-se garantir sua fixação através de parafusos. O posicionamento das placas deve ser tal que a nomenclatura dos conectores (CN1 até CN4) impressa em cada placa de expansão coincida com a nomenclatura impressa nos conectores da placa-mãe do equipamento. O equipamento detecta automaticamente a instalação ou a remoção de uma placa de expansão, o que é possível de ser visualizado pressionando a tecla *MODE* até chegar no modo *I/O Watch* do equipamento e, a partir daí, navegar com a tecla que é uma seta para esquerda ou direita.

II.2 - LIGAÇÕES ELÉTRICAS

Conforme mostrado na Figura I.1 (a), o Start apresenta diversos bornes para conexão de suas entradas e saídas. Esses bornes são identificados na Figura II.3 e descritos a seguir:

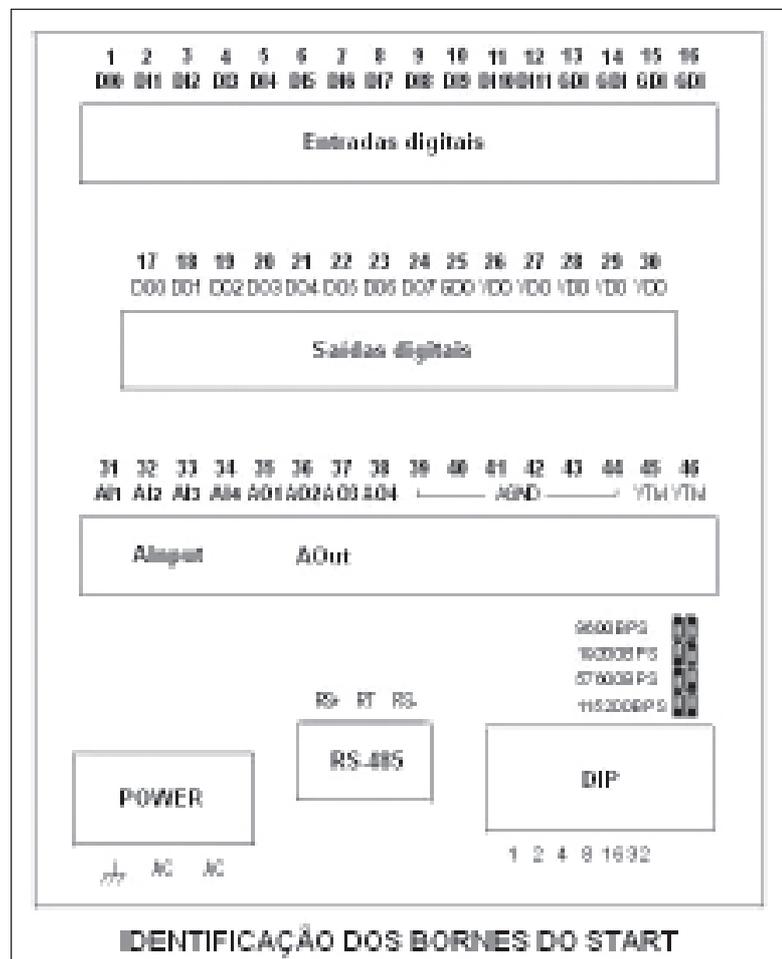


Figura II.3 – Identificação dos bornes do Start (vista traseira)

II.2.1 - BORNES DE 12 ENTRADAS DIGITAIS

As 12 entradas digitais opto-isoladas estão disponíveis em um único borne de 16 vias situado na parte superior do Start. Todas as entradas digitais operam com tensão de 24Vdc e compartilham um mesmo ponto de referência, disponível em quatro bornes identificados por “COMUM”.

O Micro CLP Start conta com uma entrada rápida (DI11) que pode ter uma velocidade de leitura de 10khz em aplicações que exijam leituras de movimentos, etc.

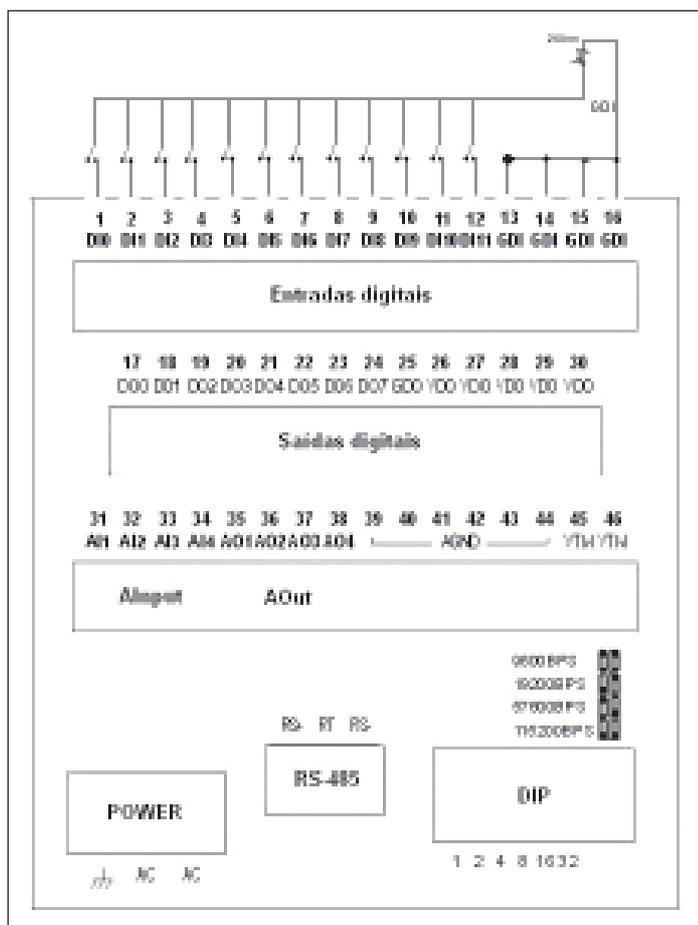


Figura II.4 – Diagrama de conexões das entradas digitais

II.2.2 - BORNES DE 8 SAÍDAS DIGITAIS A TRANSISTOR

As borneiras de saídas digitais a transistor se localizam na parte traseira do Start. Por serem isoladas do equipamento, as saídas digitais requerem uma alimentação externa de 24Vdc, conectada à borneira de saídas digitais.

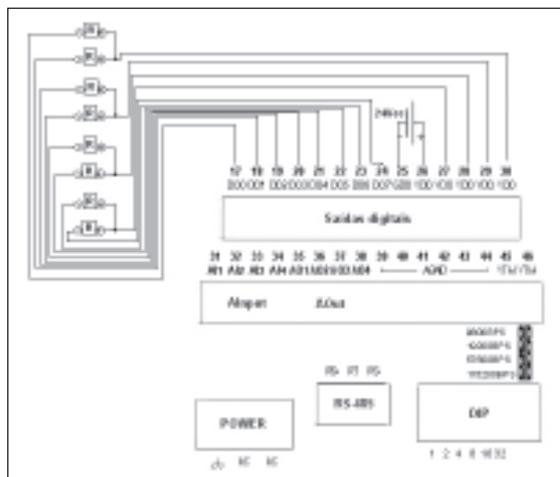


Figura II.5 – Diagrama de conexões das saídas digitais

II.2.3 - BORNES DE ENTRADAS ANALÓGICAS (0-10VDC, 1-5VDC OU 4-20MA) – AINP

O Start apresenta uma borneira para conexão das entradas e saídas analógicas, além da alimentação de até 4 transmissores a dois fios.

A borneira de entradas analógicas é encontrada na parte traseira do Start, identificada na Figura II.3 por “AInp”.

Uma borneira adicional, identificada na Figura II.3 por “VTM”, contém pontos de alimentação para transmissores a dois fios. Esta borneira fornece alimentação VTM=24Vdc, com saída máxima de 100mA (até quatro transmissores).

Cada entrada analógica pode ser configurada para operar em 0-10Vdc, 1-5Vdc ou 4-20mA. A configuração das entradas analógicas é feita através dos *jumpers* existentes nas placas de duas entradas e duas saídas analógicas, conforme descrito no capítulo VII – Calibração.

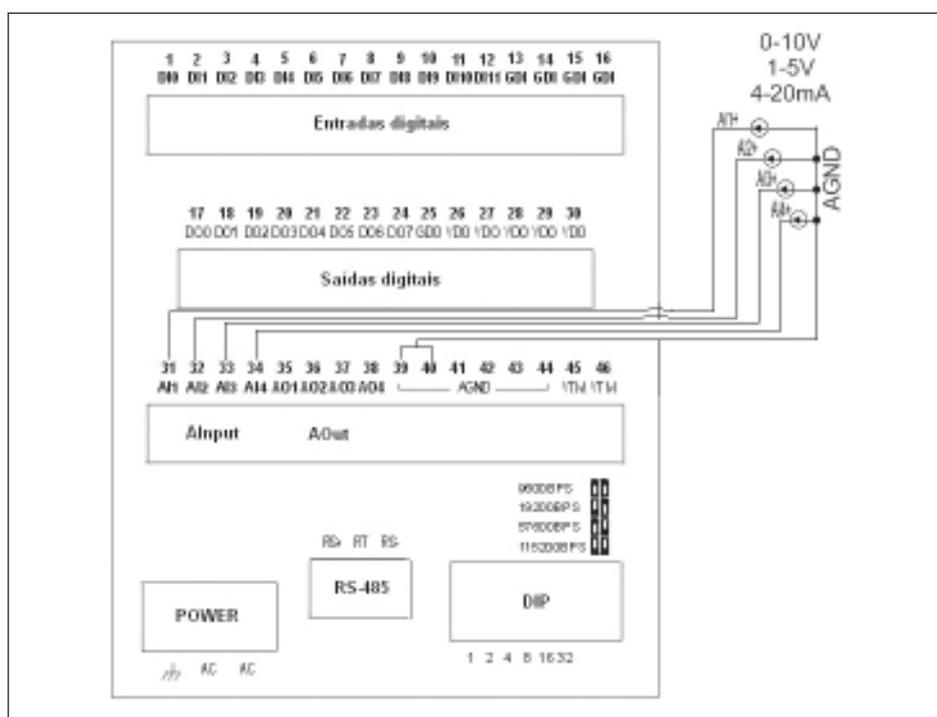


Figura II.6 – Diagrama de conexões das entradas analógicas

II.2.4 - BORNES DE ALIMENTAÇÃO PARA TRANSMISSORES A DOIS FIOS - VTM

A borneira indicada por “VTM” na parte traseira do Start pode ser utilizada para alimentar até quatro transmissores a dois fios. Esta fonte pode fornecer até 100mA de corrente através dos pinos indicados por “VTM” na Figura II.3.

II.2.5 - BORNES DE SAÍDAS ANALÓGICAS (4-20MA) – AOUT

A borneira de saídas analógicas é encontrada na traseira do Start, identificada pelo texto “AOut”na Figura II.3. As saídas são obtidas pelos bornes identificados por “AOut1” a “AOut4”.

O método de calibração das saídas analógicas é descrito no capítulo VII - Calibração.

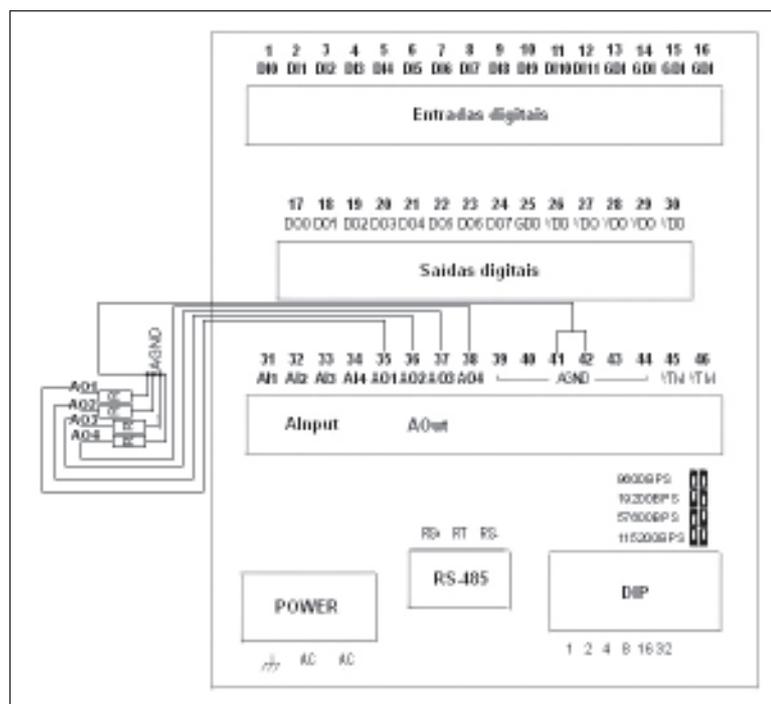


Figura II.7 – Diagrama de conexões das saídas analógicas

II.2.6 - BORNES DE ALIMENTAÇÃO

O Start é dotado de fonte de alimentação automática que opera com tensões de entrada de 90Vac até 240Vac, em 50Hz ou 60Hz.

A alimentação do equipamento é feita pela borneira identificada por “Power” na Figura II.3. Além dos dois bornes de alimentação, deve-se utilizar o terceiro borne (m) para realizar o aterramento do equipamento.

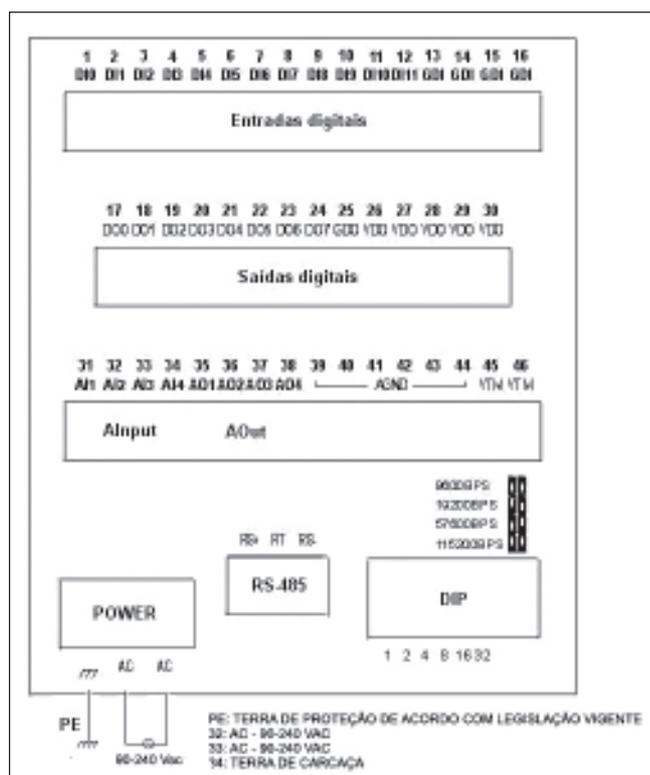


Figura II.8 – Diagrama de conexões da alimentação

II.2.7 - BORNES DE COMUNICAÇÃO SERIAL

A borneira de comunicação serial do Start é encontrada na traseira do equipamento, identificada na Figura II.3 pelo texto “RS-485”. Devem ser conectados os bornes identificados por “RS+” e “RS-”. O “RT” é um borne de terminação da linha serial, que pode ser ligado a “RS+” caso o equipamento esteja no final da linha serial.

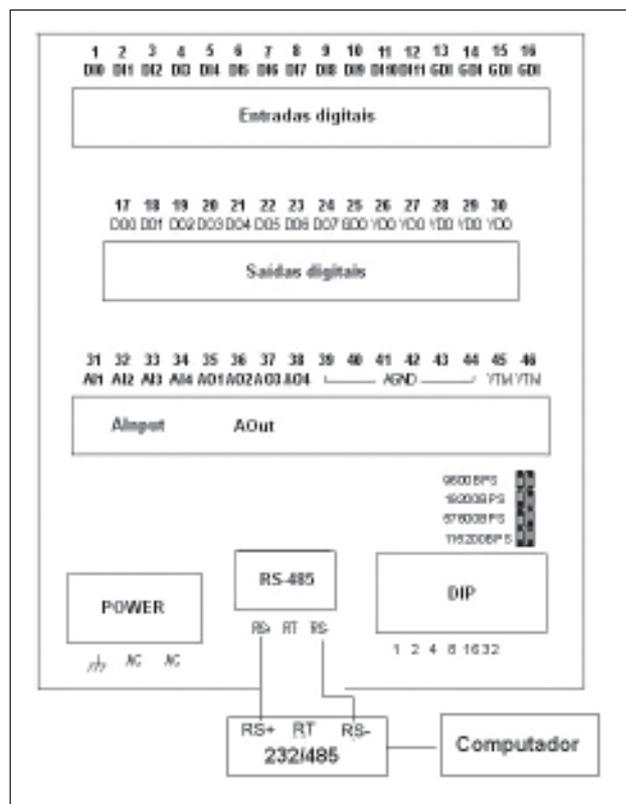


Figura II.9 – Diagrama de conexões da porta serial

II.3 - CONFIGURAÇÃO DA CHAVE *DIP-SWITCH* DIP1

A chave identificada pelo texto “DIP1” na traseira do equipamento permite configurar a velocidade de comunicação serial entre quatro disponíveis e o endereço do equipamento na linha serial, de 0 a 63.

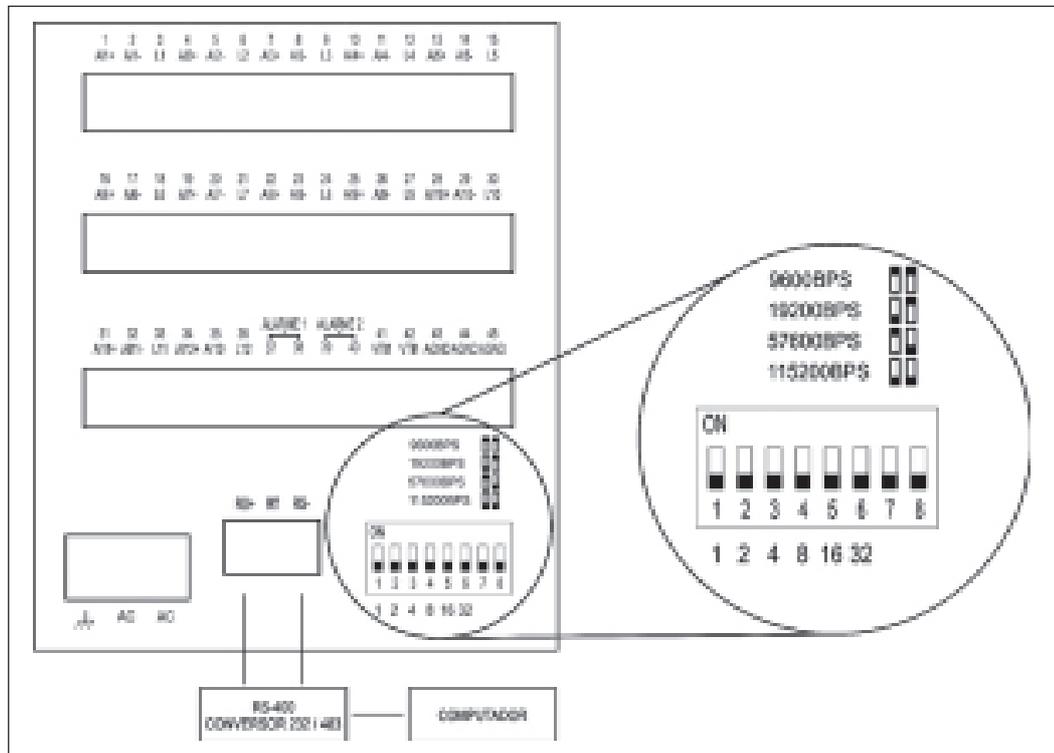


Figura II.10 – Configuração da chave dip-switch

O endereço do equipamento é composto pela soma dos valores associados às chaves ligadas.

Por exemplo, para que um equipamento tenha o endereço 27, deve-se ligar as chaves de números 16, 8, 2 e 1 ($16+8+2+1=27$).

A seleção de *baud-rate* é feita através das chaves marcadas b0 e b1, de acordo com a Tabela II.1.

b1	b0	baud-rate
a	a	9600 bps
a	b	19200 bps
b	a	57600 bps
b	b	115200 bps

Tabela II.1 – Seleção de baud-rate

III - A INTERFACE HOMEM-MÁQUINA DO START

A interface homem-máquina (IHM) é uma ferramenta bastante prática para a monitoração e alteração das variáveis do processo controlado. Sua operação é feita através do teclado de 8 teclas e do display de 16 caracteres x 2 linhas mostrados na Figura I.1 (b).

A IHM do Start permite definir quatro níveis de acesso aos seus parâmetros, o que pode impedir que usuários realizem operações para as quais não possuem autorização.

Ao ser ligado, o Start exibe uma tela de apresentação, conforme mostrado na Figura III.1. Nesta tela pode-se observar a versão de firmware do produto. Após alguns segundos, o equipamento passa automaticamente ao primeiro modo de operação configurado.



Figura III.1 – Tela de apresentação do Start

Existem seis modos de operação do Start: Parâmetros Analógicos, Parâmetros Digitais, Central de Alarmes, Estação de Eventos, Estação Automático/Manual e *I/O Watch*.

Para alternar entre esses modos, deve-se pressionar a tecla MODE, o que faz com que o equipamento avance um modo de operação. A combinação das teclas SHIFT e MODE faz com que o Start retroceda um modo de operação. Deve-se notar que caso um modo de operação não contenha nenhuma configuração, ele não será exibido.

Ao iniciar um modo, o Start sempre exibe uma tela de identificação do modo em operação, como no exemplo da Figura III.2.



Figura III.2 – Tela de apresentação do modo Parâmetros Analógicos

III.1 - MODO PARÂMETROS ANALÓGICOS

Ao entrar no modo de Parâmetros Analógicos, a tela de apresentação mostrada na Figura III.2 é exibida no display do Start.

Após alguns segundos, a tela de operação mostrada na Figura III.3 é exibida. Esta tela de operação é composta pelo tag do parâmetro (até 16 caracteres, configurável via Ferconf) e pelo valor do parâmetro, representado em aritmética de ponto flutuante.



Figura III.3 – Tela principal do modo Parâmetros Analógicos

III.1.1 - INSTRUÇÕES DE USO

O modo Parâmetros Analógicos permite a monitoração e a alteração do valor de até 32 parâmetros, sendo que apenas um parâmetro é visualizado por vez no display.

III.1.1.1 - SELEÇÃO DE UM PARÂMETRO ANALÓGICO

As teclas \leftarrow e \Rightarrow são utilizadas para seleção de parâmetros, fazendo com que, a cada toque, o Start retroceda ou avance um parâmetro, respectivamente. Pode-se manter a tecla pressionada, fazendo com que sua função seja executada repetidamente.

III.1.1.2 - ALTERAÇÃO DO VALOR DE UM PARÂMETRO ANALÓGICO

Se o parâmetro selecionado estiver configurado como *read/write* (leitura e escrita), o Start permite a alteração de seu valor através das teclas \uparrow , \downarrow , e ENTER.

Para alterar o valor de um parâmetro analógico, deve-se pressionar a tecla \uparrow ou \downarrow até que seja atingido o valor desejado. Se pressionada juntamente com SHIFT, a variação do valor do parâmetro é aumentada, acelerando o processo de edição. Depois de atingido o valor desejado do parâmetro, deve-se confirmar a alteração com a tecla ENTER. Caso isso não seja feito em aproximadamente cinco segundos, a alteração é ignorada pelo Start.

A Tabela III.1 mostra a função de cada tecla ou combinação de teclas neste modo de operação.

Tecla	Função
\leftarrow	Retrocede um parâmetro
\Rightarrow	Avança um parâmetro
\uparrow	Incrementa o valor do parâmetro selecionado
\downarrow	Decrementa o valor do parâmetro selecionado
$\uparrow + \downarrow$	Altera o valor do parâmetro para seu valor mínimo
$\leftarrow \Rightarrow$	Alternância automática para qualquer modo de 4 em 4 segundos - mudança de tela
SHIFT + \uparrow	Incrementa rapidamente o valor do parâmetro selecionado
SHIFT + \downarrow	Decrementa rapidamente o valor do parâmetro selecionado
FUNCT + \uparrow	Decrementa um valor fixo de 0.1
FUNCT + \downarrow	Incrementa um valor fixo de 0.1
ENTER	Confirma a alteração do valor do parâmetro

Tabela III.1 – Teclas utilizadas no modo Parâmetros Analógicos

III.1.2 - INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

A configuração dos parâmetros analógicos é feita através do software configurador Ferconf. Para cada parâmetro analógico devem ser configurados os seguintes itens:

Parâmetros	Descrição
TAG_ANLG	Tag do parâmetro analógico, até 16 caracteres
TYP_ANLG	Tipo do parâmetro: <i>WORD</i> (2 bytes) ou <i>FLOAT</i> (4 bytes)
TYP_RW	Permissão de escrita ou apenas leitura
SEC_ANLG	Nível de acesso requerido para permitir alteração do parâmetro
ADR_ANLG	Endereço de memória onde se localiza o parâmetro
ZER_ANLG	Valor zero do parâmetro analógico
MAX_ANLG	Valor máximo do parâmetro analógico

Tabela III.2 – Itens de configuração dos Parâmetros Analógicos

III.2 - MODO PARÂMETROS DIGITAIS

O modo Parâmetros Digitais permite a monitoração e alteração de variáveis digitais do processo. Até 32 parâmetros digitais podem ser configurados para monitoração e/ou alteração. A entrada em operação deste modo é sinalizada pela tela da Figura III.4, que é exibida durante alguns segundos. Após isso, o Start passa à tela de operação dos parâmetros digitais, mostrada na Figura III.5.



Figura III.4 – Tela de apresentação do modo Parâmetros Digitais



Figura III.5 – Tela de operação do modo Parâmetros Digitais

III.2.1 - INSTRUÇÕES DE USO

A Figura III.5 mostra a tela de operação do modo Parâmetros Digitais. Essa tela é composta pelo *tag* do parâmetro (até 16 caracteres) e por seu *status*, que é indicado através de *tags* predefinidos selecionados no momento da configuração pelo Ferconf.

Através do teclado, pode-se selecionar um parâmetro digital e alterar seu *status* de três formas diferentes, chamadas *toggle*, *while* e *normal*.

III.2.1.1 - SELEÇÃO DE UM PARÂMETRO DIGITAL

As teclas \Leftarrow e \Rightarrow são utilizadas para seleção de parâmetros, fazendo com que, a cada toque, o Start retroceda ou avance um parâmetro, respectivamente. Pode-se manter a tecla pressionada, fazendo com que sua função seja executada repetidamente.

III.2.1.2 - ALTERAÇÃO DO *STATUS* DE UM PARÂMETRO DIGITAL

Se o parâmetro selecionado estiver configurado como *read/write* (leitura e escrita), o Start permite a alteração de seu *status* através das teclas \Uparrow e \Downarrow . As alterações podem ser de três tipos: *toggle*, *while* e *normal*. Além disso, cada tecla pode executar uma operação diferente. O tipo de alteração que cada tecla realizará ao ser pressionada é definido no momento da configuração no Ferconf.

III.2.1.2.1 - ALTERAÇÃO *TOGGLE*

As alterações do tipo *toggle* consistem em inverter o *status* do parâmetro. Assim, se o *status* do parâmetro era zero, ele passa a ser um, e vice-versa. O exemplo a seguir supõe que a função *toggle* esteja associada à tecla \Uparrow .

- *Status* inicial: Desligado
- Pressionar a tecla \Uparrow *Status*: Ligado
- Pressionar a tecla \Uparrow *Status*: Desligado

III.2.1.2.2 - ALTERAÇÃO *WHILE*

Alterações *while* consistem em escrever no parâmetro o *status* associado à tecla de alteração durante todo o tempo em que ela estiver pressionada. Ao liberar a tecla, o parâmetro recebe o *status* inverso ao que vinha sendo escrito.

O exemplo a seguir ilustra a operação *while*, supondo que a tecla \Uparrow esteja configurada para setar o estado Ligado quando pressionada, e em duas situações iniciais distintas:

Status inicial: Desligado

- Pressionar e manter pressionada a tecla \Uparrow *Status*: Ligado
- Soltar a tecla \Uparrow *Status*: Desligado

Status inicial: Ligado

- Pressionar e manter pressionada a tecla \Uparrow *Status*: Ligado
- Soltar a tecla \Uparrow *Status*: Desligado

III.2.1.2.3 - ALTERAÇÃO NORMAL

As alterações do tipo normal consistem em escrever no parâmetro um *status* associado à tecla de alteração pressionada.

O exemplo a seguir mostra a operação normal, supondo que a tecla ↑ esteja configurada para setar o estado Ligado quando pressionada, e em duas situações iniciais distintas:

Status inicial: Desligado

- Pressionar a tecla ↑ *Status*: Ligado

Status inicial: Ligado

- Pressionar a tecla ↑ *Status*: Ligado

A Tabela III.3 mostra a função de cada tecla neste modo de operação.

Tecla	Função
←	Retrocede um parâmetro
⇒	Avança um parâmetro
↑	Altera o <i>status</i> do bit de acordo com a configuração
↓	Altera o <i>status</i> do bit de acordo com a configuração

Tabela III.3 – Teclas utilizadas no modo Parâmetros Analógicos

III.2.2 - INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

A configuração de cada parâmetro digital exige o fornecimento das informações descritas na Tabela III.4.

Parâmetros	Descrição
TAG_DIG	Tag do parâmetro digital, até 16 caracteres
ADR_DIG	Endereço de memória onde se localiza o parâmetro digital
TYP_RW	Permissão apenas de leitura ou de escrita e leitura via frontal
SEC_DIG	Nível de acesso requerido para permitir alteração do parâmetro
BIT_DIG	Bit do parâmetro digital
TAG_BIT0	Tag de <i>status</i> a exibir quando o bit lido for 0
TAG_BIT1	Tag de <i>status</i> a exibir quando o bit lido for 1
ADR_UP	Endereço do parâmetro a alterar quando pressionada a tecla ↑
BIT_UP	Bit a alterar quando pressionada a tecla ↑
DAT_UP	Valor associado à tecla ↑ quando em modo normal ou <i>while</i>
TOG_UP	Definição de alteração <i>toggle</i> ou não para tecla ↑
INV_UP	Definição de alteração <i>while</i> ou normal para tecla ↑
ADR_DOWN	Endereço do parâmetro a alterar quando pressionada a tecla ↓
BIT_DOWN	Bit a alterar quando pressionada a tecla ↓
DAT_DOWN	Valor associado à tecla ↓ quando em modo normal ou <i>while</i>
TOG_DOWN	Definição de alteração <i>toggle</i> ou não para tecla ↓
INV_DOWN	Definição de alteração <i>while</i> ou normal para tecla ↓

Tabela III.4 – Informações necessárias para configuração dos parâmetros digitais

III.3 - CENTRAL DE ALARMES

A Central de Alarmes do Start é capaz de monitorar a ocorrência de até 16 alarmes, sinalizando os alarmes ativos e os que não foram reconhecidos pelo operador.

Ao iniciar o modo Alarmes é exibida a tela mostrada na Figura III.6.



Figura III.6 – Tela de apresentação da Central de Alarmes

Após alguns segundos, a tela de operação da Central de Alarmes é exibida, de forma semelhante à mostrada na Figura III.7. Esta tela é composta pelo *tag* do alarme (até 16 caracteres) na primeira linha e, na segunda linha, seu número (zero até 15, entre colchetes) e informações gerais sobre os alarmes.



Figura III.7 – Tela de operação da Central de Alarmes

III.3.1 - INSTRUÇÕES DE USO

Cada alarme pode apresentar dois tipos de *status*: quanto ao seu estado ativo ou inativo, e quanto ao seu reconhecimento pelo operador. Os *tags* dos alarmes são exibidos de acordo com esse *status*. Alarmes que não estão ativos e que já foram reconhecidos não são exibidos.

III.3.1.1 - ALARMES ATIVOS

Um alarme é considerado ativo enquanto persistir a situação que o originou. Os *tags* de alarmes ativos são exibidos como um texto estático na primeira linha da tela de operação da Central de Alarmes. A segunda linha mostra a quantidade de alarmes ativos detectados pelo Start. No exemplo da Figura III.7 há a indicação de que 3 alarmes estão ativos.

III.3.1.2 - ALARMES NÃO RECONHECIDOS

Alarmes não reconhecidos são aqueles cuja ocorrência não foi observada pelo operador.

Quando um alarme ocorre, ele é considerado não reconhecido até que o operador informe via teclado que já observou sua ocorrência. Este recurso permite que o operador saiba quais alarmes ocorreram, mesmo que a condição que os originou tenha sido extinta.

Os *tags* de alarmes não reconhecidos são exibidos piscando na primeira linha do display. Na segunda linha pode-se ver a quantidade de alarmes não reconhecidos ainda presentes. O exemplo da Figura III.7 mostra que há ainda 5 alarmes não reconhecidos.

O reconhecimento dos alarmes é realizado através das teclas \leftarrow e \rightarrow para selecionar o alarme desejado, e ENTER para reconhecê-lo. A combinação das teclas SHIFT e ENTER permite o reconhecimento simultâneo de todos os alarmes.

A Tabela III.5 mostra as funções das teclas neste modo de operação.

Tecla	Função
←	Retrocede um parâmetro
⇒	Avança um parâmetro
ENTER	Reconhece o alarme atual
SHIFT+ENTER	Reconhece todos os alarmes

Tabela III.5 – Teclas utilizadas na Central de Alarmes

III.3.2 - INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

A configuração dos alarmes exige a definição das seguintes informações:

Parâmetro	Descrição
TAG_ALM	Tag do alarme, até 16 caracteres
ADR_ALM	Endereço onde se encontra o valor a ser monitorado
BIT_ALM	Bit a monitorar no valor lido em ADR_ALM
SEC_ALM	Nível de acesso requerido para permitir reconhecimento do alarme

Tabela III.6 – Informações para configuração de alarmes

III.4 - ESTAÇÃO DE EVENTOS

A Estação de Eventos é uma ferramenta de monitoração ininterrupta de transições de variáveis digitais. Diz-se ininterrupta porque a monitoração continua a ser executada, mesmo estando em outros modos de operação do Start.

Cada detecção de “subida” ou “descida” de um sinal monitorado é registrada em um *buffer* FIFO de 100 posições, capaz de guardar o tipo de evento ocorrido, a transição detectada, a hora e data em que ela ocorreu.

O teclado permite a navegação pelos eventos, de forma a visualizar todas as 100 últimas transições digitais ocorridas.

Ao ser iniciada, a Estação de Eventos exibe a tela mostrada na Figura III.8.



Figura III.8 – Tela de apresentação da Estação de Eventos

Após alguns segundos, é exibida a tela principal de operação, mostrada na Figura III.9. Pode-se observar o *tag* do evento na primeira linha, que pode ter até 16 caracteres. Na segunda linha, observa-se o índice do evento no *buffer* de eventos, a data e a hora de ocorrência, e o tipo de transição detectada. No exemplo da Figura III.9, o evento ocorrido relaciona-se ao “Motor da bomba de óleo”, ocupa o índice 99 do *buffer* de eventos que ocorreu no dia 11 de março às 9 horas e 49 minutos. O tipo de transição detectada foi a queda do sinal para nível lógico 0, simbolizado pela seta para baixo.

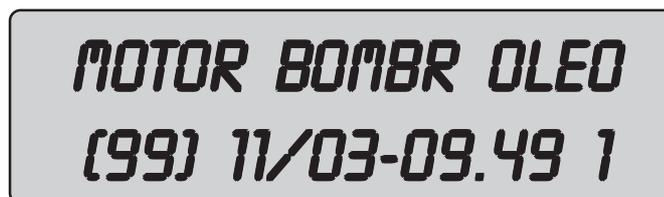


Figura III.9 – Tela de operação do modo de Eventos

III.4.1 - INSTRUÇÕES DE USO

A Estação de Eventos apenas permite a navegação pelos eventos contidos no *buffer*. Para avançar ao próximo evento, usa-se a tecla \Rightarrow . Para retroceder um evento, usa-se a tecla \Leftarrow .

Independentemente de qual evento é mostrado, novas ocorrências são sempre adicionadas ao final do *buffer*, descartando-se o evento mais antigo quando for excedida a capacidade de armazenamento de 100 eventos.

Para operar corretamente, o relógio interno do Start necessita estar ajustado. Isto pode ser feito através do Ferconf ou pelo teclado – vide Tabela III.7.

A Tabela III.7 apresenta as teclas utilizadas neste modo.

Tecla	Função
\Leftarrow	Retrocede um evento
\Rightarrow	Avança um evento

Tabela III.7 – Teclas utilizadas na Estação de Eventos

III.4.2 - INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

A configuração dos eventos exige a definição das seguintes informações:

Parâmetro	Descrição
TAG_EVT	Tag do evento, até 16 caracteres
ADR_EVT	Endereço onde se encontra o valor a ser monitorado
BIT_EVT	Bit a monitorar no valor lido em ADR_EVT

Tabela III.8 – Informações para configuração dos eventos

III.5 - MODO AUTOMÁTICO/MANUAL

O modo Automático/Manual do Start permite a interação do operador com o processo controlado, através do controle do *status* dos quatro PIDs e da alteração do valor das variáveis manuseadas (MVs).

O início do modo Automático/Manual é sinalizado pela tela mostrada na Figura III.10



Figura III.10 – Tela de apresentação do modo Automático/Manual

Após alguns segundos, a tela principal de operação é mostrada, conforme Figura III.11. Nota-se o *tag* do PID na primeira linha, que pode ter até 16 caracteres. Na segunda linha são mostrados,

nesta ordem, o valor da variável de processo (PV), o *status* do PID (“Aut” ou “Man”, correspondendo a Automático ou Manual, respectivamente), e o valor da variável manuseada (MV), em porcentagem.

O *status* exibido pode também ser o texto “Saf” (de Safety), indicando que o PID correspondente está operando em modo de segurança, forçando assim o valor de MV para um valor predefinido.

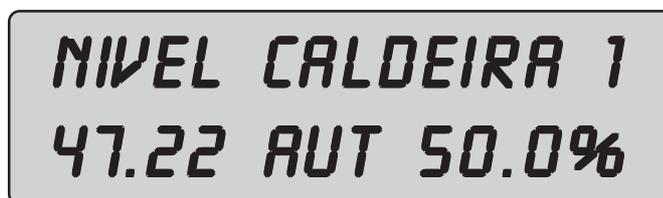


Figura III.11 – Tela de operação do modo Automático/Manual

III.5.1 - INSTRUÇÕES DE USO

Quando em modo automático, o PID não permite interação com o operador. Para que isso seja possível, o operador deve mudar o modo do PID para Manual, através da tecla ENTER.

Com o PID em modo manual, o que é indicado pelo *status* “Man” no display, pode-se alterar o valor da variável manuseada (MV) através das teclas ↑ e ↓ que aumentam e diminuem seu valor, respectivamente. A alteração do valor da MV é realizada imediatamente, não sendo necessária nenhuma confirmação, como ocorre no modo Parâmetros Analógicos.

O Start pode trabalhar com até quatro PIDs. Para selecionar aquele que interessa monitorar e/ou interagir, usam-se as teclas ← e ⇒, que selecionam o PID anterior ou o próximo, respectivamente.

A Tabela III.9 indica as teclas úteis no modo Automático/Manual.

Tecla	Função
←	Seleciona o PID anterior
⇒	Seleciona o PID posterior
↑	Incrementa o valor de MV, desde que o PID esteja em modo manual
↓	Decrementa o valor de MV, desde que o PID esteja em modo manual
SHIFT+↑	Incrementa rapidamente o valor de MV
SHIFT+↓	Decrementa rapidamente o valor de MV
ENTER	Alterna o <i>status</i> entre os modos automático e manual

Tabela III.9 – Teclas utilizadas no modo Automático/Manual

III.5.2 - INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

As informações necessárias para configurar o modo Automático/Manual são os *tags* dos PID sem uso, com até 16 caracteres, e o nível de acesso requerido para permitir que o usuário interaja com a malha de controle via Estação Automático/Manual. A Tabela III.10 agrupa esses itens de configuração.

Parâmetro	Descrição
PID	Seleção do PID (PID1 até PID4)
TAG_AM	Tag da malha de controle PID, até 16 caracteres
SEC_AM	Nível de acesso requerido para permitir interação com o PID

Tabela III.10 – Informações para configuração da Estação Automático/Manual

III.6 - MODO I/O WATCH

O modo *I/O Watch* permite a visualização do *status* do hardware do Start. Podem ser visualizadas as entradas e saídas digitais e as entradas e saídas analógicas (se alguma placa de expansão estiver instalada), além de informações de configuração de hardware e firmware do Start.

Ao ser iniciado, o modo *I/O Watch* exibe a tela mostrada na Figura III.12. Após um pequeno período, a tela de operação deste modo é mostrada. Dependendo do tipo de *I/O* que estiver sendo visualizada, uma tela diferente é exibida.



Figura III.12 – Tela de apresentação do modo I/O Watch

III.6.1 - INSTRUÇÕES DE USO

As entradas e saídas são exibidas em grupos. Assim, são mostradas as entradas digitais, as saídas digitais e, caso estejam instaladas as placas de expansão analógicas, as entradas analógicas e as saídas analógicas em telas individuais. Por fim, há duas telas de *status* de hardware e firmware e uma tela de relógio-calendário.

A exibição das entradas e saídas digitais pode ser através de uma tela-resumo ou em telas individuais para cada entrada ou saída. Para alternar entre um modo e outro de exibição, deve-se pressionar ENTER.

Para navegar pelas diversas telas de entradas e saídas, deve-se usar as teclas ←, para retroceder uma tela, e ⇒, para avançar à próxima tela. Se usadas em combinação com SHIFT, o avanço ou retrocesso será de um grupo de sinais, e não apenas de um sinal.

A Tabela III.11 traz um resumo das teclas utilizadas neste modo de operação.

Tecla	Função
←	Seleciona a tela anterior de entrada/saída
⇒	Seleciona a tela posterior de entrada/saída
SHIFT + ←	Seleciona a última tela do grupo de entradas/saídas anterior
SHIFT + ⇒	Seleciona a primeira tela do próximo grupo de entradas/saídas

Tabela III.11– Teclas utilizadas no modo I/O Watch

III.6.1.1 - TELAS DE ENTRADAS DIGITAIS

As telas individuais de entradas digitais são exibidas conforme mostra a Figura III.12. Pode-se visualizar o *tag* da entrada digital na primeira linha (até 16 caracteres), o número da entrada digital (0 a 11) e seu *status*, mostrado como nível lógico 0 ou 1.

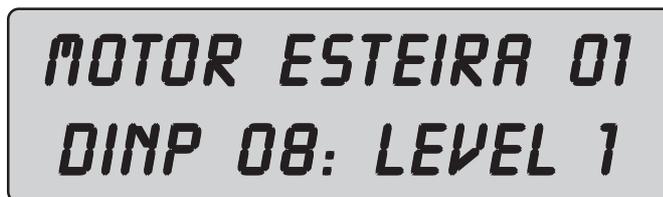


Figura III.13 – Visualização das entradas digitais no modo I/O Watch

A tela-resumo de entradas digitais exibe os *status* de todas as entradas digitais do Start em uma única tela. Ela é mostrada na Figura III.14. Na primeira linha tem-se a identificação de cada entrada digital (de 11 a 0, representadas de B até 0). Na segunda linha tem-se o *status* de cada entrada, indicado pelas setas para cima (nível lógico 1) e para baixo (nível lógico 0).

Para alternar entre modo resumido ou detalhado de exibição das entradas digitais, deve-se pressionar **ENTER**.

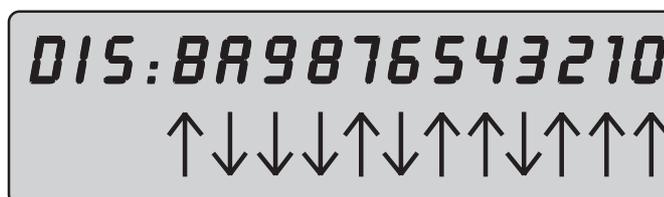


Figura III.14 – Tela-resumo das entradas digitais no modo I/O Watch

III.6.1.2 - TELAS DE SAÍDAS DIGITAIS

As telas das saídas digitais em modo detalhado são exibidas conforme mostrado na Figura III.15.

Visualiza-se na primeira linha o *tag* de cada saída digital, que pode conter até 16 caracteres. Na segunda linha vêem-se a identificação da saída digital e seu nível lógico. No exemplo, a saída 2 apresenta nível lógico 0.



Figura III.15 – Visualização das saídas digitais no modo I/O Watch

Assim como para as entradas digitais, pode-se visualizar as saídas digitais de forma resumida. A Figura III.16 exemplifica essa tela.

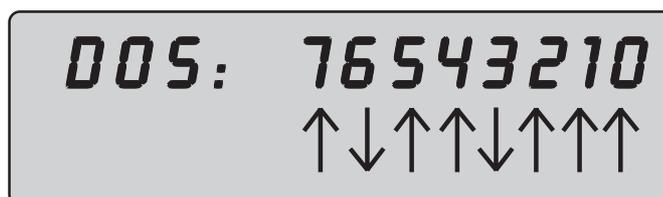


Figura III.16 – Tela-resumo das saídas digitais no modo I/O Watch

A identificação das saídas digitais, nessa tela-resumo, é feita de 7 a 0, na primeira linha, e seus *status* são indicados na segunda linha, através de setas para cima, quando a saída apresenta nível lógico 1, ou setas para baixo, quando ela apresenta nível lógico 0.

Para alternar para o modo resumido, deve-se pressionar ENTER enquanto o Start estiver mostrando uma tela de saídas digitais.

III.6.1.3 - TELAS DE ENTRADAS ANALÓGICAS

Estas telas somente são acessíveis se estiver instalada pelo menos uma das placas de expansão de duas entradas e duas saídas analógicas.

Estas telas são exemplificadas na Figura III.17. O *tag* da entrada analógica selecionada é mostrado na linha superior, com até 16 caracteres. A segunda linha indica qual entrada analógica está sendo visualizada (1 a 4) e o valor lido. O valor exibido somente tem validade quando o bloco de entrada analógica correspondente está sendo executado na configuração de controle do Start.

No exemplo da Figura III.17, a temperatura do mancal 1 é lida pela entrada analógica 1 e vale 38,750°C.



Figura III.17 – Tela de entrada analógica

III.6.1.4 - TELAS DE SAÍDAS ANALÓGICAS

Estas telas somente são acessíveis se estiver instalada pelo menos uma placa de expansão de duas entradas e duas saídas analógicas.

A Figura III.18 mostra o formato das telas de saídas analógicas. O *tag* da saída analógica selecionada é mostrado na linha superior, com até 16 caracteres. A segunda linha indica qual saída analógica está sendo visualizada (1 até 4) e o valor de saída em porcentagem. O valor exibido somente tem validade quando o bloco de saída analógica correspondente está sendo executado na configuração de controle do Start.

No exemplo da Figura III.18, a velocidade da esteira 3 é comandada pela saída analógica 2 e vale 25% da sua velocidade máxima.

A rectangular screen with a grey background and a black border. The text is displayed in a bold, black, monospace font. The top line reads "VELOC. ESTEIRA 3" and the bottom line reads "ROUT 2: 25.000%".

Figura III.18 – Tela de saída analógica

III.6.1.5 - TELAS DE *STATUS* DE HARDWARE E FIRMWARE

As telas de *status* de hardware e firmware permitem a obtenção de informações de configuração do Start, tais como versão de firmware, velocidade de comunicação serial, e outros *status*.

A primeira tela de *status* é mostrada na Figura III.19. Nesta tela, as seguintes informações estão disponíveis:

- Versão do firmware: indicada no exemplo pelo texto “v1.0”, o que significa que esta é a versão 1.0 do firmware do produto;
- Modo de operação inicial: indicado pelo texto “PwrOn”. O *status* “Last” indica que o Start voltará ao mesmo estado de operação em que estava quando foi desligado. Se em “Stop”, o Start voltará no estado “Stop”, ou seja, não executará a configuração;
- Velocidade de comunicação: indicada na segunda linha, de acordo com a configuração da chave *dip-switch* da traseira do equipamento. No exemplo, o Start está com um *baud-rate* de 57600 bits por segundo;
- Endereço do Start na linha serial: indicado pelo número após o texto “Addr”, este endereço deve estar compreendido entre 0 e 63. Este endereço é configurado pela chave *dip-switch* da traseira do equipamento.

A rectangular screen with a grey background and a black border. The text is displayed in a bold, black, monospace font. The top line reads "V1.0 PWRON:LAST" and the bottom line reads "57.600 BPS ADDR:01".

Figura III.19 – Tela de *status* geral

A segunda tela de *status* indica as placas de expansão presentes no Start, informando o operador dos recursos disponíveis sem que este tenha que abrir o equipamento.

A segunda linha do display exibe as placas de expansão instaladas. Dessa forma, se o texto “Anlg 1” estiver exibido, significa que uma placa de duas entradas e duas saídas analógicas está instalada, correspondendo às entradas 1 e 2 e saídas 1 e 2.

Da mesma forma, o texto “Anlg 2” indica que o Start contém uma placa de entradas e saídas analógicas instalada, correspondendo às entradas e saídas 3 e 4.

O Start é capaz de detectar automaticamente a presença das placas de expansão, não sendo

necessário nenhum tipo de ação do usuário para que o equipamento as reconheça.



Figura III.20 – Tela de informação de placas de expansão

A terceira tela deste modo exibe o relógio e o calendário do sistema, permitindo ainda a sua alteração.



Figura III.21 – Tela de relógio

O ajuste do relógio é feito através de combinações da tecla **FUNC** com as teclas \leftarrow , \uparrow e \Rightarrow , para ajustar horas, minutos e segundos, respectivamente.

Para ajustar o calendário, usa-se a tecla \downarrow em conjunto com \leftarrow , \uparrow e \Rightarrow , ajustando-se assim dia, mês e ano, respectivamente. Para ajustar o dia da semana, deve-se pressionar a tecla \downarrow em conjunto com **ENTER**. Os textos que identificam o dia da semana são: “Sun” (domingo), “Mon” (segunda-feira), “Tue” (terça-feira), “Wed” (quarta-feira), “Thu” (quinta-feira), “Fri” (sexta-feira) e “Sat” (sábado).

Tecla	Função
FUNC + \leftarrow	Incrementa a hora
FUNC + \uparrow	Incrementa o minuto
FUNC + \Rightarrow	Incrementa o segundo
\downarrow + \leftarrow	Incrementa o dia
\downarrow + \leftarrow	Incrementa o mês
\downarrow + \Rightarrow	Incrementa o ano
\downarrow + ENTER	Incrementa o dia da semana

Tabela III.12 – Teclas para ajuste do relógio

III.6.2 - INSTRUÇÕES DE CONFIGURAÇÃO

As informações necessárias para configurar o modo *I/O Watch* são os *tags* das entradas e saídas analógicas e digitais, com até 16 caracteres cada. Esses *tags* são configurados na tela do diagrama *Ladder*, através da opção Editar Lista de *tags* do Hardware.

Através da opção Ferramentas Configurar Parâmetros de Calibração pode-se definir os ganhos e *biases* de cada entrada ou saída do equipamento.

III.7 - SEGURANÇA POR NÍVEIS DE ACESSO

A interface homem-máquina do Start permite restringir o acesso de usuários não autorizados a seus parâmetros. Para isso, são definidos quatro níveis de acesso com senhas, chamados níveis de acesso 0, 1, 2 e 3. Quanto maior o nível de acesso do usuário, mais operações ele estará habilitado a realizar através da IHM.

A seleção de um nível de acesso é realizada através de uma tela específica, mostrada na Figura III.22, selecionada através da combinação das teclas **SHIFT** e **MODE**.



Figura III.22 – Tela de seleção de nível de acesso

O usuário deve selecionar a senha referente ao nível de acesso desejado com as teclas ↓ e ↑, e confirmá-la com **ENTER**. Caso a senha seja válida, o nível de acesso correspondente é ativado. Do contrário, o Start seleciona automaticamente o nível de acesso 0, com máxima restrição.

O nível de acesso selecionado afeta a forma de operação dos modos Parâmetros Analógicos, Parâmetros Digitais, Central de Alarmes e Estação Automático/Manual. Nesses modos, o usuário só poderá modificar um parâmetro, reconhecer um alarme ou interagir com um bloco PID se seu nível de acesso for igual ou superior ao especificado na configuração daquele parâmetro, alarme ou tela de Automático/Manual.

A Tabela III.13 resume as funções do teclado na tela de seleção de níveis de acesso. A Tabela III.14 ilustra as operações permitidas de acordo com o nível de acesso do usuário.

Tecla	Função
SHIFT+MODE	Alterna entre os modos de seleção de nível de acesso e operação normal
↑	Incrementa a senha
↓	Decrementa a senha
↑ + ↓	Zera a senha
SHIFT + ↑	Incrementa a senha rapidamente
SHIFT + ↓	Decrementa a senha rapidamente
ENTER	Confirma a senha selecionada

Tabela III.13 – Teclas para seleção de nível de acesso

Nível Acesso	Operações permitidas			
	Parâmetros Analógicos	Parâmetros Digitais	Central de Alarmes	Estação Automático/Manual
0	Alterar parâmetros	R/W nível 0	Reconhecer alarmes nível 0	Interagir com PIDs nível 0
1	Alterar parâmetros	R/W níveis 0 e 1	Reconhecer alarmes níveis 0 e 1	Interagir com PIDs níveis 0 e 1
2	Alterar parâmetros	R/W níveis 0, 1 e 2	Reconhecer alarmes níveis 0, 1 e 2	Interagir com PIDs níveis 0, 1 e 2
3	Alterar todos os parâmetros	R/W	Reconhecer todos os alarmes	Interagir com todos os PIDs

Tabela III.14 – Operações permitidas por nível de acesso do usuário

IV - PROGRAMAÇÃO VIA LINGUAGEM *LADDER*

Para executar a lógica programada, o Start realiza ciclicamente as seguintes operações: (1) leitura das entradas digitais; (2) processamento dos sinais; e (3) escrita nas saídas digitais.

Usa-se a linguagem *Ladder* para programar a lógica de processamento do Start. Os diagramas *Ladder* descrevem graficamente, em lógica de relês em cascata, a forma como os sinais serão processados.

IV.1 - ELEMENTOS DOS DIAGRAMAS *LADDER*

Os diagramas *Ladder* podem conter diversos elementos, como contatos normalmente abertos ou normalmente fechados, bobinas, blocos de funções, etc., que, combinados adequadamente, executam operações lógicas complexas e realizam o processamento dos sinais digitais do Start.

IV.1.1 - CONTATO NORMALMENTE ABERTO (NA) - $\{ \}$

O contato normalmente aberto é um examinador de nível lógico 1. Assim, sua saída será verdadeira somente quando o sinal examinado também estiver em nível lógico 1.

O contato NA é representado graficamente pela figura $\{ \}$.

IV.1.2 - CONTATO NORMALMENTE FECHADO (NF) - $\{ / \}$

O contato normalmente fechado é um examinador de nível lógico 0. Assim, sua saída será verdadeira somente quando o sinal examinado estiver em nível lógico 0.

A representação do contato NF no diagrama *Ladder* é feita pela figura $\{ / \}$.

IV.1.3 - CONTATO EM *ON* FORÇADO - $\{ H \}$

O contato em *ON* forçado sempre apresenta saída em nível lógico 1.

É representado por $\{ H \}$.

IV.1.4 - CONTATO EM *OFF* FORÇADO - $\{ L \}$

O contato em *OFF* forçado sempre apresenta nível lógico 0 em sua saída.

Sua representação gráfica é feita pela figura $\{ L \}$.

IV.1.5 - BOBINA NÃO RETENTIVA - $\{ \}$ E RETENTIVA - $\{ M \}$

Uma bobina é acionada quando recebe nível lógico 1, sendo desativada quando recebe nível lógico 0.

Bobinas não retentivas, que são caracterizadas por não manterem seu *status* com a queda de energia, são representadas pela figura $\{ \}$.

As bobinas retentivas, que mantêm seu *status* mesmo após a queda de energia, são simbolizadas por $\{ M \}$.

IV.1.6 - SET DE BOBINA NÃO RETENTIVO - $\langle S \rangle$ E RETENTIVO - $\langle SM \rangle$

Neste elemento, a bobina é ativada quando recebe nível lógico 1. Uma vez ativa, ela permanece neste estado indefinidamente, sendo desativada apenas pelo *reset* de bobina.

O *set* de bobina não retentivo é representado por $\langle S \rangle$, enquanto o *set* de bobina retentivo é simbolizado por $\langle SM \rangle$.

IV.1.7 - RESET DE BOBINA NÃO RETENTIVO - $\langle R \rangle$ E RETENTIVO - $\langle RM \rangle$

O *reset* de bobina força o desligamento de uma bobina quando recebe nível lógico 1. A bobina permanece, então, desativada até que ela seja acionada por um *set* de bobina.

O *reset* de bobina não retentivo é simbolizado por $\langle R \rangle$, e o retentivo, por $\langle RM \rangle$.

IV.1.8 - BLOCOS DE FUNÇÕES -

O Start pode executar funções diversas, como temporizadores, contadores, comparadores, etc. Essas funções são inseridas através dos blocos de funções, representados pela figura .

IV.1.8.1 - TEMPORIZADORES OU *TIMERS*

Os temporizadores ou *timers* são blocos que, basicamente, realizam a espera de um tempo previamente ajustado. Atingido o tempo de espera de um *timer*, a sua saída é alterada.

As saídas dos *timers* TMxx podem ser acessadas através do *bit* 7 de TSxx. Por exemplo, para checar o *status* da saída do *timer* TM03, basta checar TS03.07.

Um exemplo em aplicação seria em uma descarga de fundo em caldeiras onde para intervalos entre as descargas e a utilizar-se o *bit* 7 para auto-*resetar* o temporizador.

O Start conta com 100 temporizadores, dos quais 50 são não-retentivos (TM00 a TM49) e 50 são retentivos (TM50 a TM99). Os temporizadores não-retentivos diferenciam-se dos retentivos por perderem seus dados quando o equipamento é desligado ou entra em modo *Stop*.

IV.1.8.1.1 - *PULSE TIMER*

O *Pulse Timer* inicia a temporização, elevando sua saída ao nível lógico 1, quando houver um sinal de nível lógico 1 em sua entrada *trigger* (Trg). Decorrido o período estipulado para o *Pulse Timer* (Val), sua saída cai ao nível lógico 0 e fica nesse estado indefinidamente.

A temporização é cancelada sempre que o sinal de nível lógico do *trigger* cai para 0. Assim, para uma operação completa, o sinal de *trigger* deve ser mantido em nível lógico 1 durante todo o período de temporização.

A Figura IV.1 exemplifica o uso de um *Pulse Timer*. Os parâmetros que definem o funcionamento do temporizador são descritos na Tabela IV.1.

Parâmetro	Descrição
Trg	Trigger de início da temporização
Val	Valor de temporização, em múltiplos de 100ms (0-65535)
Tim	Identificação do temporizador utilizado (TM00-TM99)

Tabela IV.1 – Parâmetros do Pulse Timer

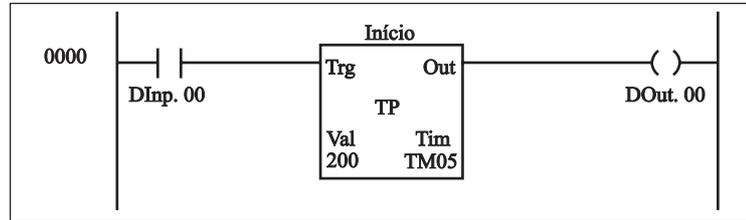


Figura IV.1 – Exemplo de aplicação do Pulse Timer

IV.1.8.1.2 - EXTENDED PULSE TIMER

O *Extended Pulse Timer* diferencia-se do *Pulse Timer* por não exigir que o sinal de *trigger* fique em nível 1 durante toda a temporização. Assim, para que seja iniciada a temporização no *Extended Pulse Timer*, é necessário apenas que o sinal de *trigger* receba um pulso de nível lógico 1, podendo voltar ao nível lógico 0.

A Figura IV.2 mostra um exemplo de uso do *Extended Pulse Timer*. Os parâmetros a serem configurados são os mesmos do *Pulse Timer* e são descritos na Tabela IV.1.

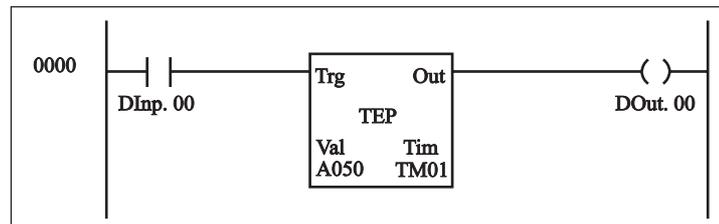


Figura IV.2 – Exemplo de aplicação do Extended Pulse Timer

IV.1.8.1.3 - ON DELAY TIMER

Este temporizador tem a função de retardar a aplicação de nível lógico 1 aos elementos ligados a ele.

Ao ser iniciado pela aplicação de nível lógico 1 em sua entrada *trigger*, o *ON Delay Timer* apresenta saída em nível lógico 0. Uma vez decorrido o tempo estipulado pelo parâmetro Val do temporizador, sua saída vai ao nível lógico 1, permanecendo assim até que o sinal de *trigger* retorne a 0.

A temporização só é executada enquanto a entrada *trigger* estiver em nível 1. Caso ela caia para nível 0, a temporização será cancelada.

A Figura IV.3 mostra um exemplo de aplicação do *ON Delay Timer*. Seus parâmetros são os mesmos do *Pulse Timer*, mostrados na Tabela IV.1.

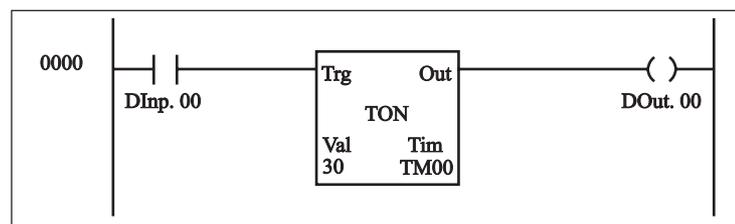


Figura IV.3 – Exemplo de aplicação do ON Delay Timer

IV.1.8.1.4 - RETENTIVE ON DELAY TIMER

Este temporizador é iniciado quando há nível lógico 1 em sua entrada *trigger*, continuando sua execução mesmo que este sinal caia para nível 0. Ao final da temporização, o sinal de saída vai ao nível lógico 1, permanecendo assim até que o sinal de *reset* receba um pulso de nível lógico 1.

A Figura IV.4 mostra um exemplo de aplicação do *Retentive ON Delay Timer*. Os parâmetros de configuração deste temporizador são mostrados na Tabela IV.2.

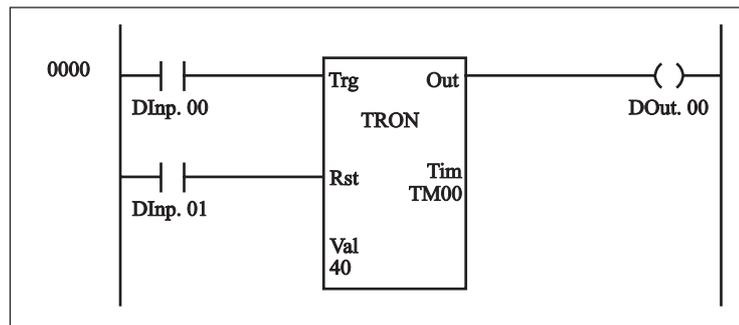


Figura IV.4 – Parâmetros do Retentive ON Delay Timer

Tecla	Descrição
Trg	Trigger de início da temporização
Val	Valor de temporização, em múltiplos de 100ms (0-65535)
Tim	Identificação do temporizador utilizado (TM00-TM99)
Rst	Sinal de <i>reset</i> do temporizador

Tabela IV.2 – Parâmetros do Retentive ON Delay Timer

IV.1.8.1.5 - OFF DELAY TIMER

O *OFF Delay Timer* tem funcionamento idêntico ao do *ON Delay Timer*, apenas invertendo-se a lógica. Assim, este temporizador inicia sua atividade quando ocorre uma transição para nível lógico 0 em sua entrada *trigger*, ficando sua saída em nível lógico 1. Decorrido o período determinado pela entrada *Val*, a saída cai para nível lógico 0, assim permanecendo até que a entrada *trigger* sofra transição para nível lógico 1.

A Figura IV.5 mostra um exemplo de aplicação do *OFF Delay Timer*. Os parâmetros configuráveis deste temporizador são descritos na Tabela IV.1.

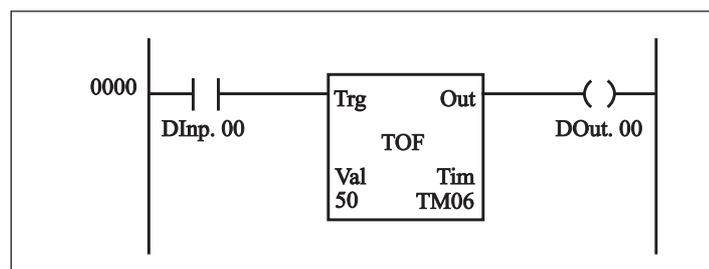


Figura IV.5 – Exemplo de aplicação do OFF Delay Timer

A Figura IV.6 mostra um gráfico comparativo do comportamento dos diferentes temporizadores do Start.

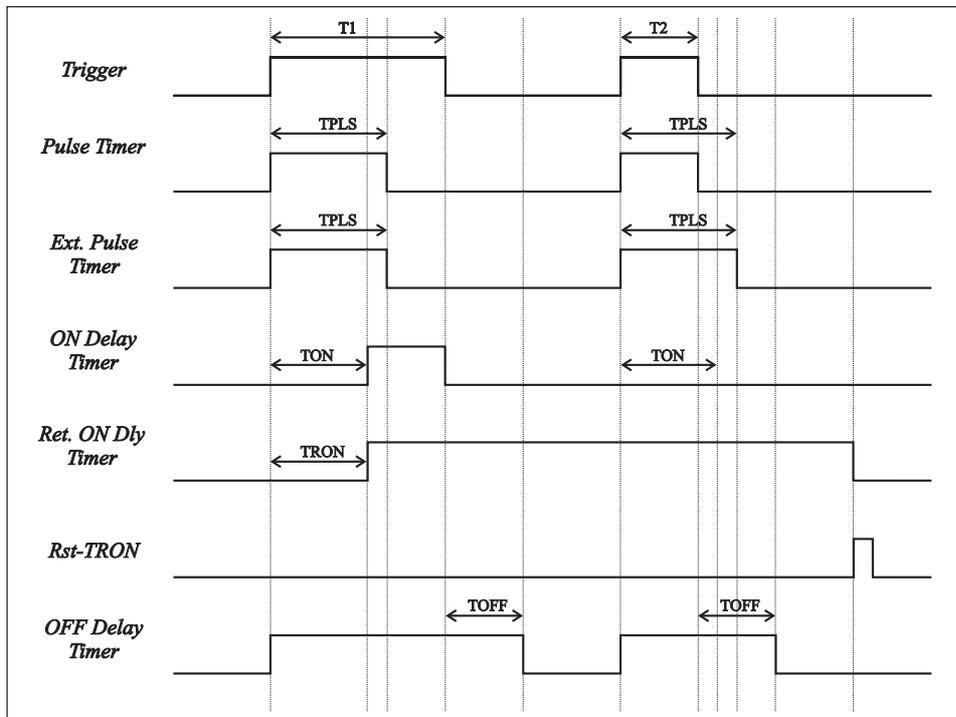


Figura IV.6 – Gráfico comparativo da operação dos temporizadores

IV.1.8.2 - CONTADORES

Os contadores ou *counters* são blocos que realizam a contagem de pulsos em sua entrada a partir de ou até um valor determinado. Ao atingir o final da contagem, a saída do contador é setada. Pode-se acessar a saída de qualquer contador através do bit 0 de CSxx. Por exemplo, para verificar o *status* do contador CT05, basta checar CS05.00.

São disponíveis 60 contadores, sendo que os contadores CT00 a CT29 são não-retentivos, enquanto CT30 a CT59 são retentivos. Os contadores não-retentivos diferenciam-se dos retentivos por perderem seus dados quando o equipamento é desligado ou entra em modo *Stop*.

IV.1.8.2.1 - COUNTER DOWN

O *Counter Down* realiza uma contagem decrescente a partir do valor inicial configurado até zero, ficando nesta condição até que seja reiniciado.

A cada transição de 0 para 1 no sinal de entrada *In* do contador, a contagem é decrementada de uma unidade. A saída do contador fica em nível lógico 1 sempre que a contagem for igual a zero ou igual ao valor inicial e assume o nível 0 para os demais valores.

Pode-se reiniciar a contagem a qualquer momento através da aplicação de um pulso de nível lógico 1 na entrada de *preset* (Pst). Enquanto este sinal estiver em nível 1, o contador não sofre decrementos através de pulsos na entrada *In*.

A Tabela IV.3 mostra os parâmetros configuráveis deste contador. A Figura IV.7 exemplifica seu uso.

Parâmetro	Descrição
In	Entrada de pulso de contagem
Pst	Sinal <i>preset</i> para reiniciar a contagem
Val	Valor da contagem
Out	Saída do contador
Cnt	Identificação do contador utilizado (CT00-CT59)

Tabela IV.3 – Parâmetros do Counter Down

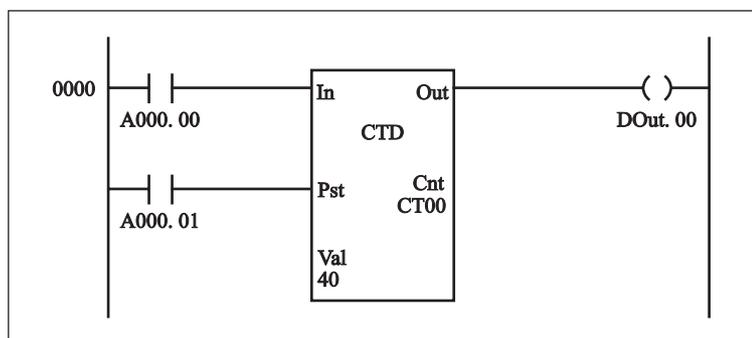


Figura IV.7 – Exemplo de aplicação do Counter Down

IV.1.8.2.2 - COUNTER UP

O *Counter Up* trabalha de forma análoga ao *Counter Down*, diferenciando-se deste por contar de forma crescente a cada pulso da entrada *In*. Além disso, a contagem não pára quando é atingido o valor *Val*, devendo ser reiniciada através do diagrama lógico.

Este contador tem sua contagem zerada sempre que houver uma transição de 0 para 1 em sua entrada *preset* (*Pst*) e não realiza nenhuma contagem enquanto este sinal estiver em 1.

A saída do *Counter Up* fica em nível lógico 1 sempre que a contagem atingir o valor *Val*. Antes disso, a saída será mantida em nível lógico 0.

A Figura IV.8 mostra uma aplicação exemplo do *Counter Up*. A Tabela IV.3 descreve os parâmetros deste contador.

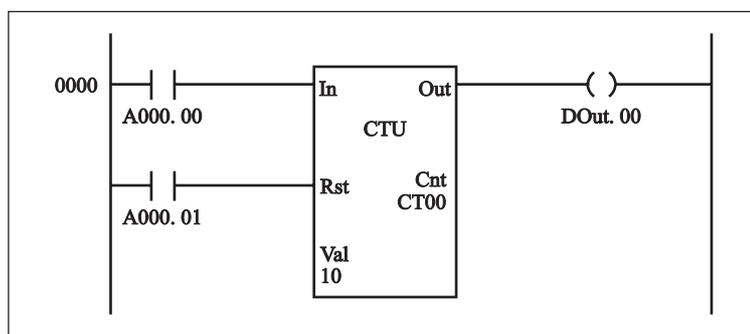


Figura IV.8 – Exemplo de aplicação do Counter Up

O comportamento dos dois tipos de contadores é mostrado na Figura IV.9.

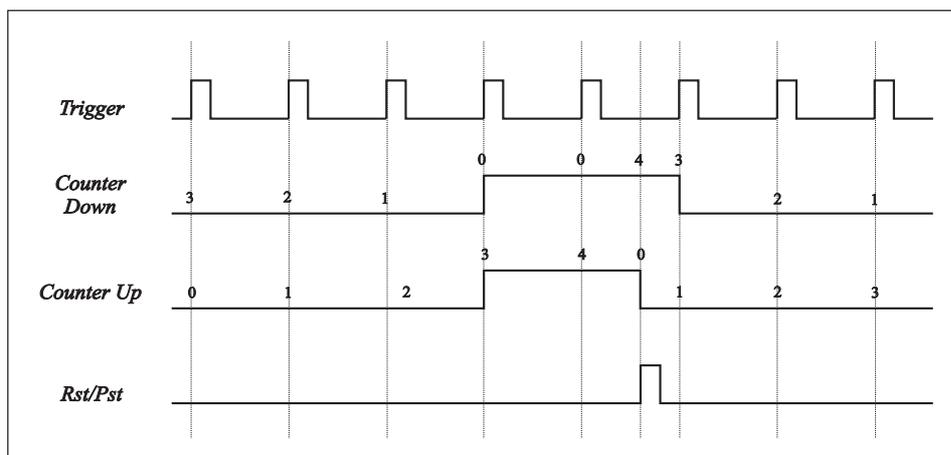


Figura IV.9 – Gráfico comparativo da operação dos contadores

IV.1.8.3 - COMPARADORES

Os blocos comparadores permitem a análise de valores e a tomada de decisões durante o processamento.

IV.1.8.3.1 - EQUAL

O comparador de igualdade checa se dois valores são idênticos. Em caso positivo, sua saída vai ao nível lógico 1. Caso contrário, a saída fica em nível 0.

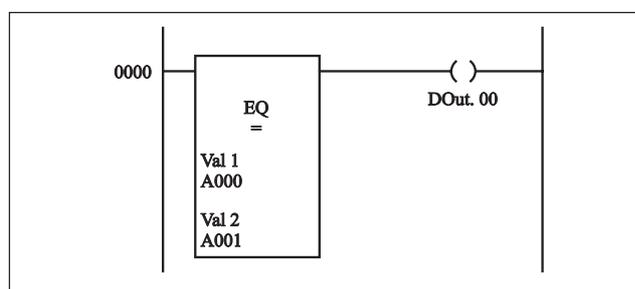


Figura IV.10 – Exemplo de uso do comparador Equal

Parâmetro	Descrição
Val1	Primeiro valor a ser comparado
Val2	Segundo valor a ser comparado
Out	Saída do comparador

Tabela IV.4 – Parâmetros do comparador Equal

IV.1.8.3.2 - DIFFERENCE

Este comparador opera de forma inversa ao comparador *Equal*: ele checa se dois valores são diferentes e, em caso positivo, leva sua saída ao nível 1. Caso contrário, a saída do comparador *Difference* fica em 0.

Os parâmetros configuráveis deste comparador são descritos na Tabela IV.4.

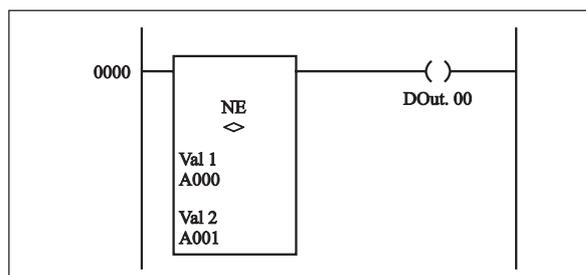


Figura IV.11 – Exemplo de uso do comparador Difference

IV.1.8.3.3 - GREATER THAN

Este comparador checa se o primeiro valor é maior que o segundo, levando sua saída para nível 1 em caso positivo, e deixando-a em 0 caso contrário.

Os parâmetros deste comparador são descritos na Tabela IV.4.

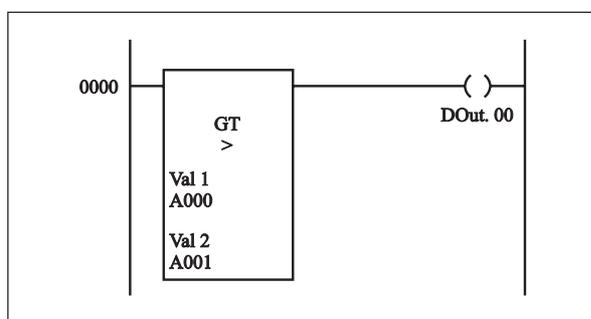


Figura IV.12 – Exemplo de aplicação do comparador Greater than

IV.1.8.3.4 - GREATER THAN OR EQUAL

Este comparador é idêntico ao *Greater than*, exceto que sua saída vai para o nível lógico 1 também quando os dois valores são iguais.

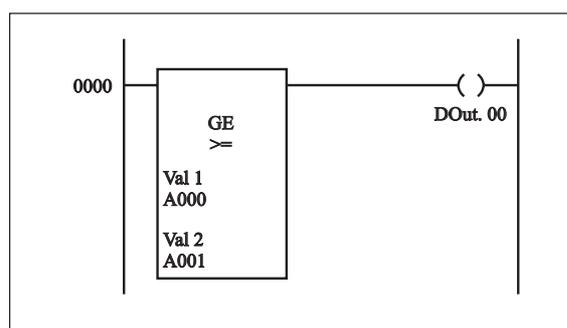


Figura IV.13 – Exemplo de uso do comparador Greater than or Equal

IV.1.8.3.5 - LOWER THAN

O comparador *Lower than* checa se o primeiro valor é menor que o segundo, levando sua saída ao nível lógico 1 em caso positivo, e deixando-a em 0 caso contrário.

A Tabela IV.4 descreve os parâmetros configuráveis deste comparador.

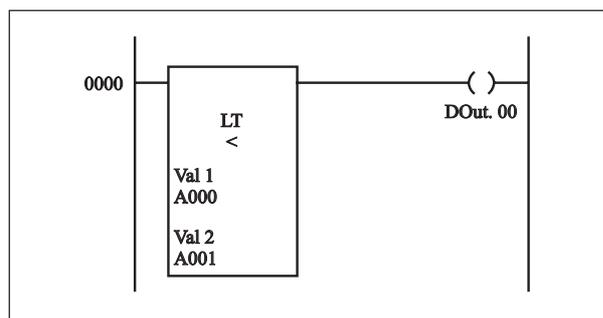


Figura IV.14 – Exemplo de uso do comparador Lower than

IV.1.8.3.6 - LOWER OR THAN OR EQUAL

Este comparador é idêntico ao *Lower than*, exceto que sua saída vai ao nível 1 também quando os dois valores comparados forem iguais.

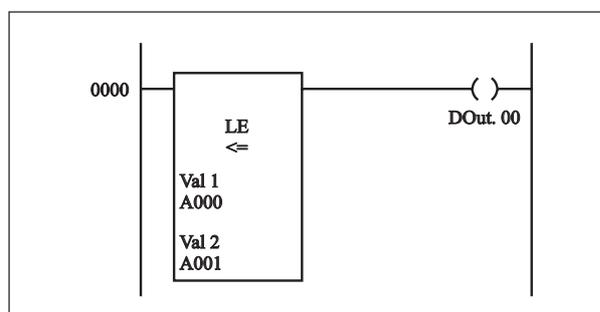


Figura IV.15 – Exemplo de uso do comparador Lower than or Equal

IV.1.8.4 - ARITMÉTICA

Os blocos aritméticos são aqueles que executam operações aritméticas com valores do processo, como adição, subtração, multiplicação, etc.

IV.1.8.4.1 - ADDITION

O bloco *Addition* soma dois valores, guardando o resultado em um terceiro acumulador.

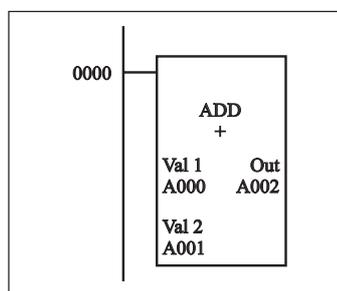


Figura IV.16 – Exemplo de uso do bloco Addition

Parâmetro	Descrição
Val1	Primeiro valor
Val2	Segundo valor
Out	Resultado da operação

Tabela IV.5 – Parâmetros do bloco Addition

IV.1.8.4.2 - SUBTRACTION

O bloco *Subtraction* subtrai o segundo valor do primeiro, colocando o resultado em um terceiro acumulador.

Os parâmetros configuráveis são descritos na Tabela IV.5.

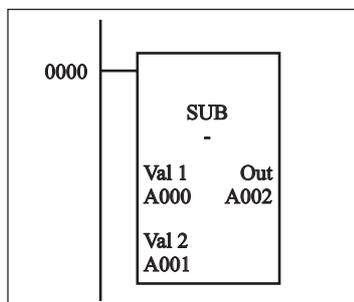


Figura IV.17 – Exemplo de uso do bloco Subtraction

IV.1.8.4.3 - GAIN RATIO

O bloco *Gain Ratio* permite a execução de uma multiplicação, uma divisão ou ambas, colocando o resultado em um acumulador.

A operação executada é descrita pela equação:
$$\text{Out} = \frac{\text{Val1} \cdot \text{Val2}}{\text{Val3}}$$

Para executar apenas uma multiplicação, basta fazer Val3 igual a 1. Da mesma forma, para efetuar apenas uma divisão, basta fazer Val2 igual à constante 1.

A Tabela IV.6 descreve os parâmetros que devem ser definidos para o funcionamento deste bloco.

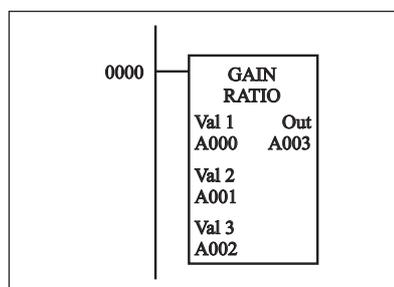


Figura IV.18 – Exemplo de uso do bloco Gain Ratio

Parâmetro	Descrição
Val1	Primeiro valor (multiplicando)
Val2	Segundo valor (multiplicador)
Val3	Terceiro valor (divisor)
Out	Resultado da operação

Tabela IV.6 – Parâmetros do bloco Gain Ratio

IV.1.8.4.4 - INCREMENT

O bloco *Increment*, ao receber em sua entrada um sinal de nível lógico 1, incrementa o valor definido em sua saída, armazenando-o na própria saída.

O único parâmetro a definir neste bloco é mostrado na Tabela IV.7.

Parâmetro	Descrição
Out	Saída do bloco

Tabela IV.7 – Parâmetro do bloco Increment

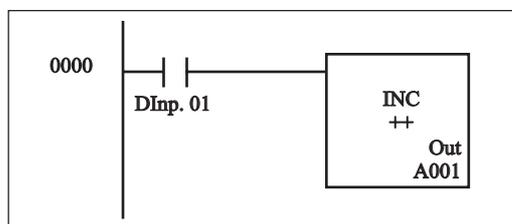


Figura IV.19 – Exemplo de aplicação do bloco Increment

IV.1.8.4.5 - DECREMENT

O bloco *Decrement* opera da mesma forma que o bloco *Increment*, excetuando-se a operação, que é de decremento. A Tabela IV.7 descreve o parâmetro que deve ser configurado para o bloco *Decrement*.

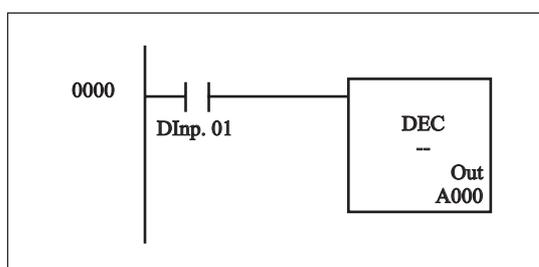


Figura IV.20 – Exemplo de uso do bloco Decrement

IV.1.8.4.6 - NEGATE

O bloco *Negate* inverte o sinal de sua saída sempre que houver sinal de nível lógico 1 em sua entrada. Matematicamente, o processo é equivalente a multiplicar a saída por -1.

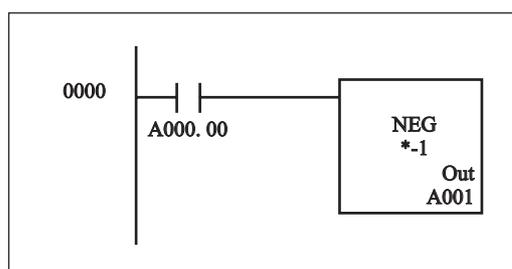


Figura IV.21 – Exemplo de uso do bloco Negate

Parâmetro	Descrição
Out	Saída do bloco

Tabela IV.8 – Parâmetro do bloco Negate

IV.1.8.5 - LÓGICA

Os blocos de operações lógicas trabalham com valores digitais ou com *bits* de valores analógicos, executando operações como *And*, *Or*, etc.

IV.1.8.5.1 - NOT

O bloco *Not*, ao receber em sua entrada um sinal de nível lógico 1, inverte todos os bits de sua saída.

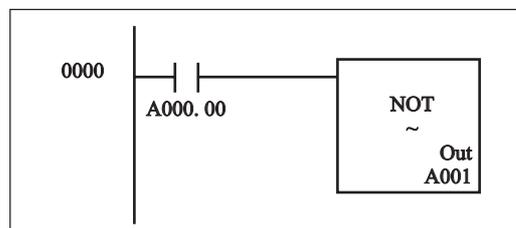


Figura IV.22 – Exemplo de uso do bloco Not

Parâmetro	Descrição
Out	Saída do bloco

Tabela IV.9 – Parâmetro do bloco Not

IV.1.8.5.2 - AND

Este bloco executa operações *And* bit a bit com todos os bits dos valores presentes em Val1 e Val2. O resultado dessas operações é colocado na saída (*Out*).

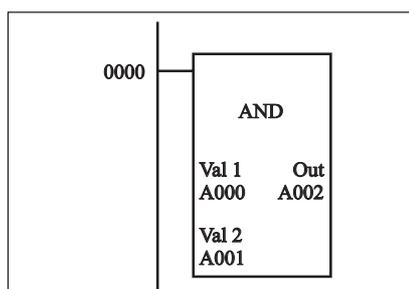


Figura IV.23 – Exemplo de uso do bloco And

Parâmetro	Descrição
Val1	Primeiro valor
Val2	Segundo valor
Out	Saída do bloco

Tabela IV.10 – Parâmetros do bloco And

IV.1.8.5.3 - OR

Este bloco opera da mesma forma que o bloco *And*, exceto pela operação efetuada: *Or* bit a bit em todos os bits dos valores Val1 e Val2.

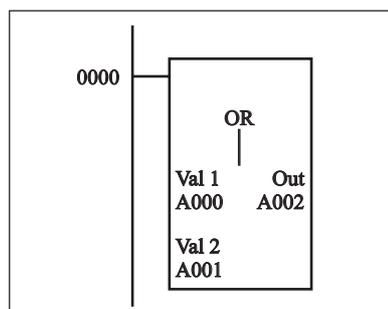


Figura IV.24 – Exemplo de uso do bloco Or

IV.1.8.5.4 - XOR

O bloco *Xor*, ou *Exclusive Or*, executa operações *Xor* bit a bit todos os bits dos valores Val1 e Val2.

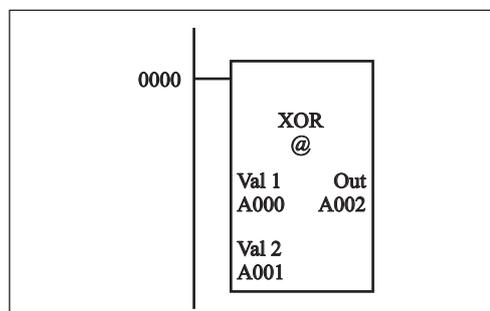


Figura IV.25 – Exemplo de uso do bloco Xor

IV.1.8.5.5 - SHIFT LEFT

Este bloco, ao receber em sua entrada um sinal de nível 1, desloca o valor presente em Val1 à esquerda. O número de deslocamentos, entre 0 e 15, deve ser armazenado em Val2. O resultado do deslocamento é colocado em *Out*.

Quando a entrada do bloco cai para 0, sua saída é igual ao valor contido em Val1.

Deve-se notar que deslocar um bit à esquerda em um valor corresponde a multiplicar esse valor por 2.

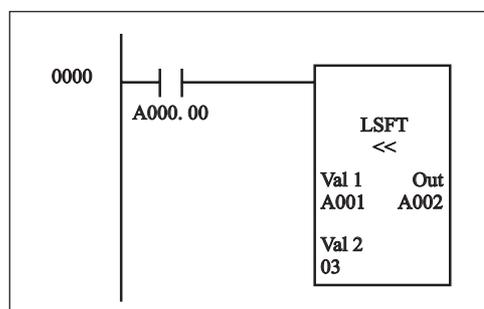


Figura IV.26 – Exemplo de uso do bloco Shift Left

Parâmetro	Descrição
Val1	Valor a ser deslocado
Val2	Número de bits a deslocar (0-15)
Out	Saída do bloco, contém valor deslocado Val2 bits

Tabela IV.11 – Parâmetros de configuração do bloco Shift Left

IV.1.8.5.6 - *SHIFT RIGHT*

Este bloco opera de forma análoga ao bloco *Shift Left*, exceto o sentido da rotação, que é à direita. Note-se que rotacionar um valor um bit à direita corresponde a dividir esse valor por 2.

Os parâmetros do bloco *Shift Right* são os mesmos do bloco *Shift Left*, mostrados na Tabela IV.11.

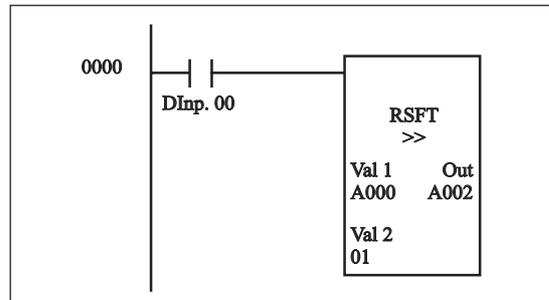


Figura IV.27 – Exemplo de uso do bloco Shift Right

IV.1.8.5.7 - *CLEAR*

O bloco *Clear*, quando executado através da aplicação de um sinal de nível 1 em sua entrada, limpa (zera) o valor apresentado em sua saída.

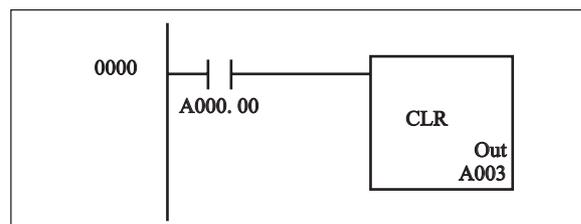


Figura IV.28 – Exemplo de aplicação do bloco Clear

Parâmetro	Descrição
Out	Saída do bloco

Tabela IV.12 – Parâmetro do bloco Clear

IV.1.8.5.8 - *STORE*

O bloco *Store* copia o valor de entrada para o local especificado em sua saída.

Os parâmetros deste bloco são mostrados na Tabela IV.13.

Parâmetro	Descrição
Val	Valor de origem
Out	Saída do bloco, receberá uma cópia de Val

Tabela IV.13 – Parâmetros do bloco Store

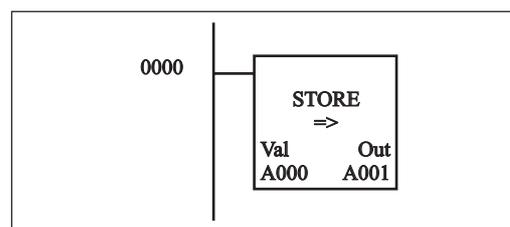


Figura IV.29 – Exemplo de uso do bloco Store

IV.1.8.5.9 - WRITE

O bloco *Write* tem a mesma função do bloco *Store*, mas permite execução condicional. A Tabela IV.13 apresenta os parâmetros deste bloco.

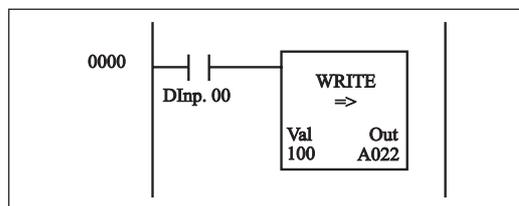


Figura IV.30 – Exemplo de uso do bloco Write

IV.1.8.6 - CONVERSÃO

Estes blocos são responsáveis pela conversão de valores entre os modos de representação decimal e binário.

Seus parâmetros de configuração são mostrados na Tabela IV.14.

Parâmetro	Descrição
Val	Valor a converter
Out	Saída do bloco, contém o valor convertido

Tabela IV.14 – Parâmetros dos blocos de conversão

IV.1.8.6.1 - DECIMAL TO BINARY

O bloco de conversão *Decimal to Binary* converte um sinal expresso em BCD (*Binary Coded Decimal*, ou decimal codificado em binário) vindo, por exemplo, de uma chave *Thumb Wheel*, em um sinal binário para ser usado internamente nas operações do Start.

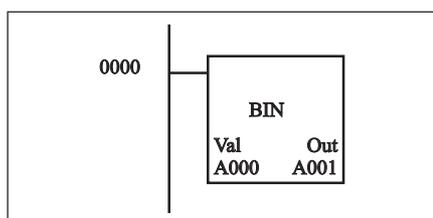


Figura IV.31 – Exemplo de aplicação do conversor Decimal to binary

IV.1.8.6.2 - BINARY TO DECIMAL

O conversor *Binary to Decimal* converte um valor binário vindo, por exemplo, de um contador, e representa-o em BCD (*Binary Coded Decimal*, ou decimal codificado em binário). Uma possível aplicação é a exibição desse valor em um *display* de 7 segmentos.

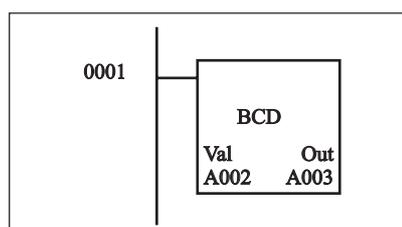


Figura IV.32 – Exemplo de aplicação do conversor Binary to Decimal

IV.1.8.7 - CONTROLE DE FLUXO

Os blocos de controle de fluxo permitem a execução condicional de partes do processamento, através de chamadas de sub-rotinas e gerenciamento de interrupções.

IV.1.8.7.1 - JUMP

Sempre que habilitado através de nível lógico 1 em sua entrada, o bloco *Jump* realiza um salto da posição atual do programa para uma posição determinada, identificada por um bloco *Label*. Neste caso, a parte do programa do usuário que estiver entre os blocos *Jump* e *Label* não é executada.

Todos os blocos *Label* referenciados pelos blocos *Jump* devem ser definidos no programa.

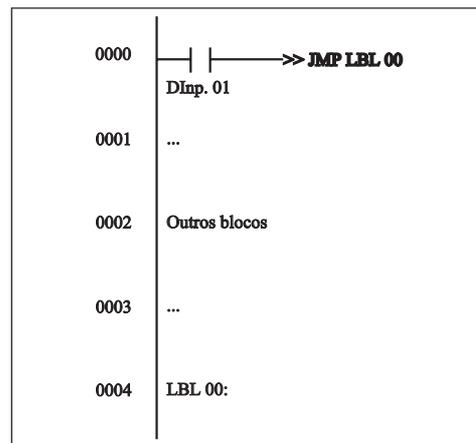


Figura IV.33 – Exemplo de aplicação dos blocos *Jump* e *Label*

Parâmetro	Descrição
<i>Label#</i>	Identificação do bloco <i>Label</i> de destino (0-31)

Tabela IV.15 – Parâmetro do bloco *Jump*

IV.1.8.7.2 - LABEL

Um bloco *Label* não executa nenhuma função. Ele apenas identifica o início de partes do programa do usuário. É usado como referência para comandos de salto. O Start permite que até 32 blocos *Label* sejam definidos.

A Figura IV.33 ilustra uma aplicação para blocos *Label*.

IV.1.8.7.3 - CALL

Ao receber nível lógico 1 em sua entrada, o bloco *Call* executa uma chamada de uma sub-rotina, definida por um bloco *Subroutine*. Ao encontrar um bloco *Return* no final da sub-rotina, a execução retorna ao bloco imediatamente posterior ao bloco *Call* que originou a chamada.

Todas as sub-rotinas referenciadas por blocos *Call* devem estar definidas no programa.

Parâmetro	Descrição
<i>Subroutine#</i>	Identificação do bloco <i>Subroutine</i> de destino (0-31)

Tabela IV.16 – Parâmetro do bloco *Call*

IV.1.8.7.4 - *SUBROUTINE*

Um bloco *Subroutine* identifica o começo de uma sub-rotina, que é chamada através de um bloco *Call*. Sub-rotinas são úteis, por exemplo, na execução condicional de diversas partes do programa do usuário.

As sub-rotinas do programa devem ser sempre colocadas após o programa principal, cujo fim é marcado pelo bloco *End*. O *Start* permite a definição de até 32 sub-rotinas.

A Figura IV.34 exemplifica uma aplicação do bloco *Subroutine*.

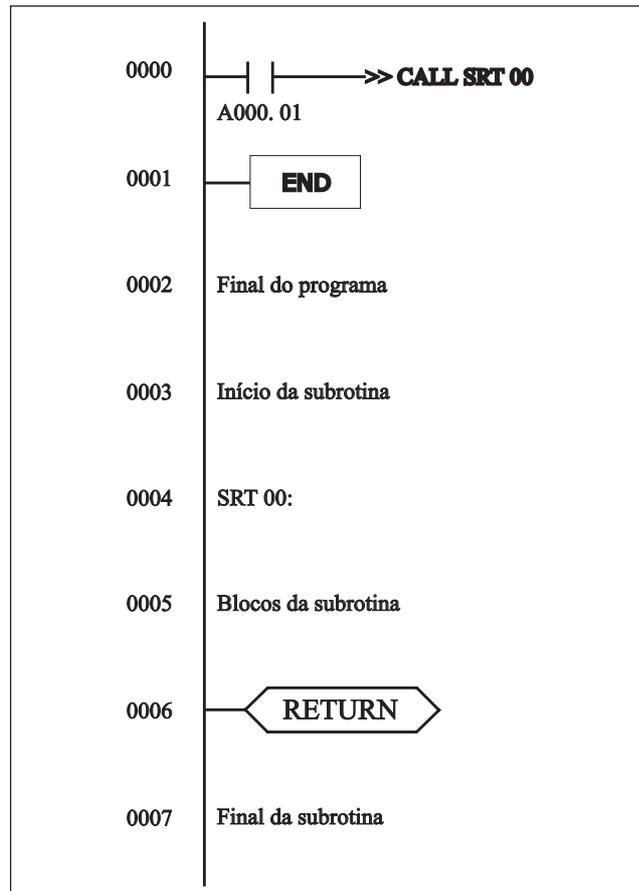


Figura IV.34 – Exemplo de uso dos blocos *Call*, *Subroutine*, *Return* e *End*

IV.1.8.7.5 - *RETURN*

Um bloco *Return* identifica o final de uma sub-rotina, fazendo com que o programa volte ao bloco *Call* que a chamou.

Toda sub-rotina deve ser terminada por um bloco *Return*.

A Figura IV.34 exemplifica o uso deste bloco.

IV.1.8.7.6 - *END*

O bloco *End* marca o fim do programa do usuário. Após este bloco, nada será executado, a menos que seja chamado por um bloco *Jump* ou *Call*.

A Figura IV.34 exemplifica o uso deste bloco.

IV.1.8.8 - BLOCOS DE ENTRADA E SAÍDA ANALÓGICAS

Os blocos analógicos permitem a leitura e escrita de valores nas entradas e saídas analógicas, se instalada alguma placa de expansão analógica.

Quando configurados e habilitados, os blocos analógicos são executados a cada 200ms, ou 5 vezes por segundo.

IV.1.8.8.1 - ANALOG INPUT

Se alguma placa de expansão de 2 entradas e duas saídas analógicas estiver instalada, os blocos *Analog Input* realizam a leitura dessas entradas.

Os resultados das leituras das entradas analógicas 1, 2, 3 e 4 são colocados nos acumuladores A222, A223, A224 e A225, respectivamente.

A Figura IV.35 mostra um exemplo de uso do bloco *Analog Input*.

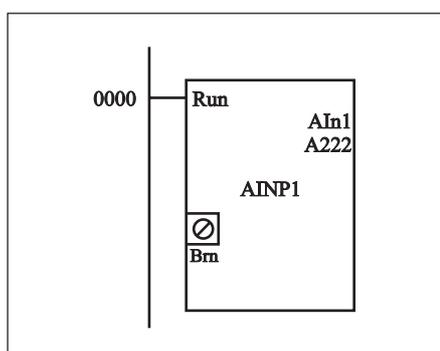


Figura IV.35 – Exemplo de uso do bloco *Analog Input*

Parâmetro	Descrição
ZAIN	Zero da entrada analógica
MAIN	Máximo da entrada analógica
GAI	Ganho
BAI	Bias, em porcentagem
TFT	Tempo de filtro da entrada analógica

Tabela IV.17 – Parâmetros do bloco *Analog Input*

IV.1.8.8.2 - ANALOG OUTPUT

Os blocos *Analog Output* controlam o funcionamento das saídas analógicas das placas de expansão de duas entradas e duas saídas analógicas instaladas. Os valores das saídas analógicas 1, 2, 3 e 4 dependem do conteúdo dos acumuladores A226 e A227, A228 e A229, respectivamente.

O uso do bloco *Analog Output* é exemplificado pela Figura IV.36.

Parâmetro	Descrição
GAO	Ganho da saída analógica
BAO	Bias da saída analógica, em porcentagem

Tabela IV.18 – Parâmetros dos blocos Analog Output

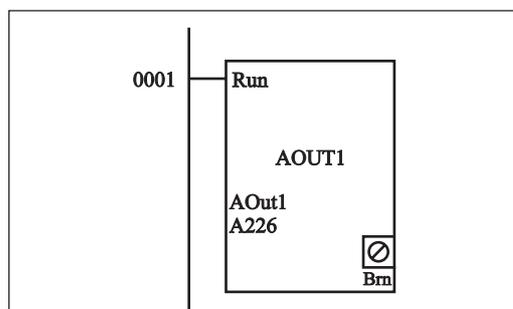


Figura IV.36 – Exemplo de uso do bloco Analog Output

IV.1.8.9 - BLOCOS ANALÓGICOS

Os blocos analógicos permitem a realização de operações com os valores das entradas e saídas analógicas, e outros valores analógicos em geral. Assim como os blocos de entradas e saídas analógicas, os blocos analógicos são executados a cada 200ms, totalizando 5 execuções por segundo.

Diferentemente dos demais blocos, os blocos analógicos são numerados e limitados em quantidade. Um mesmo bloco analógico não pode ser usado mais de uma vez em uma configuração.

IV.1.8.9.1 - PID

Os blocos PID são responsáveis pelo controle analógico dos processos. Estão disponíveis para o usuário 4 blocos PID (PID1, PID2, PID3 e PID4) independentes, cujo uso é exemplificado pela Figura IV.37.

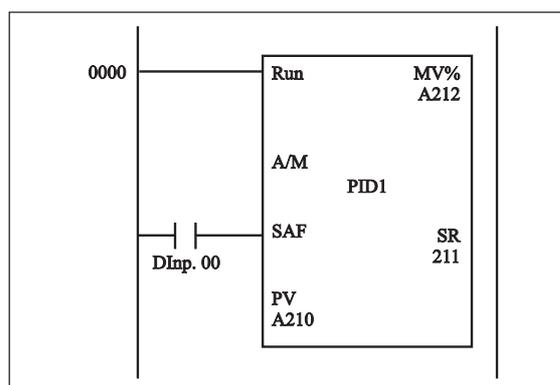


Figura IV.37– Exemplo de uso do bloco PID

Todos os blocos PID podem operar em modo automático ou manual, permitindo que o usuário interaja com o controle do processo. Possuem também um modo de segurança, que pode ser ativado em situações de falha ou anormalidade. Quando em modo de segurança, a saída do PID é fixada

em um valor previamente configurado.

Os blocos PID devem ser sintonizados através de suas constantes proporcional (KP), integral (RTM) e derivativa (DTM). Além disso, deve-se especificar se o PID opera com *set-point* local ou remoto e se tem ação direta ou reversa.

No caso de o PID trabalhar com *set-point* remoto, a configuração deve carregar no auxiliar correspondente (A211, A214, A217 ou A220) o valor desse *set-point*.

Caso haja uma lógica para ativação do modo de segurança, deve-se também informar o valor de MV a ser usado caso o PID passe a operar nesse modo.

A Tabela IV.19 descreve cada parâmetro de sintonia e configuração do bloco PID.

Parâmetros	Descrição
A/M	Entrada da chave Automático/Manual.
SF	Entrada da chave de modo de segurança.
PV	Valor da variável de processo a ser controlada. Deve estar contida nos acumuladores A210, A213, A216 e A219 para os PIDs 1, 2, 3 e 4, respectivamente.
SR	Valor do <i>set-point</i> remoto. Deve ser armazenado nos acumuladores A211, A214, A217 e A220 para os PIDs 1, 2, 3 e 4, respectivamente.
MV%	Valor da variável manuseada, em porcentagem, correspondendo à saída do PID. Para os PIDs 1, 2, 3 e 4, são armazenadas nos acumuladores A212, A215, A218 e A221, respectivamente.
ZRP	Valor de zero do PID.
MP	Valor máximo do PID.
SP	<i>Set-point</i> local, se estiver em uso.
SF%	Valor de MV, em porcentagem, quando em modo de segurança.
KP	Constante de ação proporcional.
RIM	Constante de ação integral.
DTM	Constante de ação derivativa.
L/R	Definição do <i>set-point</i> local ou remoto.
D/R	Definição da ação direta ou reversa.

Tabela IV.19 – Parâmetros de sintonia e configuração do bloco PID

IV.1.8.9.2 - LINEARIZATION

O Start pode realizar a linearização de valores analógicos com seus dois blocos de linearização, LIN1 e LIN2. Para cada bloco, podem ser definidos até 11 pontos para descrever a curva de linearização desejada.

O uso dos blocos de linearização é exemplificado pela Figura IV.38. Depois de definidos os pontos da curva de linearização, apenas o valor de entrada é requerido na execução do bloco.

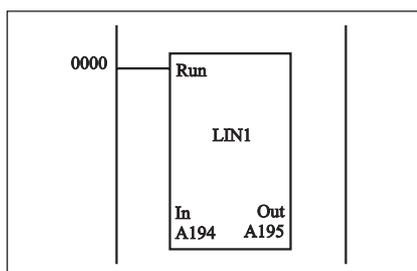


Figura IV.38 – Exemplo de uso do bloco Linearization

Os parâmetros necessários para a execução do bloco de linearização são descritos na Tabela

Parâmetros	Descrição
X_01, Y_01	Coordenadas (X,Y) do primeiro ponto da curva de linearização.
X_02, Y_02	Coordenadas (X,Y) do segundo ponto da curva de linearização.
X_03, Y_03	Coordenadas (X,Y) do terceiro ponto da curva de linearização.
X_04, Y_04	Coordenadas (X,Y) do quarto ponto da curva de linearização.
X_05, Y_05	Coordenadas (X,Y) do quinto ponto da curva de linearização.
X_06, Y_06	Coordenadas (X,Y) do sexto ponto da curva de linearização.
X_07, Y_07	Coordenadas (X,Y) do sétimo ponto da curva de linearização.
X_08, Y_08	Coordenadas (X,Y) do oitavo ponto da curva de linearização.
X_09, Y_09	Coordenadas (X,Y) do nono ponto da curva de linearização.
X_10, Y_10	Coordenadas (X,Y) do décimo ponto da curva de linearização.
X_11, Y_11	Coordenadas (X,Y) do décimo-primeiro ponto da curva de linearização.
In	Valor de entrada (X) a ser linearizado, deve ser armazenado nos auxiliares A194 e A196 para os blocos LIN1 e LIN2, respectivamente.
Out	Valor de saída (Y) da linearização, é armazenado nos auxiliares A195 e A197 para os blocos LIN1 e LIN2, respectivamente.

Tabela IV.20 – Parâmetros para definição da curva de linearização

IV.1.8.9.3 - TOTALIZATION

Os dois blocos de totalização, TOT1 e TOT2, permitem ao Start computar quantidades analógicas relevantes do processo ao longo do tempo. Pode-se, por exemplo, totalizar a vazão de líquidos e quantificar com isso a produção, as perdas, ou mesmo determinar a necessidade de manutenção dos equipamentos, entre diversas outras ações.

Um exemplo de uso do bloco de totalização é mostrado na Figura IV.39.

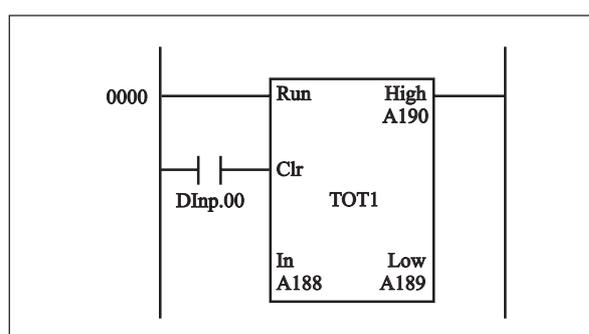


Figura IV.39 – Exemplo de uso do bloco Totalization

Cada bloco de totalização apresenta três entradas: a medida instantânea da grandeza que se deseja totalizar, uma entrada que permite zerar a totalização e uma entrada que ativa ou não a execução do bloco. A saída é dividida em duas partes, chamadas parte alta (*High*) e parte baixa (*Low*). O valor da totalização pode ser calculado através da equação: $Tot = Tot_{High} \cdot 10000 + Tot_{Low}$.

Durante a configuração, deve-se informar o Fluxo Máximo de Totalização do bloco, que corresponde ao valor totalizado em uma hora supondo uma entrada constante de 100%.

A Tabela IV.21 resume os parâmetros referentes aos blocos de totalização.

Parâmetros	Descrição
In	Valor instantâneo da grandeza sendo totalizada. Deve ser armazenado nos auxiliares A188 e A191 para os blocos TOT1 e TOT2, respectivamente.
Low	Parte menos significativa da totalização. É armazenada nos auxiliares A189 e A192 para os blocos TOT1 e TOT2, respectivamente.
High	Parte mais significativa da totalização. É armazenada nos auxiliares A190 e A193 para os blocos TOT1 e TOT2, respectivamente.
Clr	Entrada para zerar totalização. Corresponde ao <i>bit</i> 0 dos auxiliares A179 e A180 para os blocos TOT1 e TOT2, respectivamente.
FMT	Fluxo máximo de totalização.

Tabela IV.21 – Parâmetros de configuração dos blocos Totalization

IV.1.8.9.4 - FUNCTION

Os blocos de função são bastante versáteis e poderosos, permitindo a execução de cálculos complexos. O Start pode executar até quatro blocos de função em uma configuração, chamados FCN1, FCN2, FCN3 e FCN4.

Cada bloco de função apresenta duas entradas e uma saída, além do tipo de função a ser executada e os parâmetros (ganhos) de cada termo da função, cujo uso depende do tipo de função selecionado.

Os tipos de função existentes são listados na Tabela IV.22. A Tabela IV.23 traz os parâmetros que devem ser configurados para a operação de cada bloco.

A Figura IV.40 mostra um exemplo de utilização do bloco *Function*.

Nome	Descrição (InA = entrada A; InB = entrada B; Out = saída do bloco; Gx = ganhos)
MOD	Extrai o módulo do valor em InA: $Out = InA $
SQRT	Calcula a raiz quadrada do valor em InA: $Out = \begin{cases} 100 \cdot \sqrt{InA}, & \text{se } InA \geq G1 \\ 0, & \text{se } InA < G1 \end{cases}$
EQU1	Calcula a equação: $Out = G1 \cdot InA^2 + G2 \cdot InB^2 + G3 \cdot InA^2 \cdot InB + G4 \cdot InA \cdot InB + G5 \cdot InA + G6 \cdot InB + G7$
EQU2	Calcula a equação: $Out = (G1 \cdot InA) \cdot \frac{(G2 \cdot InB) + G5 \cdot G3 \cdot InA}{G4 \cdot InB}$
EQU3	Calcula a equação: $Out = G3 \cdot (InA - InB)^2 + G2 \cdot (InA - InB) + G1$
EQU4	Calcula a equação: $Out = G4 \cdot (InA - InB)^3 + G3 \cdot (InA - InB)^2 + G2 \cdot (InA - InB) + G1$
EQU5	Calcula a equação: $Out = G5 \cdot (InA - InB)^4 + G4 \cdot (InA - InB)^3 + G3 \cdot (InA - InB)^2 + G2 \cdot (InA - InB) + G1$

Tabela IV.22 – Tipos de função dos blocos Function

Parâmetros	Descrição
FCN_INA	Entrada A do bloco de função. Deve ser armazenada nos auxiliares A198, A201, A204 e A207 para os blocos FCN1, FCN2, FCN3 e FCN4, respectivamente.
FCN_INB	Entrada B do bloco de função. Deve ser armazenada nos auxiliares A199, A202, A205 e A208 para os blocos FCN1, FCN2, FCN3 e FCN4, respectivamente.
FCN_OUT	Saída do bloco, contém o resultado dos cálculos. É armazenada nos auxiliares A200, A203, A206 e A209 para os blocos FCN1, FCN2, FCN3 e FCN4, respectivamente.
ZAF	Valor de zero da entrada A em unidades de engenharia.
MAF	Valor máximo da entrada A em unidades de engenharia.
ZBF	Valor de zero da entrada B em unidades de engenharia.
MBF	Valor máximo da entrada B em unidades de engenharia.
ZRF	Valor de zero da saída do bloco em unidades de engenharia.
MXF	Valor máximo da saída do bloco em unidades de engenharia.
FCN	Tipo de função que o bloco executará.
G1	Ganho 1 na função executada pelo bloco (se for usado).
G2	Ganho 2 na função executada pelo bloco (se for usado).
G3	Ganho 3 na função executada pelo bloco (se for usado).
G4	Ganho 4 na função executada pelo bloco (se for usado).
G5	Ganho 5 na função executada pelo bloco (se for usado).
G6	Ganho 6 na função executada pelo bloco (se for usado).
G7	Ganho 7 na função executada pelo bloco (se for usado).

Tabela IV.23 – Parâmetros de configuração dos blocos Function

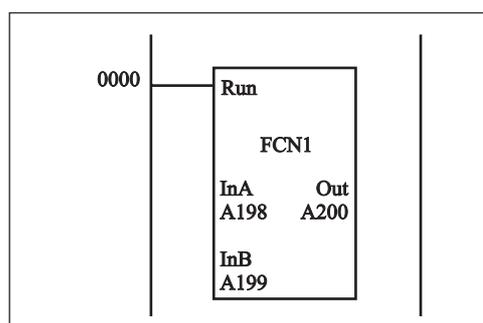


Figura IV.40 – Exemplo de uso do bloco Function

IV.1.8.9.5 - RAMP

O Start pode executar até dois blocos rampa, chamados RAMP1 e RAMP2. Esses blocos fazem com que sua saída varie linearmente do valor inicial até o valor final, contido em sua entrada. A inclinação da rampa é fornecida pelas constantes de tempo de subida e de descida, especificadas para uma variação de 0 a 100% e de 100% a 0, respectivamente. Uma aplicação para esses blocos pode ser a suavização e/ou o retardo da aceleração de grandes motores, cuja inércia não pode ser desprezada. Esta função pode ser comparada a um *soft start*.

A Figura IV.41 mostra um exemplo de uso do bloco *Ramp*, enquanto a Figura IV.42 mostra a comparação da entrada com a sua saída. Seus parâmetros são apresentados na Tabela IV.24.

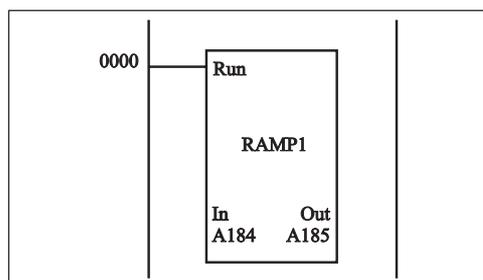


Figura IV.41 – Exemplo de uso do bloco Ramp

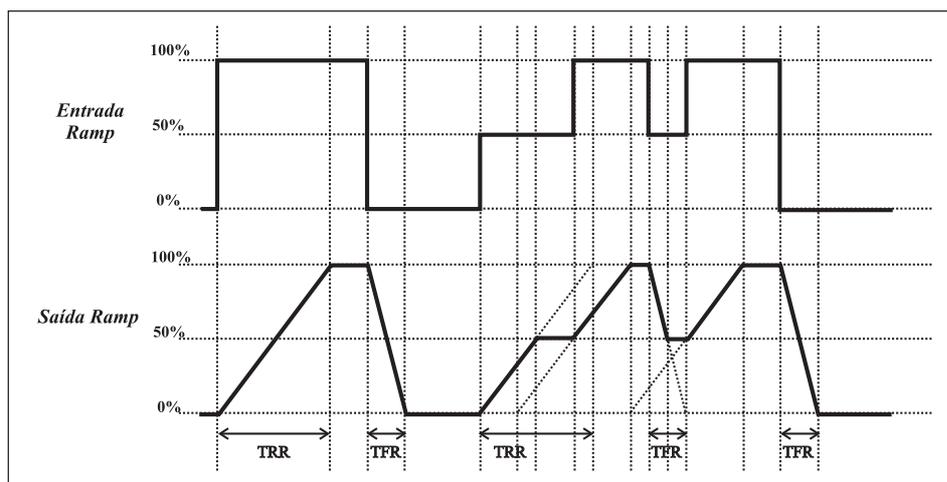


Figura IV.42 – Gráfico comparativo entrada x saída dos blocos Ramp

Parâmetros	Descrição
In	Valor final a ser atingido pelo bloco. Deve estar armazenado nos auxiliares A184 e A186 para os blocos RAMP1 e RAMP2, respectivamente.
Out	Saída do bloco. É armazenada nos auxiliares A185 e A187 para os blocos RAMP1 e RAMP2, respectivamente.
TFR	Tempo de descida da rampa (variando de 100% até 0).
TRR	Tempo de subida da rampa (variando de 0 até 100%).

Tabela IV.24 – Parâmetros de configuração dos blocos Ramp

IV.1.9 - FUNÇÃO NOP -

A função NOP não executa qualquer função, inserindo apenas um atraso no processamento. Sua representação gráfica é feita pela figura .

IV.1.10 - ENTRADA IMEDIATA

O comando entrada imediata provoca a leitura imediata de uma determinada entrada digital, independentemente de a leitura das entradas já terem sido realizadas.

O símbolo que representa a entrada imediata é .

IV.1.11 - SAÍDA IMEDIATA

O comando saída imediata provoca a escrita imediata de um determinado sinal de saída digital, independentemente de ser o momento de realizar as escritas nas saídas.

A representação da saída imediata é .

IV.1.12 - COMENTÁRIOS - ^{COM} ↓↑

O bloco de comentários permite a inserção de textos para documentação da lógica implementada via diagrama *Ladder*:

A simbologia do bloco de comentários é ^{COM}
 ↓↑ .

IV.2 - FUNÇÕES DOS DIAGRAMAS *LADDER*

A combinação dos elementos do diagrama *Ladder* permite a construção de funções lógicas mais complexas. Algumas são mostradas a seguir.

IV.2.1 - *AND*

Esta operação apresenta nível lógico 1 em sua saída somente quando todas as suas entradas apresentarem nível lógico 1. Caso alguma entrada apresente nível 0, a saída da operação *AND* será 0.

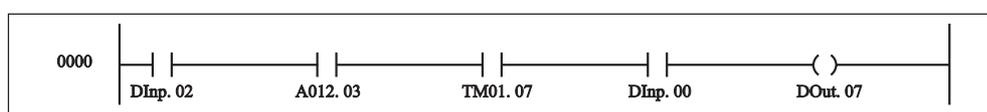


Figura IV.43 – Exemplo de função *AND*

IV.2.2 - *OR*

A função *OR* apresenta saída em nível 1 sempre que houver nível 1 em pelo menos uma de suas entradas. Se todas as entradas estiverem em nível 0, sua saída também será zero.

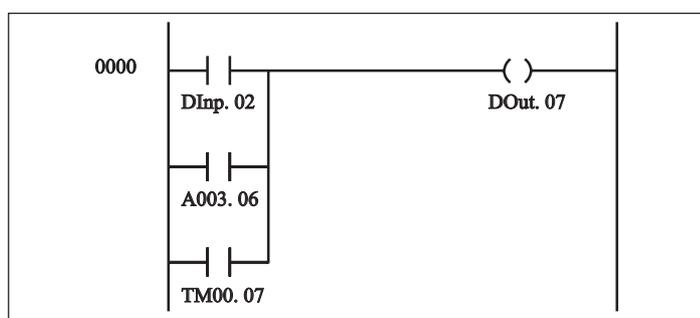


Figura IV.44 – Exemplo de função *OR*

IV.2.3 - *NOT*

A função *NOT* inverte o estado de uma entrada. Assim, se a entrada estiver em nível 0, a saída estará em nível 1. Da mesma forma, uma entrada em nível 1 gera uma saída em nível 0.

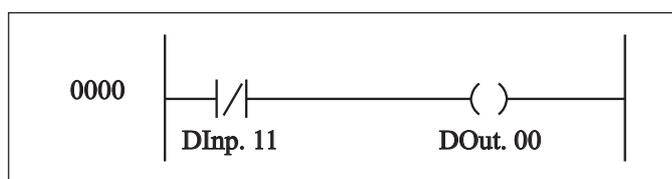


Figura IV.45 – Exemplo de função *NOT*

IV.2.4 - *NAND*

A função *NAND* apresenta saída em nível 1 sempre que pelo menos uma de suas entradas estiver em nível 0. Se todas as entradas estiverem em nível 1, a saída será zero.

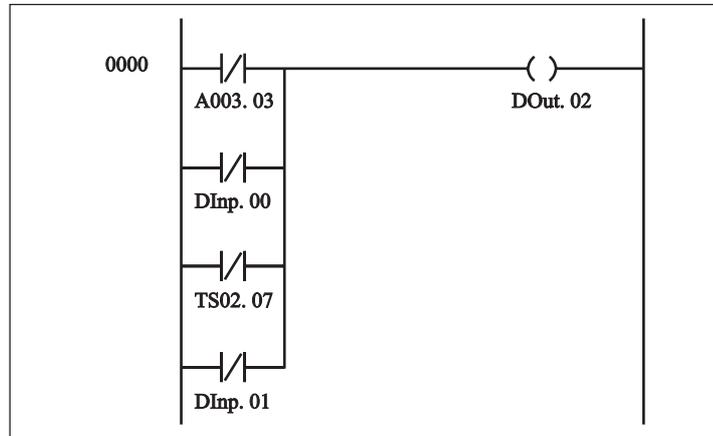


Figura IV.46 – Exemplo de função *NAND*

IV.2.5 - *NOR*

A função *NOR* apresenta saída em 0 quando pelo menos uma de suas entradas estiver em nível lógico 1. Se todas as entradas estiverem em nível 0, a saída estará em nível lógico 1.

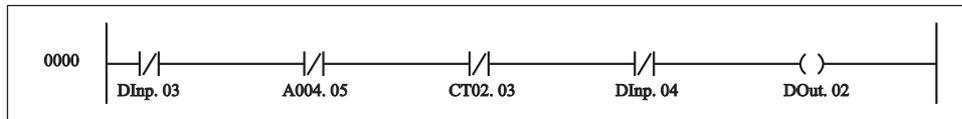


Figura IV.47 – Exemplo de função *NOR*

V - MODOS *FORCE*, *TEST* E *STEP*

O Start apresenta um importante recurso chamado modo *Force*, que permite ao usuário modificar o estado das entradas e saídas digitais e de auxiliares, de forma a possibilitar diversos testes na instalação e na configuração do programa de usuário.

O modo *Force* é ativado pelo Ferconf. O *display* sinaliza a operação em modo *Force* através de uma mensagem piscando.

Para realizar alterações nos estados das entradas, saídas e auxiliares, é necessário que o Start esteja conectado à linha serial e que o configurador Ferconf esteja no modo *Debug*.

Inicialmente, todas as entradas e saídas digitais são liberadas do modo *Force*. Através do botão direito do *mouse* pode-se forçar uma determinada entrada ou saída em aberto ou fechado. Com isso, pode-se checar o comportamento da lógica implementada e das conexões efetuadas quando cada variável digital assume o nível 0 ou 1.

Outro recurso ativado pelo Ferconf é o modo *Test*, que permite o teste seguro da lógica digital depois da instalação do equipamento. Neste modo, a execução da lógica digital ocorre normalmente, mas as saídas digitais não são alteradas.

Ainda para testes de lógica, o Start pode operar em modo *Step*, ou execução passo a passo. Quando neste modo, um único ciclo da lógica digital é executado, e o equipamento entra em modo *Pause*. A cada comando do Ferconf, mais um ciclo da lógica digital é executado, permitindo que o usuário visualize passo a passo o comportamento do sistema e detecte erros de lógica.

VI - COMUNICAÇÃO SERIAL MODBUS RTU

O protocolo de comunicação serial empregado no Start é o Modbus RTU. O equipamento atua na linha como um escravo, respondendo às solicitações de um mestre, que pode ser outro controlador ou um sistema supervisor. Também pode atuar como um mestre, de forma reservada, para permitir comunicação *peer-to-peer* entre escravos.

O Start permite a configuração de seu endereço através da chave *dip-switch* existente em sua traseira. Cada equipamento deve assumir um endereço único na linha serial, sendo que o Start pode ser configurado para qualquer endereço entre 0 e 63. Se configurado como endereço 0, o Start passa a atuar como um mestre na linha serial.

O sistema de comunicação do Start usa o padrão RS-485 como meio físico. Utiliza frame de 8 bits, 1 bit de *stop*, 1 bit de *start*, paridade par e não necessita de controle de fluxo. Pode ser configurado para *baud-rates* de 9600bps, 19200bps, 57600bps e 115200bps.

Para conexão a microcomputadores PC (padrão RS-232C), é necessária uma interface RS-232C para RS-485. Este equipamento (modelo RS-400 ou cabo de programação FSHPRG) também é disponibilizado pela Fertron.

Foram implementados no Start os seguintes comandos definidos no protocolo Modbus RTU:

03 – *Read Holding Registers*

04 – *Read Input Registers*

06 – *Preset Single Register*

16 – *Preset Multiple Registers*

22 – *Mask Write 4X Register*

Detalhes sobre os comandos e sobre o protocolo Modbus RTU podem ser encontradas em literatura específica.

VI.1 - COMUNICAÇÃO PEER-TO-PEER

O protocolo de comunicação Modbus RTU permite que apenas um mestre atue na linha serial. Para que seja possível trocar dados entre dois escravos, o padrão determina que o mestre deve requisitar os dados do equipamento de origem e enviá-los ao destino, sendo esta uma operação de dois passos e, portanto, pouco eficiente.

De forma a aumentar a eficiência do protocolo, a Fertron desenvolveu um método que permite a troca de informações entre dois ou mais escravos (comunicação *peer-to-peer*) diretamente.

Por este método, o mestre envia um comando 03 (*Read Holding Registers*) para os escravos que contém os dados a serem transmitidos. A leitura deve começar no *holding register* 237 e deve ser de 20 *holding registers*. Até 16 escravos podem transmitir seus dados a outros equipamentos.

O escravo formata os dados conforme mostrado na Tabela VI.1 e sua resposta para o mestre é interpretada pelos outros equipamentos Fertron na linha serial. Desta forma, ao responder a requisição do mestre, o escravo estará enviando seus dados (até 15 *holding registers*) para até quatro

outros escravos.

O Start pode operar como mestre apenas para realizar este tipo de comunicação. Para isso, seu endereço deve ser 0, e devem ser configurados os parâmetros que definem o endereço máximo do escravo cujos dados serão requisitados pelo mestre (1 a 16) e o tempo máximo de espera pela resposta do escravo, em milissegundos.

Auxiliar	Holding register	Mnemônico	Descrição
A236	237	DST1	Endereço do primeiro escravo que receberá os dados
A237	238	DST2	Endereço do segundo escravo que receberá os dados
A238	239	DST3	Endereço do terceiro escravo que receberá os dados
A239	240	DST4	Endereço do quarto escravo que receberá os dados
A240	241	INDX	Número do primeiro auxiliar onde os dados serão armazenados nos escravos
A241	242	DT01	Primeiro registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A242	243	DT02	Segundo registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A243	244	DT03	Terceiro registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A244	245	DT04	Quarto registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A245	246	DT05	Quinto registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A246	247	DT06	Sexto registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A247	248	DT07	Sétimo registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A248	249	DT08	Oitavo registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A249	250	DT09	Nono registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A250	251	DT10	Décimo registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A251	252	DT11	Décimo primeiro registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A252	253	DT12	Décimo segundo registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A253	254	DT13	Décimo terceiro registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A254	255	DT14	Décimo quarto registro (<i>word</i>) de dados a transmitir
A255	256	DT15	Décimo quinto registro (<i>word</i>) de dados a transmitir

Tabela VI.1 – Formatação dos dados para comunicação peer-to-peer

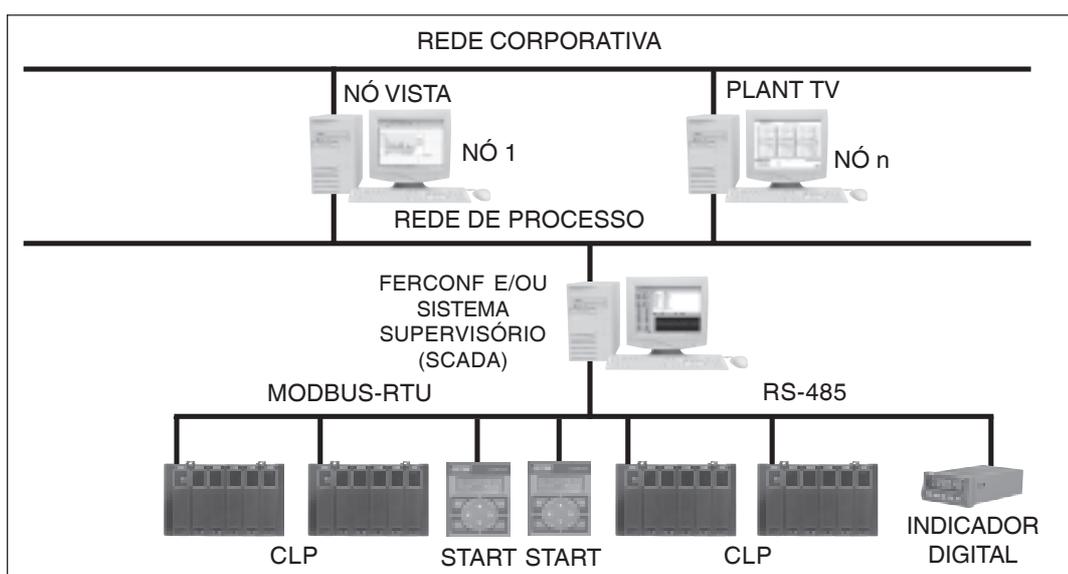


Figura VI.1 – Rede Modbus-RTU em meio físico RS-485

VII - CALIBRAÇÃO

O Start já vem com suas entradas e saídas analógicas calibradas. Por motivo de manutenção, ou compra em separado dos módulos analógicos, pode ser necessário calibrá-las novamente. O método de calibração das entradas e saídas analógicas é descrito neste capítulo.

VII.1 - CALIBRAÇÃO DAS ENTRADAS ANALÓGICAS

As entradas analógicas podem operar com sinais de tensão (0-10Vdc ou 1-5Vdc) ou de corrente (4-20mA). O modo de operação das entradas analógicas é ajustado pelos *jumpers* JP1-JP4 da placa de expansão correspondente, conforme mostrado na Tabela VII.1. Para cada modo de operação é necessária uma calibração diferente.

Modo	Entrada Analógica 1/3		Entrada Analógica 2/4	
	JP1	JP2	JP3	JP4
0-10Vdc	Aberto	Fechado	Aberto	Fechado
1-5Vdc	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
4-20mA	Fechado	Aberto	Fechado	Aberto

Tabela VII.1 – Configuração dos Jumpers das entradas analógicas

Para calibração das entradas analógicas, o Start deve estar executando uma configuração que defina os blocos de entrada analógica a calibrar, com parâmetros Zero=0,0000 e Máximo=100,0000.

VII.1.1 - MODO 0-10VDC

- No Ferconf em modo *Debug*, ajustar o ganho da entrada analógica para 1,0000 e o *bias* para 0,0000.
- Aplicar à entrada analógica uma tensão de 0Vdc. Se necessário, ajustar o *bias* para que a indicação da entrada analógica na tela de *I/O Watch* seja 0,0000.
- Aplicar à entrada analógica uma tensão de 5,0Vdc. Ajustar o ganho de forma que a indicação no Start seja 50,0000.
- Verificar a calibração com as tensões de entrada mostradas na tabela abaixo. Caso alguma medida esteja fora da faixa aceitável, repetir o procedimento.

Entrada (V)	Indicação	Mínimo	Máximo
0,0	0,0000	-0,1000	0,1000
2,5	25,0000	24,9000	25,1000
5,0	50,0000	49,9000	50,1000
7,5	75,0000	74,9000	75,1000
10,0	100,0000	99,9000	100,1000

Tabela VII.2 – Valores de teste de calibração de entradas analógicas (0-10Vdc)

O erro máximo aceitável na indicação é de $\pm 0,1\%$ do *span*.

VII.1.2 - MODO 1-5VDC

- No Ferconf, em modo *Debug*, ajustar o ganho da entrada analógica para 1,2500 e o *bias* para 1,2500.
- Aplicar à entrada analógica uma tensão de 0Vdc. Se necessário, ajustar o *bias* para que a indicação da entrada analógica na tela de *I/O Watch* seja -25,0000.
- Aplicar à entrada analógica uma tensão de 3,0Vdc. Ajustar o ganho de forma que a indicação no Start seja 50,0000.
- Verificar a calibração com as tensões de entrada mostradas na tabela abaixo. Caso alguma medida esteja fora da faixa aceitável, repetir o procedimento.

Entrada (V)	Indicação	Mínimo	Máximo
1,0	0,0000	-0,1250	0,1250
2,0	25,0000	24,8750	25,1250
3,0	50,0000	49,8750	50,1250
4,0	75,0000	74,8750	75,1250
5,0	100,0000	99,8750	100,1250

Tabela VII.3 – Valores de teste de calibração de entradas analógicas (1-5Vdc)

O erro máximo admissível na indicação é de $\pm 0,125\%$ do *span*.

VII.1.3 - MODO 4-20mA

- No Ferconf, em modo *Debug*, ajustar o ganho da entrada analógica para 1,2500 e o *bias* para 1,2500.
- Aplicar à entrada analógica uma corrente de referência de 0mA. Se necessário, ajustar o *bias* para que a indicação da entrada analógica na tela de *I/O Watch* seja -25,0000.
- Aplicar à entrada analógica uma corrente de 12,0mA. Ajustar o ganho de forma que a indicação no Start seja 50,0000.
- Verificar a calibração com as correntes de entrada mostradas na tabela abaixo. Caso alguma medida esteja fora da faixa aceitável, repetir o procedimento.

Entrada (mA)	Indicação	Mínimo	Máximo
4,0	0,0000	-0,1250	0,1250
8,0	25,0000	24,8750	25,1250
12,0	50,0000	49,8750	50,1250
16,0	75,0000	74,8750	75,1250
20,0	100,0000	99,8750	100,1250

Tabela VII.4 – Valores de teste de calibração de entradas analógicas (4-20mA)

O erro máximo admissível na indicação é de $\pm 0,125\%$ do *span*.

VII.1.4 - CÁLCULO DO VALOR INICIAL DE GANHO E *BIAS* PARA OUTRAS FAIXAS DE ENTRADAS

Caso seja necessário trabalhar em outras faixas de valores de entradas, deve-se calcular os valores iniciais do ganho e do *bias* conforme mostram os exemplos a seguir:

Exemplo 1: Entradas de tensão, 2-4Vdc (min = 2Vdc; max = 4Vdc)

Configuração da entrada: 1-5Vdc (maxAin = 5Vdc).

$$\text{Ganho Inicial: } G_i = \frac{\text{maxAin}}{\text{max} - \text{min}} = \frac{5}{4 - 2} = 2,5$$

$$\text{Bias Inicial: } B_i = \text{min}(V) \cdot G_i = 2 \cdot 2,5 = 5$$

$$\text{Resolução: } \text{Res} = \frac{100\% \cdot 5V}{1024 \cdot 4V - 2V} \approx 0,250\% \text{ do } \textit{span}$$

Exemplo 2: Entrada de tensão, 0-1Vdc (min = 0Vdc; max = 1Vdc).

Configuração da entrada: 1-5Vdc (maxAin = 5Vdc).

$$\text{Ganho Inicial: } G_i = \frac{\text{maxAin}}{\text{max} - \text{min}} = \frac{5}{1 - 0} = 5$$

$$\text{Bias Inicial: } B_i = \text{min}(V) \cdot G_i = 0 \cdot 5 = 0$$

$$\text{Resolução: } \text{Res} = \frac{100\% \cdot 5V}{1024 \cdot 1V - 0V} \approx 0,500\% \text{ do } \textit{span}$$

Exemplo 3: Entrada de tensão, 0-1Vdc (min = 0Vdc; max = 1Vdc).

Configuração de entrada: 0-10Vdc (maxAin = 10Vdc).

$$\text{Ganho Inicial: } G_i = \frac{\text{maxAin}}{\text{max} - \text{min}} = \frac{10}{1 - 0} = 10$$

$$\text{Bias Inicial: } B_i = \text{min}(V) \cdot G_i = 0 \cdot 10 = 0$$

$$\text{Resolução: } \text{Res} = \frac{100\% \cdot 10V}{1024 \cdot 1V - 0V} \approx 1,000\% \text{ do } \textit{span}$$

Exemplo 4: Entrada de corrente, 8-16mA (min = 8mA; max = 16mA).

Configuração de entrada: 4-20mA (maxAin = 20mA).

$$\text{Ganho Inicial: } G_i = \frac{\text{maxAin}}{\text{max} - \text{min}} = \frac{20}{16 - 8} = 2,5$$

$$\text{Bias Inicial: } B_i = \text{min}(V) \cdot G_i = \left(\frac{5V}{20 \text{ mA}} \cdot 8\text{mA} \right) \cdot 2,5 = 5$$

$$\text{Resolução: } \text{Res} = \frac{100\%}{1024} \cdot \frac{20V}{16\text{mA} - 8\text{mA}} \sim 0,250\% \text{ do span}$$

VII.2 - CALIBRAÇÃO DAS SAÍDAS ANALÓGICAS

A calibração das saídas analógicas requer um instrumento de medição de corrente devidamente calibrado.

A configuração em execução no Start deve conter os blocos de saída analógica que se deseja calibrar. O método de calibração aqui descrito baseia-se na configuração mostrada na Figura VII.1.

O procedimento deve ser como segue:

- Ligar o instrumento de medição de corrente à saída analógica em calibração.
- No Ferconf, em modo *Debug*, colocar o PID em modo Manual, zerar MV e ajustar o valor de bias da saída analógica de forma que a medida da saída seja 4,00mA.
- No Ferconf, fazer MV=50,000% e ajustar o ganho de forma que a medida seja 12,00mA.
- Verificar a calibração com os valores da Tabela VII.5. Caso algum valor esteja fora dos limites, deve-se repetir o procedimento.

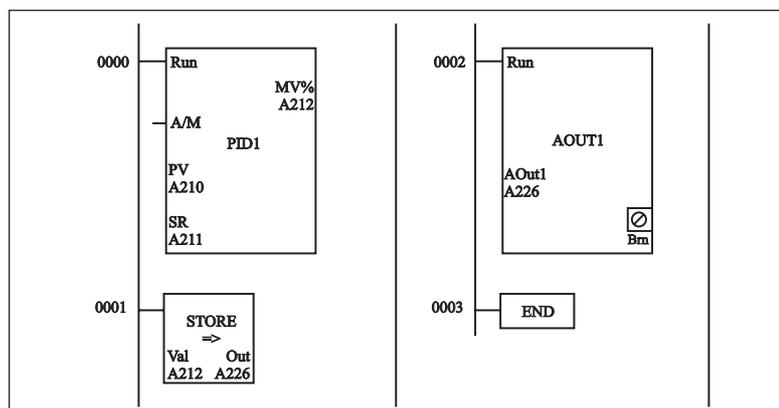


Figura VII.1 – Exemplo de configuração para calibração das saídas analógicas

Saída (%)	Corrente (mA)	Mínimo (mA)	Máximo (mA)
0,0	4,00	3,96	4,04
25,0	8,00	7,96	8,04
50,0	12,00	11,96	12,04
75,0	16,00	15,96	16,04
100,0	20,00	19,96	20,04

Tabela VII.5 – Valores de teste para calibração das saídas analógicas (4-20mA)

O erro máximo admissível para cada saída analógica é de $\pm 0,04\text{mA}$.

VIII - MAPA DE MEMÓRIA PARA PARAMETRIZAÇÃO E CONFIGURAÇÃO

É importante o conhecimento da localização das variáveis no espaço de memória do Start, de forma a permitir que outros equipamentos tenham acesso aos seus dados via comunicação serial e também para permitir a configuração da IHM do Start.

Estão presentes no mapa de memória a seguir diversos parâmetros relacionados às entradas e às saídas, tais como ganhos e *biases*, além de áreas de memória para uso da configuração de controle digital.

Dois tipos de variáveis estão presentes, denominados auxiliares retentivos e não retentivos. Os auxiliares retentivos diferenciam-se dos não retentivos por manterem seu valor mesmo após uma queda de energia. Os auxiliares não retentivos são sempre reinicializados quando o Start é ligado ou entra em modo *Stop*.

O campo “Uso” especifica se o parâmetro é para leitura e escrita (L/E) ou apenas para leitura (L).

A coluna “Tam.” especifica quantos *bytes* (B), *words* (W) ou *floats* (F) o parâmetro ocupa na memória do Start.

As colunas “*Holding Register*” e “*Input Register*” contêm o índice de cada parâmetro para acesso via protocolo Modbus RTU através dos comandos que operam com *holding registers* e *input registers*.

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
Entradas digitais 0 a 11						
DINP0-DINP11	Entradas digitais 0 a 11, no formato x x x x DI11 DI10 DI9 DI8 DI7 DI6 DI5 DI4 DI3 DI2 DI1 DI0	L/E	1 W	12409	11769	00F0
Entradas digitais 0 a 7						
DOUT0-DOUT7	Saídas digitais 0 a 7 no formato DO7 DO6 DO5 DO4 DO3 DO2 DO1 DO0	L/E	1 B	12417	11777	0100
Entrada analógica 1						
AIN1_OUT,A222	Valor da entrada analógica 1 (0-10000)	L	1 W	223	32351	A1BC
AIN1_ENG	Valor da entrada analógica 1 em unidades de engenharia	L	1 F	641	1	A500
GAI1	Ganho da entrada analógica 1	L/E	1 F	1025	385	A800
BAI1	<i>Bias</i> da entrada analógica 1	L/E	1 F	1027	387	A804
TFT1	Tempo de filtro da entrada analógica 1, em segundos	L/E	1 F	1029	389	A808
ZAI1	Zero da entrada analógica 1	L/E	1 F	1173	533	A928
MAI1	Máximo da entrada analógica 1	L/E	1 F	1175	535	A92C
Entrada analógica 2						
AIN2_OUT,A223	Valor da entrada analógica 2 (0-10000)	L	1 W	224	32352	A1BE
AIN2_ENG	Valor da entrada analógica 2 em unidades de engenharia	L	1 F	643	3	A504
GAI2	Ganho da entrada analógica 2	L/E	1 F	1031	391	A80C
BAI2	<i>Bias</i> da entrada analógica 2	L/E	1 F	1033	393	A810
TFT2	Tempo de filtro da entrada analógica 2, em segundos	L/E	1 F	1035	395	A814
ZAI2	Zero da entrada analógica 2	L/E	1 F	1177	537	A930
MAI2	Máximo da entrada analógica 2	L/E	1 F	1179	539	A934
Entrada analógica 3						
AIN3_OUT,A224	Valor da entrada analógica 3 (0-10000)	L	1 W	225	32353	A1C0
AIN3_ENG	Valor da entrada analógica 3 em unidades de engenharia	L	1 F	645	5	A508
GAI3	Ganho da entrada analógica 3	L/E	1 F	1037	397	A818
BAI3	<i>Bias</i> da entrada analógica 3	L/E	1 F	1039	399	A81C
TFT3	Tempo de filtro da entrada analógica 3, em segundos	L/E	1 F	1041	401	A820
ZAI3	Zero da entrada analógica 3	L/E	1 F	1181	541	A938
MAI3	Máximo da entrada analógica 3	L/E	1 F	1183	543	A93C
Entrada analógica 4						
AIN4_OUT,A225	Valor da entrada analógica 4 (0-10000)	L	1 W	226	32354	A1C2
AIN4_ENG	Valor da entrada analógica 4 em unidades de engenharia	L	1 F	647	7	A50C
GAI4	Ganho da entrada analógica 4	L/E	1 F	1043	403	A824
BAI4	<i>Bias</i> da entrada analógica 4	L/E	1 F	1045	405	A828
TFT4	Tempo de filtro da entrada analógica 4, em segundos	L/E	1 F	1047	407	A82C
ZAI4	Zero da entrada analógica 4	L/E	1 F	1185	545	A940
MAI4	Máximo da entrada analógica 4	L/E	1 F	1187	547	A944

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
Saída analógica 1						
AOU1_INP,A226	Valor da saída analógica 1 (0-10000)	L/E	1 W	227	32355	A1C4
AOU1_ENG	Valor da saída analógica 1 em unidades de engenharia	L	1 F	649	9	A510
GAO1	Ganho da saída analógica 1	L/E	1 F	1049	409	A830
BAO1	<i>Bias</i> da saída analógica 1	L/E	1 F	1051	411	A834
Saída analógica 2						
AOU2_INP,A227	Valor da saída analógica 2 (0-10000)	L/E	1 W	228	32356	A1C6
AOU2_ENG	Valor da saída analógica 2 em unidades de engenharia	L	1 F	651	11	A514
GAO2	Ganho da saída analógica 2	L/E	1 F	1053	413	A838
BAO2	<i>Bias</i> da saída analógica 2	L/E	1 F	1055	415	A83C
Saída analógica 3						
AOU3_INP,A228	Valor da saída analógica 3 (0-10000)	L/E	1 W	229	32357	A1C8
AOU3_ENG	Valor da saída analógica 3 em unidades de engenharia	L	1 F	653	13	A518
GAO3	Ganho da saída analógica 3	L/E	1 F	1057	417	A840
BAO3	<i>Bias</i> da saída analógica 3	L/E	1 F	1059	419	A844
Saída analógica 4						
AOU4_INP,A229	Valor da saída analógica 4 (0-10000)	L/E	1 W	230	32358	A1CA
AOU4_ENG	Valor da saída analógica 4 em unidades de engenharia	L	1 F	655	15	A51C
GAO4	Ganho da saída analógica 4	L/E	1 F	1061	421	A848
BAO4	<i>Bias</i> da saída analógica 4	L/E	1 F	1063	423	A84C
PID1						
SP1	<i>Set-point</i> 1 em unidades de engenharia	L/E	1 F	1065	425	A850
SP1_INT	<i>Set-point</i> 1 (0-10000)	L	1 W	777	137	A610
SR1_ENG	<i>Set-point</i> remoto do PID1 em unidades de engenharia	L	1 F	673	33	A540
SR1_INT,A211	<i>Set-point</i> remoto do PID1 (0-10000)	L/E	1 W	212	32340	A1A6
MVIP_ENG	Valor de MV1 em unidades de engenharia (0.0 a 100.0%)	L/E	1 F	659	19	A524
MV1_INT,A212	Valor de MV1 (0-100)	L/E	1 W	213	32341	A1A8
PV1_ENG	Valor de PV1 em unidades de engenharia	L	1 F	657	17	A520
PV1_INT,A210	Valor de PV1 (0-10000)	L/E	1 W	211	32339	A1A4
ZRP1	Zero da PV1	L/E	1 F	1189	549	A948
MXP1	Máximo da PV1	L/E	1 F	1191	551	A94C
KP1	Ação proporcional	L/E	1 F	1067	427	A854
RTM1	Ação integral	L/E	1 F	1069	429	A858
DTM1	Ação derivativa	L/E	1 F	1071	431	A85C
SF1P	Valor de segurança do PID 1 em porcentagem	L/E	1 F	1073	433	A860
LP1_STT,A175	Configuração do PID 1, na forma: xxxxxxxxxxxxxxxx SAF A/M	L/E	1 W	176	32304	A15E

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
PID2						
SP2	Set-point 2 em unidades de engenharia	L/E	1 F	1075	435	A864
SP2_INT	Set-point 2 (0-10000)	L	1 W	785	145	A620
SR2_ENG	Set-point remoto do PID2 em unidades de engenharia	L	1 F	675	35	A544
SR2_INT, A214	Set-point remoto do PID2 (0-10000)	L/E	1 W	215	32343	A1AC
MV2P_ENG	Valor de MV2 em unidades de engenharia (0.0 a 100.0%)	L/E	1 F	663	23	A52C
MV2_INT, A215	Valor de MV2 (0-100)	L/E	1 W	216	32344	A1AE
PV2_ENG	Valor de PV2 em unidades de engenharia	L	1 F	21	661	A528
PV2_INT, A213	Valor de PV2 (0-10000)	L/E	1 W	214	32342	A1AA
ZRP2	Zero da PV2	L/E	1 F	1193	553	A950
MXP2	Máximo da PV2	L/E	1 F	1195	555	A954
KP2	Ação proporcional	L/E	1 F	1077	437	A868
RTM2	Ação integral	L/E	1 F	1079	439	A86C
DTM2	Ação derivativa	L/E	1 F	1081	441	A870
SF2P	Valor de segurança do PID 2 em porcentagem	L/E	1 F	1083	443	A874
LP2_STT, A176	Configuração do PID 2, na forma: XXXXXXXXXXXXXXXX SAF A/M	L/E	1 W	177	32305	A160
PID3						
SP3	Set-point 3 em unidades de engenharia	L/E	1 F	1085	445	A878
SP3_INT	Set-point 3 (0-10000)	L	1 W	793	153	A630
SR3_ENG	Set-point remoto do PID3 em unidades de engenharia	L	1 F	677	37	A548
SR3_INT, A217	Set-point remoto do PID3 (0-10000)	L/E	1 W	218	32346	A1B2
MV3P_ENG	Valor de MV3 em unidades de engenharia (0.0 a 100.0%)	L/E	1 F	667	27	A534
MV3_INT, A218	Valor de MV3 (0-100)	L/E	1 W	219	32347	A1B4
PV3_ENG	Valor de PV3 em unidades de engenharia	L	1 F	665	25	A530
PV3_INT, A216	Valor de PV3 (0-10000)	L/E	1 W	217	32345	A1B0
ZRP3	Zero da PV3	L/E	1 F	1197	557	A958
MXP3	Máximo da PV3	L/E	1 F	1199	559	A95C
KP3	Ação proporcional	L/E	1 F	1087	447	A87C
RTM3	Ação integral	L/E	1 F	1089	449	A880
DTM3	Ação derivativa	L/E	1 F	1091	451	A884
SF3P	Valor de segurança do PID 3 em porcentagem	L/E	1 F	1093	453	A888
LP3_STT, A177	Configuração do PID 3, na forma: XXXXXXXXXXXXXXXX SAF A/M	L/E	1 W	178	32306	A162
PID 4						
SP4	Set-point 4 em unidades de engenharia	L/E	1F	1095	455	A88C
SP4_INT	Set-point 4 (0-10000)	L	1 W	801	161	A640
SR4_ENG	Set-point remoto do PID4 em unidades de engenharia	L	1 F	679	39	A54C
SR4_INT, A220	Set-point remoto do PID4 (0-10000)	L/E	1 W	221	32349	A1B8
MV4P_ENG	Valor de MV4 em unidades de engenharia (0.0 a 100.0%)	L/E	1 F	671	31	A53C
MV4_INT, A221	Valor de MV4 (0-100)	L/E	1 W	222	32350	A1BA
PV4_ENG	Valor de PV4 em unidades de engenharia	L	1 F	669	29	A538
PV4_INT, A219	Valor de PV4 (0-10000)	L/E	1 W	220	32348	A1B6
ZRP4	Zero da PV4	L/E	1 F	1201	561	A960
MXP4	Máximo da PV4	L/E	1 F	1203	563	A964
KP4	Ação proporcional	L/E	1 F	1097	457	A890
RTM4	Ação integral	L/E	1 F	1099	459	A894
DTM4	Ação derivativa	L/E	1 F	1101	461	A898
SF4P	Valor de segurança do PID 4 em porcentagem	L/E	1 F	1103	463	A89C
LP4_STT, A178	Configuração do PID 4, na forma: XXXXXXXXXXXXXXXX SAF A/M	L/E	1 W	179	32307	A164

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
Linearização 1						
LIN1_INP,A194	Entrada do bloco LIN1	L/E	1 W	195	32323	A184
LIN1_OUT,A195	Saída do bloco LIN1	L	1 W	196	32324	A186
X101_INT	Coordenada X do primeiro ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1345	705	AA80
X102_INT	Coordenada X do segundo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1346	706	AA82
X103_INT	Coordenada X do terceiro ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1347	707	AA84
X104_INT	Coordenada X do quarto ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1348	708	AA86
X105_INT	Coordenada X do quinto ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1349	709	AA88
X106_INT	Coordenada X do sexto ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1350	710	AA8A
X107_INT	Coordenada X do sétimo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1351	711	AA8C
X108_INT	Coordenada X do oitavo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1352	712	AA8E
X109_INT	Coordenada X do nono ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1353	713	AA90
X110_INT	Coordenada X do décimo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1354	714	AA92
X111_INT	Coordenada X do décimo primeiro ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1355	715	AA94
Y101_INT	Coordenada Y do primeiro ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1356	716	AA96
Y102_INT	Coordenada Y do segundo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1357	717	AA98
Y103_INT	Coordenada Y do terceiro ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1358	718	AA9A
Y104_INT	Coordenada Y do quarto ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1359	719	AA9C
Y105_INT	Coordenada Y do quinto ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1360	720	AA9E
Y106_INT	Coordenada Y do sexto ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1361	721	AAA0
Y107_INT	Coordenada Y do sétimo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1362	722	AAA2
Y108_INT	Coordenada Y do oitavo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1363	723	AAA4
Y109_INT	Coordenada Y do nono ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1364	724	AAA6
Y110_INT	Coordenada Y do décimo ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1365	725	AAA8
Y111_INT	Coordenada Y do décimo primeiro ponto do bloco LIN1	L/E	1 W	1366	726	AAAA
Linearização 2						
LIN2_INP,A196	Entrada do bloco LIN2	L/E	1 W	197	32325	A188
LIN2_OUT,A197	Saída do bloco LIN2	L	1 W	198	32326	A18A
X201_INT	Coordenada X do primeiro ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1367	727	AAAC
X202_INT	Coordenada X do segundo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1368	728	AAAE
X203_INT	Coordenada X do terceiro ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1369	729	AAB0
X204_INT	Coordenada X do quarto ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1370	730	AAB2
X205_INT	Coordenada X do quinto ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1371	731	AAB4
X206_INT	Coordenada X do sexto ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1372	732	AAB6
X207_INT	Coordenada X do sétimo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1373	733	AAB8
X208_INT	Coordenada X do oitavo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1374	734	AABA
X209_INT	Coordenada X do nono ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1375	735	AABC
X210_INT	Coordenada X do décimo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1376	736	AABE
X211_INT	Coordenada X do décimo primeiro ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1377	737	AAC0
Y201_INT	Coordenada Y do primeiro ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1378	738	AAC2
Y202_INT	Coordenada Y do segundo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1379	739	AAC4
Y203_INT	Coordenada Y do terceiro ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1380	740	AAC6
Y204_INT	Coordenada Y do quarto ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1381	741	AAC8
Y205_INT	Coordenada Y do quinto ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1382	742	AACA
Y206_INT	Coordenada Y do sexto ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1383	743	AACC
Y207_INT	Coordenada Y do sétimo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1384	744	AACE
Y208_INT	Coordenada Y do oitavo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1385	745	AAD0
Y209_INT	Coordenada Y do nono ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1386	746	AAD2
Y210_INT	Coordenada Y do décimo ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1387	747	AAD4
Y211_INT	Coordenada Y do décimo primeiro ponto do bloco LIN2	L/E	1 W	1388	748	AAD6

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
Totalização 1						
TOT1_INP,A188	Entrada do bloco TOT1	L/E	1 W	189	32317	A178
TOT1_TLO,A189	Parte menos significativa da saída do bloco TOT1	L	1 W	190	32318	A17A
TOT1_THI,A190	Parte mais significativa da saída do bloco TOT1	L	1 W	191	32319	A17C
TOT1_ENG	Saída do bloco TOT1 em unidades de engenharia	L	1 F	681	41	A550
FMT1	Fluxo máximo de totalização para o bloco TOT1	L/E	1 F	1105	465	A8A0
TOT1_STT,A179	Status do bloco TOT1: x x x x x x x x x x x x x x CLR	L/E	1 W	180	32308	A166
Totalização 2						
TOT2_INP,A191	Entrada do bloco TOT2	L/E	1 W	192	32320	A17E
TOT2_TLO,A192	Parte menos significativa da saída do bloco TOT2	L	1 W	193	32321	A180
TOT2_THI,A193	Parte mais significativa da saída do bloco TOT2	L	1 W	194	32322	A182
TOT2_ENG	Saída do bloco TOT2 em unidades de engenharia	L	1 F	683	43	A554
FMT2	Fluxo máximo de totalização para o bloco TOT2	L/E	1 F	1107	467	A8A4
TOT2_STT,A180	Status do bloco TOT2: x x x x x x x x x x x x x x CLR	L/E	1 W	181	32309	A168
Função 1						
FCN1_INA,A198	Entrada A do bloco FCN1	L/E	1 W	199	32327	A18C
FCN1_INB,A199	Entrada B do bloco FCN1	L/E	1 W	200	32328	A18E
FCN1_OUT,A200	Saída do bloco FCN1	L	1 W	201	32329	A190
MEMA_F1	Entrada A do bloco FCN1 em unidades de engenharia	L	1 F	693	53	A568
MEMB_F1	Entrada B do bloco FCN1 em unidades de engenharia	L	1 F	695	55	A56C
FCN1_ENG	Saída do bloco FCN1 em unidades de engenharia	L	1 F	685	45	A558
FCN1	Tipo da função a executar (1-7)	L/E	1 F	1109	469	A8A8
G1F1	Ganho G1 do bloco FCN1	L/E	1 F	1111	471	A8AC
G2F1	Ganho G2 do bloco FCN1	L/E	1 F	1113	473	A8B0
G3F1	Ganho G3 do bloco FCN1	L/E	1 F	1115	475	A8B4
G4F1	Ganho G4 do bloco FCN1	L/E	1 F	1117	477	A8B8
G5F1	Ganho G5 do bloco FCN1	L/E	1 F	1119	479	A8BC
G6F1	Ganho G6 do bloco FCN1	L/E	1 F	1121	481	A8C0
G7F1	Ganho G7 do bloco FCN1	L/E	1 F	1123	483	A8C4
ZAF1	Zero da entrada A do bloco FCN1	L/E	1 F	1205	565	A968
MAF1	Máximo da entrada A do bloco FCN1	L/E	1 F	1207	567	A96C
ZBF1	Zero da entrada B do bloco FCN1	L/E	1 F	1209	569	A970
MBF1	Máximo da entrada B do bloco FCN1	L/E	1 F	1211	571	A974
ZRF1	Zero da saída do bloco FCN1	L/E	1 F	1213	573	A978
MXF1	Máximo da saída do bloco FCN1	L/E	1 F	1215	575	A97C
Função 2						
FCN2_INA,A201	Entrada A do bloco FCN2	L/E	1 W	202	32328	A192
FCN2_INB,A202	Entrada B do bloco FCN2	L/E	1 W	203	32329	A194
FCN2_OUT,A203	Saída do bloco FCN2	L	1 W	204	32330	A196
MEMA_F2	Entrada A do bloco FCN2 em unidades de engenharia	L	1 F	697	57	A570
MEMB_F2	Entrada B do bloco FCN2 em unidades de engenharia	L	1 F	699	59	A574
FCN2_ENG	Saída do bloco FCN2 em unidades de engenharia	L	1 F	687	47	A55C
FCN2	Tipo da função a executar (1-7)	L/E	1 F	1125	485	A8C8
G1F2	Ganho G1 do bloco FCN2	L/E	1 F	1127	487	A8CC
G2F2	Ganho G2 do bloco FCN2	L/E	1 F	1129	489	A8D0
G3F2	Ganho G3 do bloco FCN2	L/E	1 F	1131	491	A8D4
G4F2	Ganho G4 do bloco FCN2	L/E	1 F	1133	493	A8D8
G5F2	Ganho G5 do bloco FCN2	L/E	1 F	1135	495	A8DC
G6F2	Ganho G6 do bloco FCN2	L/E	1 F	1137	497	A8E0
G7F2	Ganho G7 do bloco FCN2	L/E	1 F	1139	499	A8E4
ZAF2	Zero da entrada A do bloco FCN2	L/E	1 F	1217	577	A980
MAF2	Máximo da entrada A do bloco FCN2	L/E	1 F	1219	579	A984
ZBF2	Zero da entrada B do bloco FCN2	L/E	1 F	1221	581	A988
MBF2	Máximo da entrada B do bloco FCN2	L/E	1 F	1223	583	A98C
ZRF2	Zero da saída do bloco FCN2	L/E	1 F	1225	585	A990
MXF2	Máximo da saída do bloco FCN2	L/E	1 F	1227	587	A994

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
Função 3						
FCN3_INA,A204	Entrada A do bloco FCN3	L/E	1 W	205	32331	A198
FCN3_INB,A205	Entrada B do bloco FCN3	L/E	1 W	206	32332	A19A
FCN3_OUT,A206	Saída do bloco FCN3	L	1 W	207	32333	A19C
MEMA_F3	Entrada A do bloco FCN3 em unidades de engenharia	L	1 F	701	61	A578
MEMB_F3	Entrada B do bloco FCN3 em unidades de engenharia	L	1 F	703	63	A57C
FCN3_ENG	Saída do bloco FCN3 em unidades de engenharia	L	1 F	689	49	A560
FCN3	Tipo da função a executar (1-7)	L/E	1 F	1141	501	A8E8
G1F3	Ganho G1 do bloco FCN3	L/E	1 F	1143	503	A8EC
G2F3	Ganho G2 do bloco FCN3	L/E	1 F	1145	505	A8F0
G3F3	Ganho G3 do bloco FCN3	L/E	1 F	1147	507	A8F4
G4F3	Ganho G4 do bloco FCN3	L/E	1 F	1149	509	A8F8
G5F3	Ganho G5 do bloco FCN3	L/E	1 F	1151	511	A8FC
G6F3	Ganho G6 do bloco FCN3	L/E	1 F	1153	513	A900
G7F3	Ganho G7 do bloco FCN3	L/E	1 F	1155	515	A904
ZAF3	Zero da entrada A do bloco FCN3	L/E	1 F	1229	589	A998
MAF3	Máximo da entrada A do bloco FCN3	L/E	1 F	1231	591	A99C
ZBF3	Zero da entrada B do bloco FCN3	L/E	1 F	1233	593	A9A0
MBF3	Máximo da entrada B do bloco FCN3	L/E	1 F	1235	595	A9A4
ZRF3	Zero da saída do bloco FCN3	L/E	1 F	1237	597	A9A8
MXF3	Máximo da saída do bloco FCN3	L/E	1 F	1239	599	A9AC
Função 4						
FCN4_INA,A207	Entrada A do bloco FCN4	L/E	1 W	208	32334	A19E
FCN4_INB,A208	Entrada B do bloco FCN4	L/E	1 W	209	32335	A1A0
FCN4_OUT,A209	Saída do bloco FCN4	L	1 W	210	32336	A1A2
MEMA_F4	Entrada A do bloco FCN4 em unidades de engenharia	L	1 F	705	65	A580
MEMB_F4	Entrada B do bloco FCN4 em unidades de engenharia	L	1 F	707	67	A584
FCN4_ENG	Saída do bloco FCN4 em unidades de engenharia	L	1 F	691	51	A564
FCN4	Tipo da função a executar (1-7)	L/E	1 F	1157	517	A908
G1F4	Ganho G1 do bloco FCN4	L/E	1 F	1159	519	A90C
G2F4	Ganho G2 do bloco FCN4	L/E	1 F	1161	521	A910
G3F4	Ganho G3 do bloco FCN4	L/E	1 F	1163	523	A914
G4F4	Ganho G4 do bloco FCN4	L/E	1 F	1165	525	A918
5F4	Ganho G5 do bloco FCN4	L/E	1 F	1167	527	A91C
G6F4	Ganho G6 do bloco FCN4	L/E	1 F	1169	529	A920
G7F4	Ganho G7 do bloco FCN4	L/E	1 F	1171	531	A924
ZAF4	Zero da entrada A do bloco FCN4	L/E	1 F	1241	601	A9B0
MAF4	Máximo da entrada A do bloco FCN4	L/E	1 F	1243	603	A9B4
ZBF4	Zero da entrada B do bloco FCN4	L/E	1 F	1245	605	A9B8
MBF4	Máximo da entrada B do bloco FCN4	L/E	1 F	1247	607	A9BC
ZRF4	Zero da saída do bloco FCN4	L/E	1 F	1249	609	A9C0
MXF4	Máximo da saída do bloco FCN4	L/E	1 F	1251	611	A9C4

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
Rampa 1						
RAMP1_INP,A184	Entrada do bloco RAMP1	L/E	1 W	185	32313	A170
RAMP1_OUT,A185	Saída do bloco RAMP1	L	1 W	186	32314	A172
TFR1	Tempo de descida do bloco RAMP1, em segundos	L/E	1 F	1253	613	A9C8
TRR1	Tempo de subida do bloco RAMP1, em segundos	L/E	1 F	1255	615	A9CC
Rampa 2						
RAMP2_INP,A186	Entrada do bloco RAMP2	L/E	1 W	187	32315	A174
RAMP2_OUT,A187	Saída do bloco RAMP2	L	1 W	188	32316	A176
TFR2	Tempo de descida do bloco RAMP2, em segundos	L/E	1 F	1257	617	A9D0
TRR2	Tempo de subida do bloco RAMP2, em segundos	L/E	1 F	1259	619	A9D4
Auxiliares não retentivos de uso geral						
A000-A099	Auxiliares não retentivos de uso geral A000 até A099	L/E	100W	1-100	32129-32228	A000-A0C7
Auxiliares retentivos de uso geral						
A100-A169	Auxiliares não retentivos de uso geral A100 até A169	L/E	70 W	101-170	32229-32298	A0C8-A153
Auxiliares de status internos						
A170: CPU_STAT	Status do Start no formato: T100 TOUT FORC FREE STEP PAUS DLAY M100 STOP TEST PDWN SCAN COLD ESTL PSWD NCFG	L	1 W	171	32299	A154
A171: SCAN_TSK	Status do Start no formato: TOT2 TOT2 LIN2 LIN1 AO4 AO3 AO2 AO1 AI4 AI3 AI2 AI1 PID4 PID3 PID2 PID1	L/E	1 W	172	32300	A156
A172:SCAN_TSK_EXP	Status do Start no formato: FREE FREE FREE FREE FREE FREE FREE FREEFREE FREE RMP2 RMP1 FCN4 FCN3 FCN2 FCN1	L/E	1 W	173	32301	A158
A173: DINP0-DINP11	Entradas digitais 0 a 11, no formato x x x x DI11 DI10 DI9 DI8 DI7 DI6 DI5 DI4 DI3 DI2 DI1 DI0L	L	1 W	174	32302	A15A
A174:	Saídas digitais 0 a 7 no formato DOUT0-DOUT7 x x x x x x x x DO7 DO6 DO5 DO4 DO3 DO2 DO1 DO0	L	1 W	175	32303	A15C
A175: LP1_STT	Configuração do PID1: x x x x x x x x x x x x x x SAF A/M	L/E	1 W	176	32304	A15E
A176: LP2_STT	Configuração do PID2: x x x x x x x x x x x x x x SAF A/M	L/E	1 W	177	32305	A160
A177: LP3_STT	Configuração do PID3: x x x x x x x x x x x x x x SAF A/M	L/E	1 W	178	32306	A162
A178: LP4_STT	Configuração do PID4: x x x x x x x x x x x x x x SAF A/M	L/E	1 W	179	32307	A164

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
A179: TOT1_STT	Status do bloco TOT1: xxxxxxxxxxxxxxxxxCLR	L/E	1 W	180	32308	A166
A180: TOT2_STT	Status do bloco TOT2: xxxxxxxxxxxxxxxxxCLR	L/E	1 W	181	32309	A168
A181: ALM_STT	Status dos alarmes da IHM (bit=1: alarme ativo), na forma: A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	L/E	1 W	182	32310	A16A
A182: ALM_NACK	Status de reconhecimento de alarmes (bit=0: reconhecido): A15 A14 A13 A12 A11 A10 A9 A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0	L/E	1 W	183	32311	A16C
A183	Reservado para uso futuro	L/E	1 W	184	32312	A16E
A184: RAMP1_INP	Entrada do bloco RAMP1	L/E	1 W	185	32313	A170
A185: RAMP1_OUT	Saída do bloco RAMP1	L	1 W	186	32314	A172
A186: RAMP2_INP	Entrada do bloco RAMP2	L/E	1 W	187	32315	A174
A187: RAMP2_OUT	Saída do bloco RAMP2	L	1 W	188	32316	A176
A188: TOT1_INP	Entrada do bloco TOT1	L/E	1 W	189	32317	A178
A189: TOT1_TLO	Parte menos significativa da saída do bloco TOT1	L	1 W	190	32318	A17A
A190: TOT1_THI	Parte mais significativa da saída do bloco TOT1	L	1 W	191	32319	A17C
A191: TOT2_INP	Entrada do bloco TOT2	L/E	1 W	192	32320	A17E
A192: TOT2_TLO	Parte menos significativa da saída do bloco TOT2	L	1 W	193	32321	A180
A193: TOT2_THI	Parte mais significativa da saída do bloco TOT2	L	1 W	194	32322	A182
A194: LIN1_INP	Entrada do bloco LIN1	L/E	1 W	195	32323	A184
A195: LIN1_OUT	Saída do bloco LIN1	L	1 W	196	32324	A186
A196: LIN2_INP	Entrada do bloco LIN2	L/E	1 W	197	32325	A188
A197: LIN2_OUT	Saída do bloco LIN2	L	1 W	198	32326	A18A
A198: FCN1_INA	Entrada A do bloco FCN1	L/E	1 W	199	32327	A18C
A199: FCN1_INB	Entrada B do bloco FCN1	L/E	1 W	200	32328	A18E
A200: FCN1_OUT	Saída do bloco FCN1	L	1 W	201	32329	A190
A201: FCN2_INA	Entrada A do bloco FCN2	L/E	1 W	202	32328	A192
A202: FCN2_INB	Entrada B do bloco FCN2	L/E	1 W	203	32329	A194
A203: FCN2_OUT	Saída do bloco FCN2	L	1 W	204	32330	A196
A204: FCN3_INA	Entrada A do bloco FCN3	L/E	1 W	205	32331	A198
A205: FCN3_INB	Entrada B do bloco FCN3	L/E	1 W	206	32332	A19A
A206: FCN3_OUT	Saída do bloco FCN3	L	1 W	207	32333	A19C
A207: FCN4_INA	Entrada A do bloco FCN4	L/E	1 W	208	32334	A19E
A208: FCN4_INB	Entrada B do bloco FCN4	L/E	1 W	209	32335	A1A0
A209: FCN4_OUT	Saída do bloco FCN4	L	1 W	210	32336	A1A2
A210: PV1_INT	Valor de PV1 (0-10000)	L/E	1 W	211	32339	A1A4
A211: SR1_INT	Set-point remoto do PID1 (0-10000)	L/E	1 W	212	32340	A1A6
A212: MV1_INT	Valor de MV1 (0-10000)	L/E	1 W	213	32341	A1A8
A213: PV2_INT	Valor de PV2 (0-10000)	L/E	1 W	214	32342	A1AA
A214: SR2_INT	Set-point remoto do PID2 (0-10000)	L/E	1 W	215	32343	A1AC
A215: MV2_INT	Valor de MV2 (0-10000)	L/E	1 W	216	32344	A1AE
A216: PV3_INT	Valor de PV3 (0-10000)	L/E	1 W	217	32345	A1B0
A217: SR3_INT	Set-point remoto do PID3 (0-10000)	L/E	1 W	218	32346	A1B2
A218: MV3_INT	Valor de MV3 (0-10000)	L/E	1 W	219	32347	A1B4
A219: PV4_INT	Valor de PV4 (0-10000)	L/E	1 W	220	32348	A1B6
A220: SR4_INT	Set-point remoto do PID4 (0-10000)	L/E	1 W	221	32349	A1B8
A221: MV4_INT	Valor de MV4 (0-10000)	L/E	1 W	222	32350	A1BA

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
A222: AIN1_OUT	Valor da entrada analógica 1 (0-10000)	L	1 W	223	32351	A1BC
A223: AIN2_OUT	Valor da entrada analógica 2 (0-10000)	L	1 W	224	32352	A1BE
A224: AIN3_OUT	Valor da entrada analógica 3 (0-10000)	L	1 W	225	32353	A1C0
A225: AIN4_OUT	Valor da entrada analógica 4 (0-10000)	L	1 W	226	32354	A1C2
A226: AOU1_INP	Valor da saída analógica 1 (0-10000)	L/E	1 W	227	32355	A1C4
A227: AOU2_INP	Valor da saída analógica 2 (0-10000)	L/E	1 W	228	32356	A1C6
A228: AOU3_INP	Valor da saída analógica 3 (0-10000)	L/E	1 W	229	32357	A1C8
A229: AOU4_INP	Valor da saída analógica 4 (0-10000)	L/E	1 W	230	32358	A1CA
A230: YEAR	Ano (0-99)	L	1 W	231	32359	A1CC
A231: DAY	Dia da semana (1=domingo – 7=sábado)	L	1 W	232	32360	A1CE
A232: MONTH	Mês (1-12)	L	1 W	233	32361	A1D0
A233: DATE	Dia do mês (1-31)	L	1 W	234	32362	A1D2
A234: HOUR	Horas (0-23)	L	1 W	235	32363	A1D4
A235: MINUTE	Minutos (0-59)	L	1 W	236	32364	A1D6
A236: DST1	Endereço de destino 1 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	237	32365	A1D8
A237: DST2	Endereço de destino 2 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	238	32366	A1DA
A238: DST3	Endereço de destino 3 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	239	32367	A1DC
A239: DST4	Endereço de destino 4 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	240	32368	A1DE
A240: INDX	Índice do primeiro auxiliar dos equipamentos onde serão armazenados os dados da comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	241	32369	A1E0
A241: DT01	<i>Application data</i> 1 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	242	32370	A1E2
A242: DT02	<i>Application data</i> 2 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	243	32371	A1E4
A243: DT03	<i>Application data</i> 3 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	244	32372	A1E6
A244: DT04	<i>Application data</i> 4 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	245	32373	A1E8
A245: DT05	<i>Application data</i> 5 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	246	32374	A1EA
A246: DT06	<i>Application data</i> 6 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	247	32375	A1EC
A247: DT07	<i>Application data</i> 7 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	248	32376	A1EE
A248: DT08	<i>Application data</i> 8 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	249	32377	A1F0
A249: DT09	<i>Application data</i> 9 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	250	32378	A1F2
A250: DT10	<i>Application data</i> 10 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	251	32379	A1F4
A251: DT11	<i>Application data</i> 11 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	252	32380	A1F6
A252: DT12	<i>Application data</i> 12 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	253	32381	A1F8
A253: DT13	<i>Application data</i> 13 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	254	32382	A1FA
A254: DT14	<i>Application data</i> 14 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	255	32383	A1FC
A255: DT15	<i>Application data</i> 15 para comunicação <i>peer-to-peer</i>	L/E	1 W	256	32384	A1FE

Mnemônico	Descrição	Uso	Tam.	Holding register	Input register	End. (hex)
TM00-TM49	<i>Timers</i> não-retentivos TM00 a TM49	L/E	50 W	257-306	32385-32434	A200-A263
TM50-TM99	<i>Timers</i> retentivos TM50 a TM99	L/E	50 W	307-356	32435-32484	A264-A2C7
CT00-CT29	Contadores não-retentivos CT00 a CT29	L/E	30 W	357-386	32485-32514	A2C8-A303
CT30-CT59	Contadores retentivos CT30 a CT59	L/E	30 W	387-416	32515-32544	A304-A33F
TS00-TS49	<i>Status</i> dos timers não-retentivos TM00 a TM49	L/E	50 B	417-441	32545-32569	A340-A371
TS50-TS99	<i>Status</i> dos timers retentivos TM50 a TM99	L/E	50 B	442-466	32570-32594	A372-A3A3
CS00-CS47	<i>Status</i> dos contadores não-retentivos CT00 a CT29	L/E	50 B	467-481	32595-32609	A3A4-A3C1
CS48-CS95	<i>Status</i> dos contadores retentivos CT30 a CT59	L/E	50 B	482-496	32610-32624	A3C2-A3DF

APÊNDICE A – RESUMO DAS OPERAÇÕES DE TECLADO

Modo	Função	Teclas
Todos	Passar ao próximo modo de operação	MODE
	Passar ao modo de operação anterior	FUNC+MODE
	Reiniciar o equipamento	FUNC+ENTER+SHIFT
	Ativar tela de seleção de nível de acesso	SHIFT+MODE
Parâmetros Analógicos	Passar ao próximo parâmetro	⇒
	Passar ao parâmetro anterior	⇐
	Aumentar valor do parâmetro	↑
	Diminuir valor do parâmetro	↓
	Aumentar rapidamente o valor do parâmetro	SHIFT+↑
	Diminuir rapidamente o valor do parâmetro	SHIFT+↓
	Zerar o valor do parâmetro	↑ + ↓
	Confirmar alteração	ENTER
Parâmetros Digitais	Passar ao próximo parâmetro	⇒
	Passar ao parâmetro anterior	⇐
	Modificar parâmetro	↑ ou ↓
Central de Alarmes	Passar ao próximo alarme	⇒
	Passar ao alarme anterior	⇐
	Reconhecer alarme atual	ENTER
	Reconhecer todos os alarmes	SHIFT+ENTER
Estação de Eventos	Passar ao próximo evento	⇒
	Passar ao evento anterior	⇐
Automático / Manual	Passar ao próximo <i>loop</i> de controle	⇒
	Passar ao <i>loop</i> de controle anterior	⇐
	Alternar entre modos automático e manual	ENTER
	Aumentar o valor de MV	↑
	Diminuir o valor de MV	↓
	Zerar o valor de MV	↑ + ↓
	Aumentar rapidamente o valor de MV	SHIFT+↑
	Diminuir rapidamente o valor de MV	SHIFT+↓

Modo	Função	Teclas
I/O Watch	Passar à próxima tela de I/O	⇒
	Passar à tela de I/O anterior	⇐
	Passar à primeira tela do próximo tipo de I/O	SHIFT+⇒
	Passar à última tela do tipo anterior de I/O	SHIFT+⇐
	Alternar entre modo resumido e detalhado (DI e DO apenas)	Enter
I/O Watch (Relógio)	Aumentar horas	FUNC+⇐
	Aumentar minutos	FUNC+↑
	Aumentar segundos	FUNC+⇒
	Aumentar dia do mês	↓+⇐
	Aumentar mês	↓+↑
	Aumentar ano	↓+⇒
	Aumentar dia da semana	↓+ENTER
Seleção de Nível de Acesso	Retornar ao modo normal de operação	SHIFT+MODE
	Aumentar valor do parâmetro	↑
	Diminuir valor do parâmetro	↓
	Zerar o valor do parâmetro	↑+↓
	Aumentar rapidamente o valor do parâmetro	SHIFT+↑
	Diminuir rapidamente o valor do parâmetro	SHIFT+↓
	Confirmar alteração	ENTER

Tabela A.1 – Resumo das operações de teclado

APÊNDICE B – EXEMPLOS DE CONFIGURAÇÃO

São apresentados a seguir exemplos de configuração do Start para algumas aplicações comuns.

EXEMPLO 1: MALHA PID COM ALARMES

O exemplo a seguir realiza o controle de uma malha, sinalizando níveis baixo e alto através de alarmes, com controle de segurança para alarmes de nível alto. A ocorrência dos alarmes é monitorada pela Central de Eventos, que registra a data e a hora de ocorrência de cada alarme.

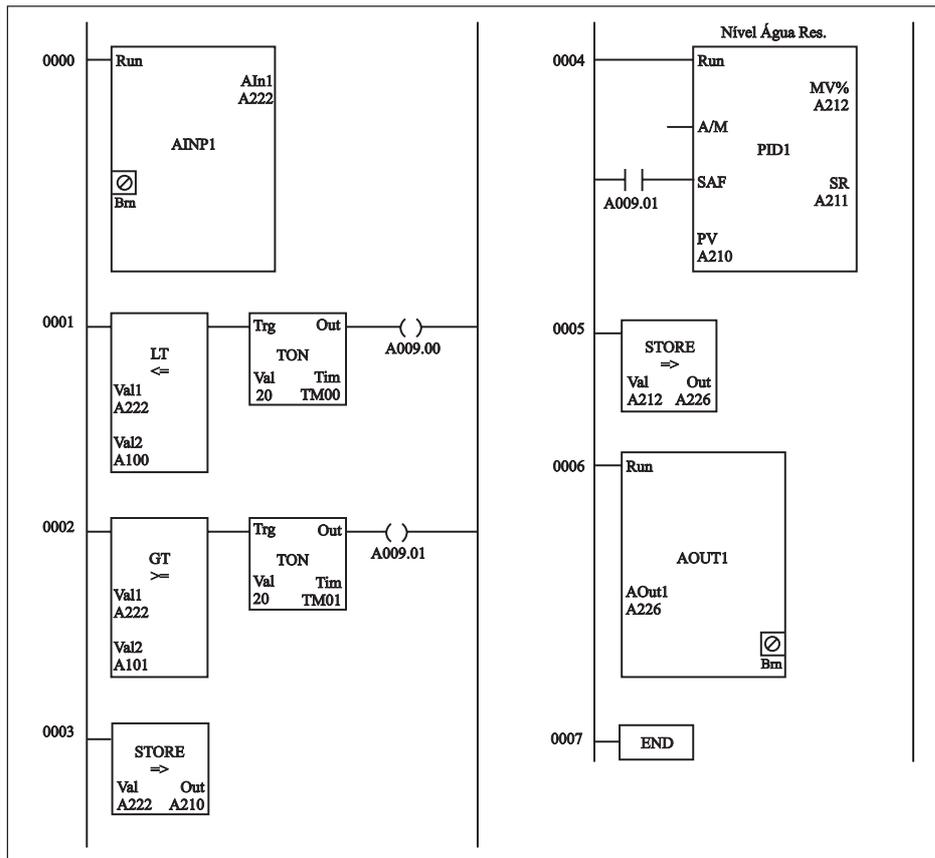


Figura B.1 – Configuração exemplo 1: malha PID com alarmes

Os blocos que necessitam de configuração tiveram os seguintes parâmetros definidos:

Bloco	Parâmetro	Valor	Comentário
AINP1	ZAIN1	0.0000	
	MAIN1	30.0000	
	Tag AINP1	Nivel agua res	
	GAI1	1.2255	Vide capítulo VII - Calibração
	BAI1	1.2500	Vide capítulo VII - Calibração
	TFT1	1.0000	
TON	Val	20	20x100ms=2s de temporização
PID1	ZRP1	0.0000	
	MXP1	30.0000	
	SP1	15.0000	Set-point inicial em 50% do máximo
	KP1	1.1000	
	RTM1	0.2000	
	SF1%	10.0000	Valor de segurança em 10%
	L/R	LOCAL	Usar set-point local
	D/R	REVERSE	Controle reverso
AOUT1	Tag PID1	Nivel agua res	
	GAO1	0.7310	Vide capítulo VII - Calibração
	BAO1	18.3100	
	Tag AOUT1	Veloc. Bba. Agua	

Tabela B.1 – Parâmetros de configuração dos blocos do exemplo 1

A configuração descrita opera da seguinte forma:

- Linha 0000: Leitura da entrada analógica 1.

O valor lido é salvo no auxiliar A222.

- Linha 0001: Teste para alarme de *low*. Aciona um temporizador de 2 segundos sempre que o valor lido (A222) for menor que o valor limite ajustado (A100). Caso o temporizador permaneça acionado por pelo menos 2 segundos, o bit 0 de A009 (A009.0) é setado, indicando que um valor abaixo do limite foi detectado.

- Linha 0002: Teste para alarme de *high*.

Aciona um temporizador de 2 segundos sempre que o valor lido na entrada analógica for maior que o valor limite ajustado (A101). Caso o temporizador permaneça acionado por pelo menos 2 segundos, o bit 1 de A009 (A009.1) é setado, indicando que um valor acima do limite foi detectado.

- Linha 0003: Salva o valor da entrada analógica 1 (A222) como a PV do PID1 (A210).
- Linha 0004: Executa o bloco de controle PID. A ação corretiva é guardada em MV (A212).
- Linha 0005: Envia o valor da ação corretiva (A212) para a saída analógica 1 (A226).
- Linha 0006: Executa o bloco de saída analógica 1, ajustando o valor da saída conforme o conteúdo de A226.
- Linha 0007: Indica fim de configuração.

A interface homem-máquina do Start é assim configurada:

Modo	Item	Valor	Comentário
Parâmetro Analógico 0	TAG_ANLG	SP Nivel Agua	
	TYP_ANLG	<i>FLOAT</i>	Vide mapa de memória
	TYP_RW	<i>READ/WRITE</i>	
	SEC_ANLG	<i>LEVEL 2</i>	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	ADR_ANLG	A850 (SP1)	Vide mapa de memória
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	30.0000	
Parâmetro Analógico 1	TAG_ANLG	Set Alm BAIXO %	
	TYP_ANLG	<i>WORD</i>	
	TYP_RW	<i>READ/WRITE</i>	
	SEC_ANLG	<i>LEVEL 2</i>	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	ADR_ANLG	A0C8 (A100)	Vide mapa de memória
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	100.0000	
Parâmetro Analógico 2	TAG_ANLG	Set Alm ALTO %	
	TYP_ANLG	<i>WORD</i>	
	TYP_RW	<i>READ/WRITE</i>	
	SEC_ANLG	<i>LEVEL 2</i>	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	ADR_ANLG	A0CA (A101)	Vide mapa de memória
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	100.0000	
Alarme 0	TAG_ALM	Nivel Agua BAIXO	
	ADR_ALM	A012 (A009)	Vide mapa de memória e configuração
	BIT_ALM	0	
	SEC_ANLG	<i>LEVEL 0</i>	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
Alarme 1	TAG_ALM	Nivel Agua ALTO	
	ADR_ALM	A012 (A009)	Vide mapa de memória e configuração
	BIT_ALM	1	
	SEC_ALM	<i>LEVEL 0</i>	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso

Modo	Item	Valor	Comentário
Evento 0	TAG_EVT	Alarme Niv Baixo	
	ADR_EVT	A012 (A009)	Vide mapa de memória e configuração
	BIT_EVT	0	
Evento 1	TAG_EVT	Alarme Niv Alto	
	ADR_EVT	A012 (A009)	Vide mapa de memória e configuração
	BIT_EVT	1	
Auto/Man 1	PID	PID1	
	TAG_MA	Nivel Agua Res.	Vide mapa de memória e configuração
	SEC_AM	<i>Level 0</i>	

Tabela B.2 – Parâmetros de configuração da IHM para o exemplo 1

Através do parâmetro analógico 0, o usuário pode alterar o *set-point* do nível de água desejado. Alterando os parâmetros analógicos 1 e 2, alteram-se os níveis (em porcentagem) em que os alarmes de nível alto e baixo são ativados. Esses parâmetros são protegidos por níveis de acesso, de forma que somente usuários de níveis 2 e 3 podem alterá-los.

Os alarmes de nível baixo e alto e os eventos de alarmes de nível são monitorados ininterruptamente, sendo os alarmes e a estação Automático/Manual de uso livre para qualquer usuário (nível de acesso 0).

EXEMPLO 2: ACIONAMENTO DE UM MOTOR

Esta configuração demonstra o acionamento de um motor via botoeira e/ou teclado frontal do Start. Uma saída digital é responsável pelo acionamento do motor, enquanto uma entrada digital é utilizada para realizar o “selo” do motor, indicando seu *status* de funcionamento.

O diagrama *Ladder* desta configuração é mostrado a seguir.

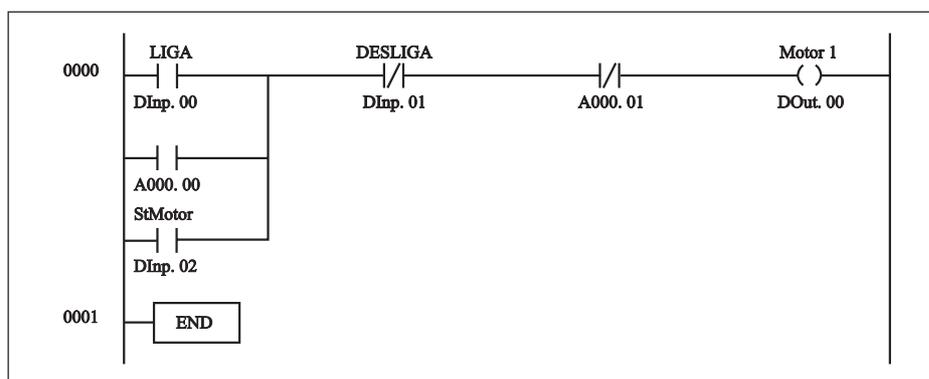


Figura B.2 – Configuração exemplo 2: acionamento de um motor

Além da configuração da lógica em diagrama *Ladder*, foi criada uma configuração para a IHM do Start, descrita a seguir.

Modo	Item	Valor	Comentário
Parâmetro Digital 0	TAG_DIG	Motor Bomba Água	
	ADR_DIG	A15A (DINP)	Vide mapa de memória
	TYP_RW	READ/WRITE	
	SEC_DIG	Level 0	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	BIT_DIG	2 (DINP 2)	Vide mapa de memória
	TAG_BIT0	DESLIGADO	
	TAG_BIT1	LIGADO	
	ADR_UP	A000 (A000)	Vide mapa de memória
	BIT_UP	0	
	DAT_UP	1	
	TOG_UP	NO	
	INV_UP	YES	
	ADR_DOWN	A000 (A000)	Vide mapa de memória
	BIT_DOWN	1	
	DAT_DOWN	1	
	TOG_DOWN	NO	
INV_DOWN	YES		

Tabela B.3 – Parâmetros de configuração da IHM para o exemplo 2

Nota-se na configuração da IHM que a tecla ↑ altera o bit 0 do auxiliar A000, enquanto a tecla ↓ altera o bit 1 do mesmo auxiliar. No entanto, o *status* exibido pela IHM do Start refere-se à entrada digital 2, que informa o verdadeiro estado do motor.

De acordo com a configuração mostrada, o acionamento do motor pode ser feito tanto pela entrada digital 0 (botoneira em DINP00) quanto pelo bit 0 do auxiliar A000 (acionamento via teclado frontal do Start). Da mesma forma, ele pode ser desligado pela atuação da entrada digital 1 (botoneira em DINP01) ou pelo teclado, atuando no bit 1 do auxiliar A000.

Ao ser acionado via DINP00 ou A000.0, o motor entra em funcionamento e aciona a entrada digital 2 (DINP02), que trabalha como selo do acionamento do motor. Enquanto a DINP02 estiver acionada, o motor também estará.

Quando o operador aciona a botoneira de desligamento (DINP01) ou o bit 1 do auxiliar A000, o motor é desligado, fazendo com que DINP02 seja desativada. Desta forma, o motor permanece no estado desligado.

As teclas de alteração dos parâmetros digitais foram configuradas para usar a função *while*. Assim, os auxiliares voltam ao seu estado original após qualquer alteração. Evita-se com isso o travamento do processo em um determinado estado.

EXEMPLO 3: TOTALIZAÇÃO DE UMA VARIÁVEL ANALÓGICA

A configuração a seguir realiza a totalização da vazão de vapor de uma turbina, ou seja, calcula o volume de vapor através da turbina ao longo do tempo.

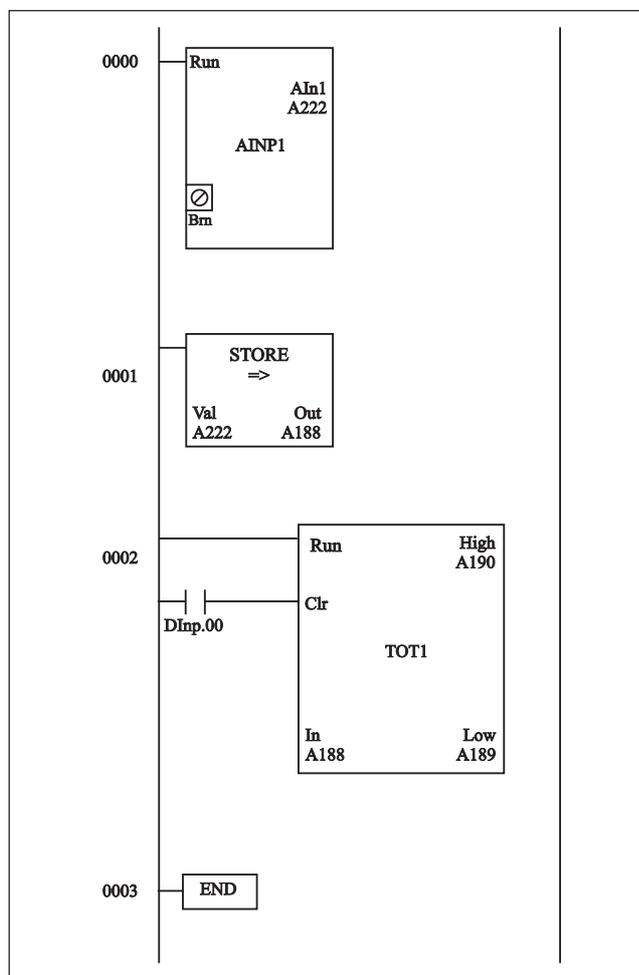


Figura B.3 – Configuração exemplo 3: totalização de uma variável analógica

Ao ser executada, esta configuração realiza a leitura do valor instantâneo da vazão de vapor na entrada analógica 1. O valor lido, de 0 a 10000, alimenta a entrada do bloco totalizador 1 (TOT1), cujo fluxo máximo de totalização foi ajustado, neste exemplo, para 100m³/h.

O valor da totalização pode ser zerado a qualquer momento através de um pulso na entrada digital 0 (DINP00).

A saída do bloco totalizador é dividida em parte baixa (*Low*) e parte alta (*High*), sendo que o valor da totalização é assim calculado: $Tot = Low + 10000 \cdot High$.

EXEMPLO 4: USO DO RELÓGIO DE TEMPO REAL

Este exemplo ilustra a aplicação do relógio de tempo real do Start para controle liga/desliga de motores. A aplicação consiste em ligar um motor em um determinado horário, desligando-o em outro horário. O horário de acionamento e desligamento do motor é ajustado via IHM, no modo Parâmetros Analógicos.

O diagrama *Ladder* desta lógica é mostrado a seguir.

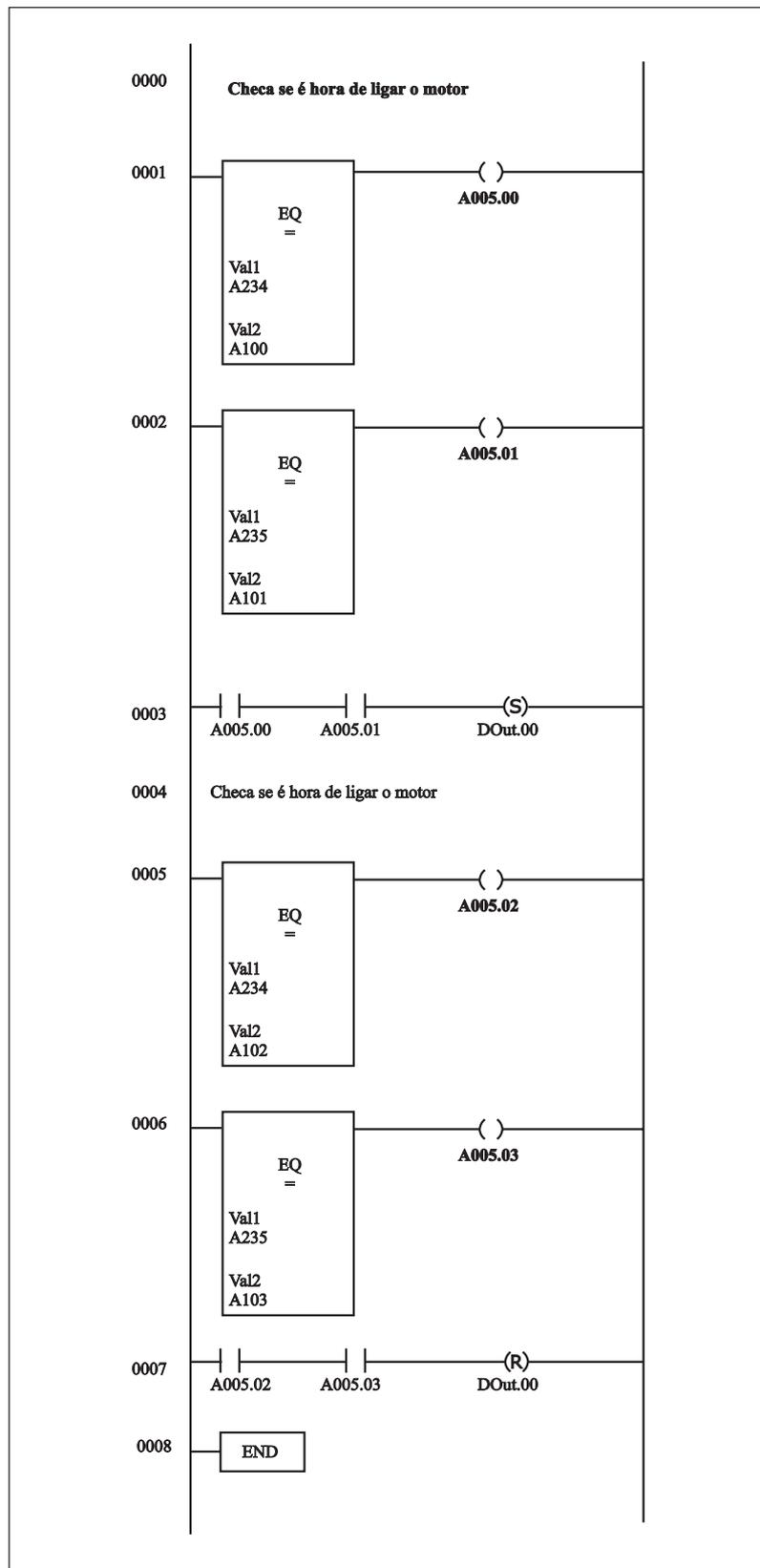


Figura B.4 – Configuração exemplo 4: uso do relógio de tempo real

Os parâmetros analógicos necessários são configurados conforme mostra a tabela a seguir.

Modo	Item	Valor	Comentário
Parâmetro Analógico 0	TAG_ANLG	Hora Liga	
	TYP_ANLG	WORD	Vide mapa de memória
	TYP_RW	READ/WRITE	
	SEC_ANLG	Level 1	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	ADR_ANLG	A0C8 (A100)	Vide mapa de memória e configuração <i>Ladder</i>
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	10000.0000	
Parâmetro Analógico 1	TAG_ANLG	Minuto Liga	
	TYP_ANLG	WORD	Vide mapa de memória
	TYP_RW	READ/WRITE	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	SEC_ANLG	Level 1	
	ADR_ANLG	A0CA (A101)	Vide mapa de memória e configuração <i>Ladder</i>
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	10000.0000	
Parâmetro Analógico 2	TAG_ANLG	Hora Desliga	
	TYP_ANLG	WORD	Vide mapa de memória
	TYP_RW	READ/WRITE	
	SEC_ANLG	Level 1	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	ADR_ANLG	A0CC (A102)	Vide mapa de memória e configuração <i>Ladder</i>
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	10000.0000	
Parâmetro Analógico 3	TAG_ANLG	Minuto Desliga	
	TYP_ANLG	WORD	Vide mapa de memória
	TYP_RW	READ/WRITE	
	SEC_ANLG	Level 1	Vide III.7 - Segurança por níveis de acesso
	ADR_ANLG	A0CE (A103)	Vide mapa de memória e configuração <i>Ladder</i>
	ZER_ANLG	0.0000	
	MAX_ANLG	10000.0000	

Tabela B.4 – Parâmetros de configuração da IHM para o exemplo 4

Essa configuração checa continuamente se o relógio do sistema coincide com a hora de ligar ou desligar o motor. Quando o relógio do sistema se iguala à hora de ligar o motor, a saída digital 0 (DOUT00) é acionada e permanece nesse estado. Quando a hora de desligar o motor é alcançada, a DOUT00 é desativada, desligando o motor.

A checagem da hora de acionamento do motor é feita nas linhas 0001 (checa a hora) e 0002 (checa o minuto). Quando ambos forem iguais ao valor ajustado, os bits 0 e 1 do auxiliar A005 são setados, permitindo que a linha 0003 acione a DOUT00.

Da mesma forma, checa-se se é hora de desligar o motor nas linhas 0005 (hora) e 0006 (minuto), setando os bits 2 e 3 do auxiliar A005. Quando ambos estiverem setados, a DOUT00 é desativada.

Os horários de ligar e desligar o motor são ajustáveis via IHM, desde que o usuário tenha nível de acesso igual ou superior a 1.

EXEMPLO 5: MULTIPLEXAÇÃO DE SINAIS ANALÓGICOS

Em algumas situações, pode ser necessário decidir pela utilização de um ou outro valor, dependendo de alguma condição que só será conhecida durante a execução da lógica.

Esta configuração lê duas entradas analógicas do Start e envia à saída analógica o maior valor lido. O diagrama *Ladder* auto-explicativo é mostrado abaixo:

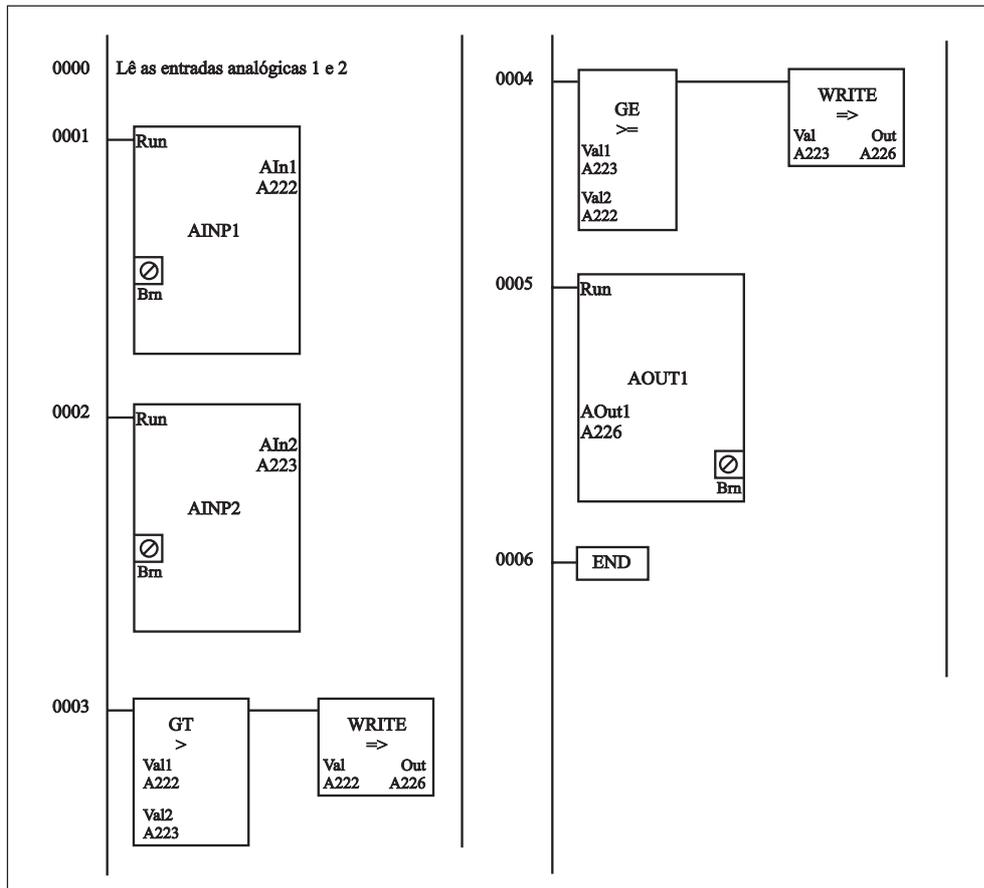


Figura B.5 – Configuração exemplo 5: multiplexação de sinais analógicos

EXEMPLO 6: LINEARIZAÇÃO

Este exemplo demonstra a utilização do bloco de linearização utilizando os onze pontos disponíveis. Caso necessário, pode-se executar o ajuste da curva de linearização durante a sua execução, através da IHM. Para isso, devem-se inserir tantos parâmetros analógicos quantos forem os pontos da tabela de linearização que se deseja alterar. Deve-se também cuidar para não permitir alteração desses parâmetros a qualquer usuário.

A operação básica desta configuração consiste em linearizar o valor lido na entrada analógica 1 e enviar o valor resultante para a saída analógica 1. Com um gerador de sinais e um multímetro, ou no modo *I/O Watch*, pode-se checar o funcionamento da configuração.

Apenas para ilustração, a tabela de linearização foi assim configurada:

Ponto	X(%)	Y(%)
0	0	10
1	10	15
2	20	25
3	30	15
4	40	35
5	50	80
6	60	70
7	70	30
8	80	20
9	90	15
10	100	0

Tabela B.5 – Definição da curva de linearização do exemplo 6

Graficamente, a curva de linearização ficou como segue:

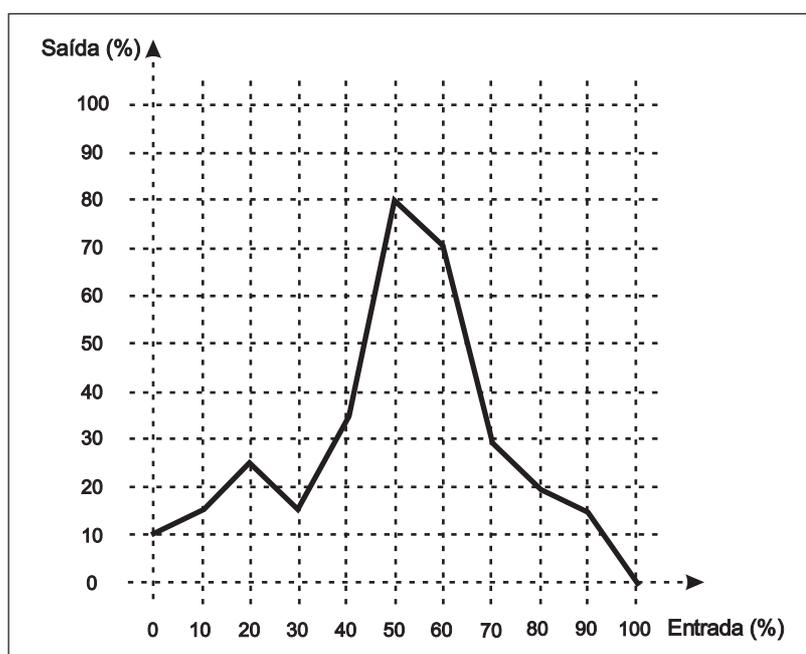


Figura B.6 – Visualização da curva de linearização do exemplo 6

A configuração em questão é mostrada na figura a seguir:

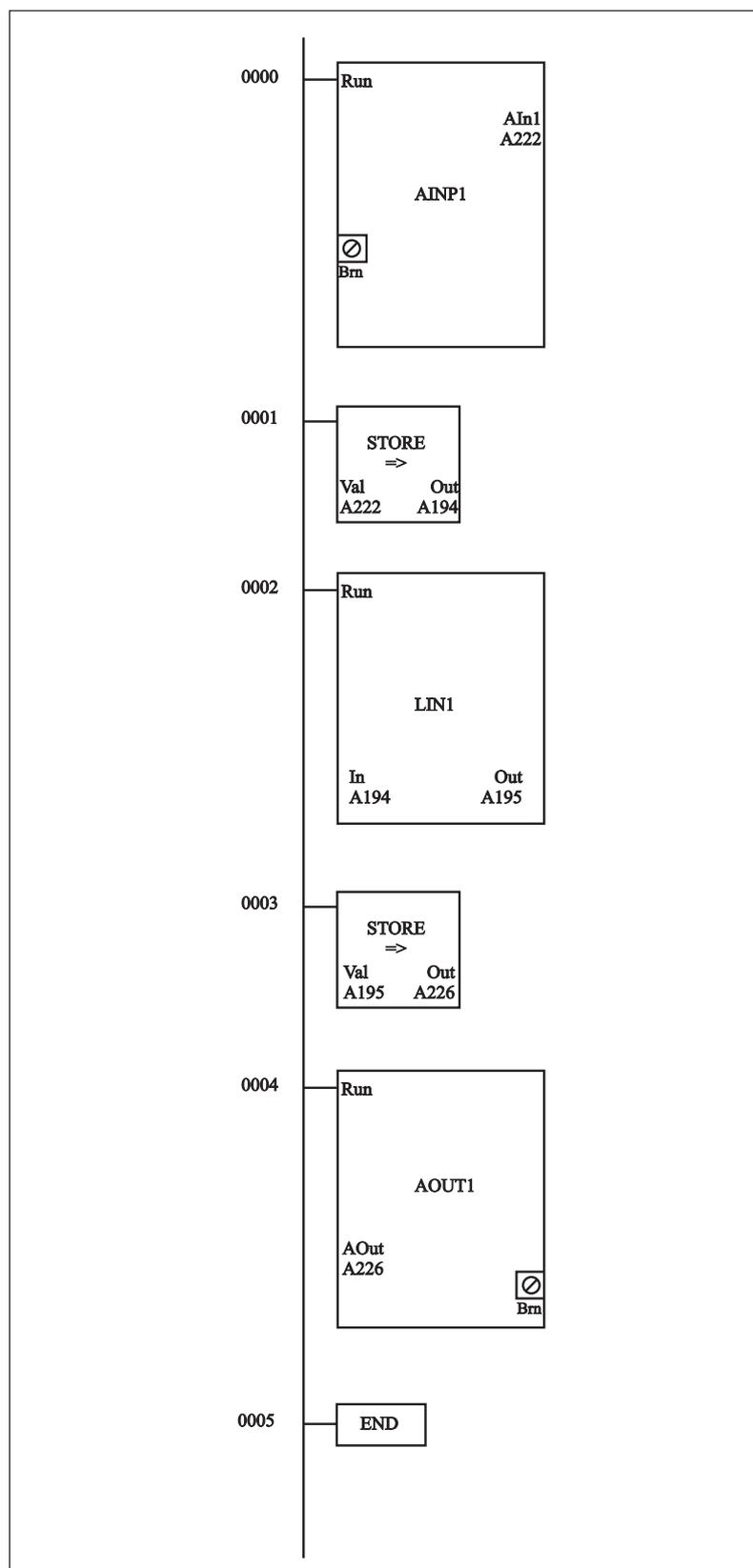


Figura B.7 – Configuração exemplo 6: linearização

EXEMPLO 7: SUB-ROTINAS E *JUMPS*

Este exemplo ilustra a aplicação de sub-rotinas e *jumps* para controlar o fluxo de execução da lógica.

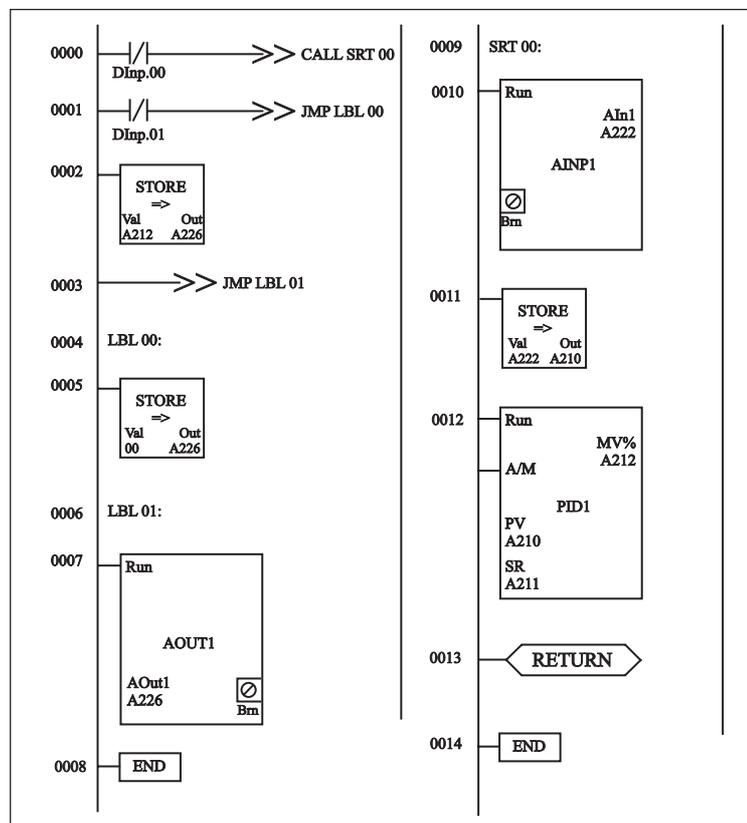


Figura B.8 – Configuração exemplo 7: sub-rotinas e jumps

A execução da configuração mostrada é dependente dos estados das entradas digitais 0 e 1 (DINP00 e DINP01), às quais estão ligados dois botões normalmente abertos (B0 e B1, respectivamente) para controle pelo operador.

Quando o operador não pressiona nenhum botão, a sub-rotina SRT00 é chamada e um controle PID é executado. Além disso, o valor da ação corretiva do PID (MV) é enviado à saída analógica através das linhas 0002, 0003 e 0007.

Se o usuário pressiona apenas o botão B0, a malha PID deixa de ser executada, mas o último valor calculado de MV continua a ser enviado à saída analógica. Consegue-se com isso uma pausa no controle, mantendo-se inalterado o valor da saída analógica.

Ao pressionar o botão B1, independentemente do estado do botão B0, a linha 0001 realiza um salto para a linha 0004, que envia constantemente o valor 0% para a saída analógica. Faz-se assim com que a saída analógica vá para um valor de segurança sempre que for pressionado o botão B1.

Deve-se observar na estrutura do diagrama a presença de um bloco END antes do início da primeira sub-rotina e de um bloco RETURN no final da sub-rotina. Além disso, cada salto via bloco JMP ou CALL tem o seu ponto de destino definido na configuração (LBL00, LBL01 ou SRT00, neste exemplo).

EXEMPLO 8: TROCA DE DADOS ENTRE EQUIPAMENTOS: COMUNICAÇÃO PEER-TO-PEER

Este exemplo demonstra a troca direta de dados entre equipamentos escravos, conforme descrito no capítulo VI.1 - Comunicação *peer-to-peer*. Além dos escravos envolvidos, um equipamento mestre deve estar presente na rede para requisitar os dados do escravo de origem.

O diagrama *Ladder* básico para o escravo cujos dados serão transmitidos é mostrado na figura a seguir.

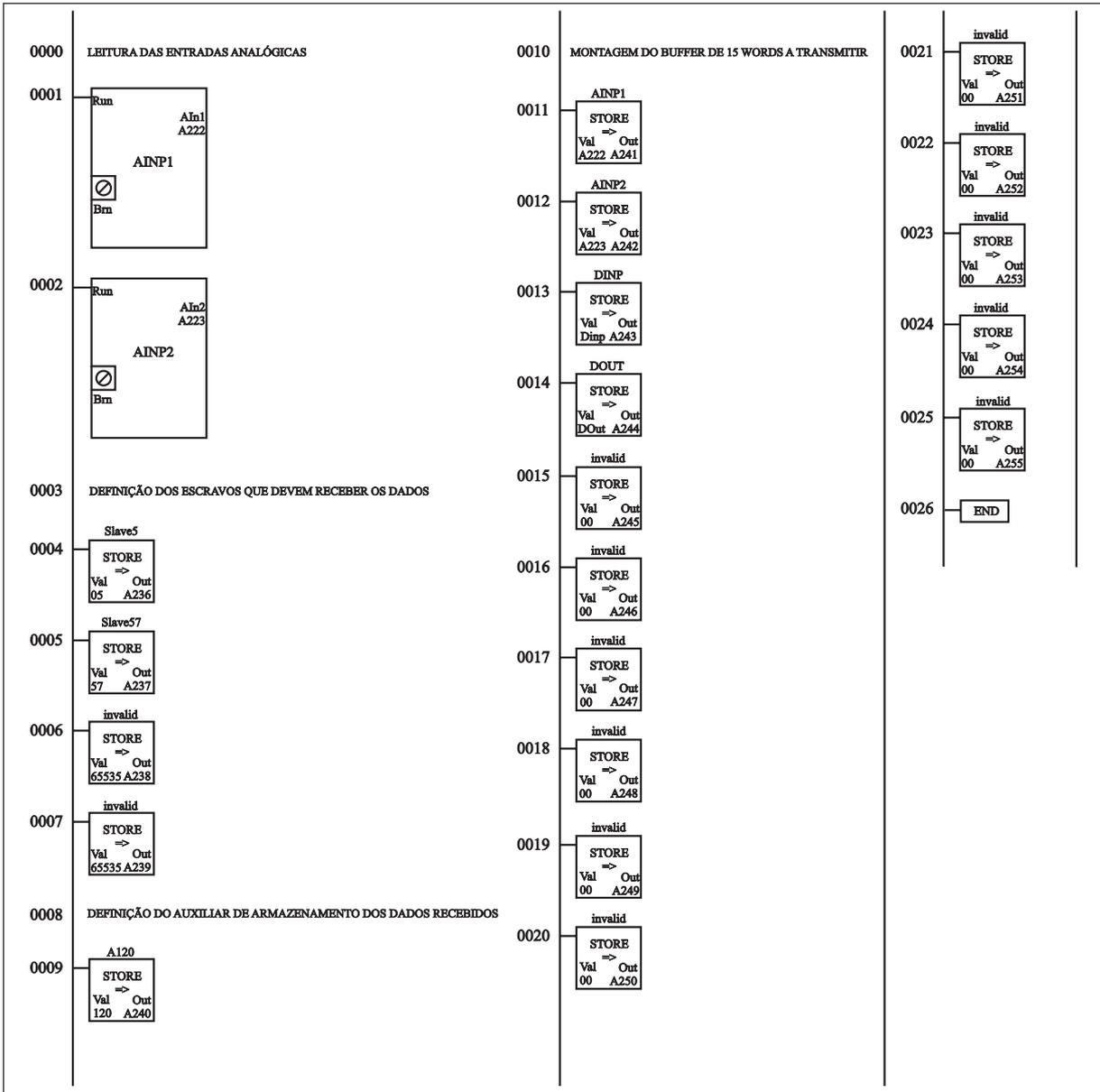


Figura B.9 – Configuração exemplo 8: troca de dados entre equipamentos

A configuração mostrada realiza a leitura das entradas analógicas 1 e 2 e a formatação do *buffer* para transmissão dos dados. Esta formatação é realizada em três blocos distintos: o bloco dos equipamentos de destino (auxiliares A236 até A239), o bloco de índice de destino (auxiliar A240) e o bloco de dados (auxiliares A241 até A255).

Na configuração mostrada, o bloco de equipamentos de destino define que os dados devem ser recebidos pelos equipamentos de endereço 5 e 57. Os auxiliares A238 e A239 contêm o valor 65535 para que nenhum outro equipamento receba os dados.

O bloco de destino (A240) é definido com o valor 120. Assim, os dados transmitidos serão armazenados a partir do auxiliar A120, tanto no equipamento 5 quanto no equipamento 57.

Os dados enviados são os valores das entradas analógicas e as entradas e saídas digitais. O restante do bloco de dados é definido como 0 apenas por questão de elegância e clareza na configuração.

Para que a comunicação *peer-to-peer* funcione, é necessário que um mestre na rede (outro Start ou sistema supervisor, por exemplo) realize leituras periódicas do bloco dos auxiliares A236 até A255 do equipamento que contém os dados, através do comando 03 – *Read Holding Registers*. A leitura deve se iniciar no auxiliar A236 (*holding register 237*) e deve ter um comprimento de 20 *holding registers*.

O Start pode ser usado como mestre para a comunicação *peer-to-peer*, realizando ciclicamente a leitura acima em até 16 equipamentos. Para isso, ele deve ser configurado com endereço 0 e com os seguintes parâmetros corretamente configurados através do Ferconf:

- Número de estações do *peer*: define o endereço máximo de equipamento cujos dados serão requisitados pelo mestre durante o ciclo de leitura de dados (máximo = 16). Valores grandes implicam em um tempo maior entre duas leituras de um mesmo equipamento;
- *Timeout* de recepção do *peer*: define o tempo em múltiplos de 100 milissegundos que o mestre vai esperar pela resposta de um equipamento antes de requisitar as informações do próximo equipamento. Tempos muito longos tornam a comunicação pouco eficiente. Tempos muito curtos podem causar erros de comunicação.

APÊNDICE C – ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Dimensões	LxAxP	180x144x80mm
Alimentação	Tensão	90-240Vac com seleção automática a 50°C máx.
	Frequência	50/60Hz
	Fusível	Vidro, 250mA
	Alimentação transmissores 2 fios	24Vdc, 100mA máx.
Entradas e Saídas	Entradas digitais	12 opto-isoladas, 24Vdc sendo 1 rápida de 5KHz
	Saídas digitais	8, opto-isoladas, configuração coletor aberto
	Entradas analógicas (máx) ¹	4, 10 bits, modos 0-10V/1-5V/4-20mA (carga de 250Ω)
		Erro máximo: 0-10V: ±0,1% do <i>span</i> 1-5V e 4-20mA: ±0,125% do <i>span</i>
	Saídas analógicas (máx) ¹	4, 4-20mA, impedância máxima 750Ω
Erro máximo: ±0,04mA		
Display	LCD com <i>back-light</i>	16 caracteres x 2 linhas
Teclado	Membrana	8 teclas
Relógio	Tempo real, com bateria	Relógio + calendário
Hardware	Armazenamento de programa	Memórias NVRAM e FLASH
Comunicação	RS-485, protocolo Modbus RTU, mestre-escravo	9600 bps, 19200 bps, 57600 bps ou 115200 bps
Configuração	Ferconf em ambiente Windows	Diagramas <i>Ladder</i> IEC-1131, até 600 instruções

1: quando usadas duas placas de expansão FSH2AIO

Tabela C.1 – Especificações técnicas