

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação

**Desenvolvimento de Sistemas de Controle e
Supervisão para Processo Industrial**
Utilização da Biblioteca PlantPAx

Arthur França Maia

Orientador: Prof. Víctor Costa da Silva Campos, Dr.
Supervisor: Eng. André Carvalho Guerra de Almeida

Belo Horizonte, Julho de 2022

Monografia

Desenvolvimento de Sistemas de Controle e Supervisão para Processo Industrial - Utilização da Biblioteca PlantPAx

Monografia submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado Didático do Curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos para aprovação na atividade Projeto Final de Curso II.

Belo Horizonte, Julho de 2022

Agradecimentos

Meus agradecimentos vão em primeiro lugar para minha família, meus pais, esposa e em especial minha filha, pela força, motivação e apoio em toda minha jornada acadêmica até o presente trabalho. Agradeço também meu orientador Vítor Costa da Silva Campos, sempre solícito e disponível, pelas instruções e compreensão no desenvolvimento desta monografia. E por fim, a meu supervisor André Carvalho Guerra de Almeida pelas oportunidades e ensinamentos em minha vida profissional.

Sumário

Agradecimentos	i
Lista de Figuras	vi
Lista de Tabelas	viii
1 Introdução	1
1.1 Motivação e Justificativa	2
1.2 Objetivos do Projeto	3
1.3 Local de Realização	3
1.4 Estrutura da Monografia	4
2 Descrição do Processo	5
2.1 Nomenclatura de Tags	5
2.2 Bombeamento de Rejeito	6
2.3 Hidrociclones	9
2.4 Filtragem de Rejeito	10
3 PlantPAx	11
3.1 Informações Gerais	12
3.2 P_CmdSrc	14
3.3 P_Perm	15
3.4 P_Intlk	17
3.5 P_Alarm	19
3.6 P_AIn	20
3.7 P_DIn	21
3.8 P_ValveSO	23
3.9 P_Motor	25
3.10 P_VSD	27
3.11 P_Seq	29

4 Metodologia	31
4.1 Recursos Utilizados	31
4.2 Estrutura de Programa	31
4.3 Descritivo de Operação	37
4.3.1 Tanques	37
4.3.2 Bombeamento de Rejeito	39
4.3.3 Hidrociclones	43
4.3.4 Filtragem de Rejeito	44
4.4 IHM	48
5 Conclusões	51
5.1 Considerações Finais	52
5.2 Propostas de Continuidade	52
Referências Bibliográficas	53
A Planilha de Configuração Online	55

Lista de Figuras

2.1	Fluxograma de Engenharia - Área 01 Bombeamento de Rejeito	8
2.2	Fluxograma de Engenharia - Área 02 Hidrociclones	9
2.3	Fluxograma de Engenharia - Área 03 Filtragem de Rejeito	10
3.1	Faceplate de informações comuns	13
3.2	P_CmdSrc: <i>Faceplate</i>	14
3.3	P_Perm: Faceplate	15
3.4	P_Perm: Diagrama de Funcionamento	16
3.5	P_Intlk: Faceplate	17
3.6	P_Intlk: Diagrama de Funcionamento	18
3.7	P_Alarm: <i>Faceplate</i>	19
3.8	P_AIn: <i>Faceplate</i>	21
3.9	P_DIn: <i>Faceplate</i>	22
3.10	P_DIn: Diagrama de Funcionamento	22
3.11	P_ValveSO: <i>Faceplate</i>	24
3.12	P_ValveStats: Faceplate Estatísticas de válvula	24
3.13	P_Motor: <i>Faceplate</i>	25
3.14	P_RunTime: Faceplate Tempo de funcionamento de motor	26
3.15	P_VSD: <i>Faceplate</i>	28
3.16	P_Seq: <i>Faceplate</i>	29
3.17	P_Seq: <i>Faceplate</i> de Configuração de Passo da Sequência	30
4.1	Estrutura de Rotinas e Tarefas do Programa de PLC	33
4.2	Estratégia de controle de Motores	34
4.3	Estratégia de controle de Válvulas	35
4.4	Permissivos - Estratégia de controle	35
4.5	Intertravamentos - Estratégia de controle	36
4.6	Comandos - Estratégia de controle	37
4.7	Cabeçalho de Tela sinótica	48

4.8	Indicação de Estados de Equipamentos na Tela Sinótica	49
4.9	Tela sinótica da área de Bombeamento de Rejeito	49
4.10	Tela sinótica da área dos Hidrociclones	50
4.11	Tela sinótica da área da Filtragem	50
A.1	Planilha de configuração online	55

Lista de Tabelas

3.1	Instruções PlantPAx utilizadas	12
3.2	Descrição de parâmetros comuns das instruções PlantPAx	13
3.3	P_CmdSrc: Fontes de comandos	14
3.4	P_Perm - Descrição de parâmetros característicos	15
3.5	P_Intlk - Descrição de parâmetros característicos	17
3.6	P_Alarm - Descrição de parâmetros característicos	19
3.7	P_AIn - Descrição de parâmetros característicos	20
3.8	P_DIn - Descrição de parâmetros característicos	21
3.9	P_ValveSO - Descrição de parâmetros característicos	23
3.10	P_Motor - Descrição de parâmetros característicos	25
3.11	P_VSD - Descrição de parâmetros característicos	27
3.12	P_Seq - Descrição de parâmetros característicos	29
3.13	P_Seq_Steps - Descrição de parâmetros característicos	30
4.1	LIT101 - Configuração de operação	38
4.2	AG101 - Configuração de operação	38
4.3	AG101 - Configuração de permissivos sentido direto	39
4.4	AG101 - Configuração de intertravamentos	39
4.5	BP101 - Configuração de operação	41
4.6	BP101 - Configuração de intertravamentos	41
4.7	FV101, 103 e 104 - Configuração de operação	41
4.8	FV102 - Configuração de operação	42
4.9	FV101, 102 e 103 - Configuração de permissivos	42
4.10	FV101, 102 e 103 - Configuração de intertravamentos	42
4.11	FIT301 - Configuração de operação	43
4.12	FV301, 302 e 303 - Configuração de operação	44
4.13	BP401 - Configuração de operação	46
4.14	BP401 - Configuração de intertravamentos	46
4.15	FV401, 403 e 405 - Configuração de operação	47

4.16 FV402 - Configuração de operação	47
4.17 FV401, 402, 403 e 405 - Configuração de permissivos	47
4.18 FV401, 402, 403 e 405 - Configuração de intertravamentos	47
4.19 Ícones de cabeçalho	48

Capítulo 1

Introdução

Alcançar eficiência e produtividade em um ambiente industrial que se torna cada dia mais complexo e dinâmico, é um desafio contínuo e para superá-lo já não é mais possível abrir mão dos recursos tecnológicos e a automatização de processos. Apesar destes recursos trazerem diversas facilidades de comando e controle automático, acesso em tempo real e armazenamento de informação, eles não eliminam o fator humano, por isso a utilização das ferramentas de automação existentes não deve ser focada apenas no processo, mas também em seus desenvolvedores e usuários.

Utilizando desta visão, neste trabalho será abordada a automatização de uma planta de filtragem de rejeito de minério, para sua disposição em barragem seca. Este processo reduz a área necessária da barragem, permite a reutilização da água para outros processo de mineração, além de reduzir os riscos e impactos ambientais [1]. Este tipo de planta não é empregado apenas para descarte de rejeito, mas para processos em que seja necessário o armazenamento e transporte de minério a seco. Os subprocessos desta planta são usualmente: O espessamento, cujo subproduto é água clarificada e polpa espessada; Transporte e armazenamento, fazendo o uso de tanques para absorver as variações de vazão do processo; E a filtragem responsável por gerar a torta de minério com o teor de umidade requerido para sua aplicação [2].

Para orientar os trabalhos, tem-se o fluxograma simplificado da planta de filtragem de rejeito de minério, sendo o início do processo o bombeamento de rejeito com um tanque de polpa e seu respectivo agitador, um grupo principal de bombeamento e suas válvulas (2.1), que direcionam a polpa para o conjunto de hidrociclones onde acontece o ajuste de densidade (2.2) e em fase final o bombeamento dos filtros prensa e destinação do rejeito para ETEI (Estação de Tratamento de Efluentes Industriais) e empilhamento pela correia transportadora (2.3).

O foco para o desenvolvimento do programa de PLC (Controlador Lógico Programável - *Programmable Logic Controller*) inclui a organização, legibilidade (trazendo uma

padronização para a nomenclatura das variáveis) e utilização de estratégias de controle consistentes para um mesmo grupo de equipamentos. Para tanto, a construção do programa de PLC é feita no *Logix Designer*, um dos recursos do *Studio 5000* e utilizando as linguagens gráficas FBD (*Function Block Diagram*) e LADDER, com os blocos da biblioteca *PlantPAx* da *Rockwell* [3], responsáveis por centralizar as informações de um dado equipamento, como intertravamentos, alarmes e acionamentos.

Para a interface de operação, a utilização de padrão de cores e animações visam chamar a atenção do operador para os eventos mais importantes, e trazer um leitura do estado do processo mais fácil e ágil, além de trazer um estrutura de telas e janelas que permitem um acesso as informações em texto para entendimento dos estados e condições dos equipamentos. O sistema supervisório é construído utilizando o *FactoryTalk View Site Edition* da *Rockwell* [4], que fornece ao operador informações para determinar o estado dos equipamentos, e permite operá-los remotamente [5]. Os benefícios destes elementos para este tipo de processo são bem estabelecidos, além do aumento da eficiência do processo, o impacto para os operadores também é significativo, como descreve Fraga, O. A. B., "*Para os operadores, os benefícios da implantação da tecnologia autônoma vão desde mais conforto na execução do trabalho até mesmo um maior sentimento de produtividade...*" [6].

1.1 Motivação e Justificativa

Os benefícios advindos da automatização de processos, bem como a construção de um sistema supervisório, já são bem consolidados no meio industrial. Neste caso em específico, para processo de mineração, o acesso aos equipamentos, centro de comando de motores, painéis e outros é muitas vezes difícil, e as áreas são distantes. Logo uma automação bem consolidada facilita a operação do processo, permitindo o acesso às informações e operação do processo de forma remota, restringindo as operações de campo à manutenções e processos manuais específicos.

Dada a ampla utilização dos conceitos de automação, existem diversas referências aos métodos utilizados para tal. Assim, à luz dos trabalhos desenvolvidos e disponibilizados pela academia pode-se ter uma orientação quanto às estratégias utilizadas para a construção das lógicas de controle e encontrar bibliotecas de blocos de comando de equipamentos que já trazem suas funcionalidades características.

Neste estudo, utiliza-se a biblioteca *PlantPAx*, disponibilizada gratuitamente pela *Rockwell Automation*. Nela, encontra-se instruções de controle e acionamento de equipamentos e referências para estratégias de controle, o que permite acelerar o desenvolvimento, sendo que, ela já oferece um padrão de códigos. Nesta biblioteca, tem-se

também, as referências para o desenvolvimento das telas de supervisor, com um guia de cores a serem utilizadas para elementos de tela, fontes, animações, indicação de estado dos objetos e *faceplates* que já vinculam as variáveis utilizadas nas instruções lógicas dos equipamentos. Apesar de ser uma biblioteca desenvolvida pela *Rockwell*, ela segue os padrões ANSI/ISA-101.01-2015 e ANSI/ISA-18.2-2016 de interface humano-máquina e gerenciamento de sistemas de alarmes [7].

1.2 Objetivos do Projeto

Tendo em vista o exposto acima, este projeto tem por objetivos:

- a) A construção de um programa de PLC em linguagem FBD (*Function Block Diagram*), utilizando as instruções e estratégias de controle definidas na biblioteca *PlantPAx*;
- b) A construção de um sistema supervisor (Interface Homem Máquina), baseada nas recomendações de desenvolvimento da *Rockwell Automation* e padrões *ANSI/ISA*;

Buscando criar uma aplicação organizada e bem estruturada que seja acessível e de fácil operação e manutenção.

1.3 Local de Realização

O Projeto Final de Curso aqui descrito é realizado na empresa TAGNA TECNOLOGIA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, com sede na Avenida do Contorno, Bairro Santo Antônio, Município de Belo Horizonte, Estado de MG.

Fundada no ano de 2010, atende a grandes clientes em todo o Brasil como Bayer, LARGO resources, CNH industrial, Yara, Petrobrás, Ferrous, FMC Agrícola, RHI magnesita, AngloGold Ashanti, Mosaic, entre outros. É especializada nas áreas de tecnologias de automação industrial, indústria 4.0, IIoT, inovação, sistemas de controle e supervisórios, instrumentação, *analytics* e *machine learning*.

A empresa participa de projetos relacionados a Automatismos de máquinas de pátio onde os principais objetivos envolvem:

- Segurança, que evitam colisões entre máquinas, equipamentos e pessoas no pátio;
- Controle de acesso de pessoas em determinadas áreas de risco e viabilização do controle dessas máquinas através da sala de controle (operação remota);

- Eficiência operacional, automatizar o posicionamento das máquinas (tornar a operação autônoma), automatiza a recuperação de máquinas e otimizar a taxa de produção, otimizar o controle de estoque e qualidade;
- Modernização de sistemas de controle, realizando a virtualização de todo o sistema e modernização da planta, redesenho de telas de processo atendendo as normas de segurança e facilitando a operação, acréscimo de informações sobre cada etapa do processo garantindo mais agilidade na retomada da produção em caso de falha e redução no tempo de paradas.

1.4 Estrutura da Monografia

O trabalho está dividido em quatro capítulos. Este capítulo apresentou uma introdução ao projeto desenvolvido nesta monografia e a empresa onde o trabalho foi realizado. O Capítulo 2 descreve os princípios básicos de operação da planta de filtragem e abrange os equipamentos utilizados necessários para um melhor entendimento do processo. O Capítulo 3 aborda os conceitos e recursos da biblioteca *PlantPAx* usados na construção das estratégias de controle e supervisão da planta. O Capítulo 4 traz a metodologia de desenvolvimento tanto do programa de controle quanto da aplicação de supervisão e operação, além da apresentação do estado de desenvolvimento final. No Capítulo 5 tem-se a conclusão da monografia, algumas sugestões e dificuldades encontradas na realização do projeto.

Capítulo 2

Descrição da Planta de Filtragem

A planta de filtragem é composta por três (03) áreas. A primeira, de bombeamento de rejeito, é a fase inicial do processo com um grupo de bombas de polpa redundante. A segunda é um conjunto de hidrociclones, que possui a função de regular a densidade da polpa. A terceira área é o bombeamento de rejeito para o filtro e transporte de rejeito seco e destinação de água para a estação de tratamento de efluentes.

2.1 Nomenclatura de Tags

Nos fluxogramas de engenharia, programa de PLC e telas de IHM a serem apresentados a seguir, a nomenclatura de *tags* é construída por três grupos, AA é a sigla do equipamento, X é a identificação do grupo de equipamentos e NN é a numeração do equipamento, caso no mesmo grupo sejam utilizados mais de um equipamento do mesmo tipo.

AAXNN – *eg. FV102*

Para os equipamentos de processo são utilizadas as seguintes siglas:

- AG - Agitador de polpa;
- TP - Tanque de polpa;
- FV - Válvula de vazão;
- BA - Bomba de água de selagem;
- BP - Bomba de polpa;
- HC - Hidrociclone;

- EP - Espessador;
- FP - Filtro prensa horizontal;
- TC - Correia transportadora;

Para os instrumentos de medição são utilizadas as siglas:

- LE - Elemento primário medição de nível;
- LIT - Indicador e transmissor de nível;
- PIT - Indicador e transmissor de pressão;
- PSL - Pressostato de baixa pressão;
- FE - Elemento primário medição de vazão;
- FIT - Indicador e transmissor de vazão;

Variáveis de controle e alarmes:

- LIC - Controlador de nível;
- LIAL - Alarme e indicador de baixo nível;
- SIC - Controlador de velocidade;

Os grupos de equipamentos possuem as seguintes identificações:

- 1 - Bombeamento principal de rejeito;
- 2 - Bombeamento reserva de rejeito;
- 3 - Hidrociclones;
- 4 - Filtragem;

2.2 Bombeamento de Rejeito

A área 01 de bombeamento de rejeito se inicia no tanque de polpa **TP101** que recebe o rejeito de minério da planta juntamente com o coagulante, com a função de desestabilizar a suspensão de minério tornando mais eficiente o processo final de filtragem. O uso do coagulante causa a precipitação do minério, por isso é necessário o uso do agitador de polpa **AG101** para manter a homogeneidade da polpa. Este tanque **TP101**, possui

medição de nível analógico **LIT101** que é utilizada para o controle de velocidade das bombas **BP101** e **BP201**.

O grupo de bombeamento é composto pela bomba centrífuga de polpa **BP101**, cujo motor tem acionamento por inversor e velocidade variável. Trabalhando em conjunto com a bomba de polpa, tem-se a bomba de água de selagem **BA101** com a função de balancear a pressão dentro da bomba e impedir o vazamento do fluido pelo furo do eixo. Dada a susceptibilidade de precipitação da polpa, faz-se necessário o uso das seguintes válvulas: **FV101** de sucção, **FV102** de dreno e **FV103** de recalque. Assim caso ocorra a parada da bomba **BP101** por falha ou necessidade de processo estas válvulas são manejadas para que seja feita a retirada da polpa na linha e em seguida a limpeza da linha.

O funcionamento do bombeamento secundário é o mesmo que o bombeamento principal, sendo a tubulação secundária indicada pela linha tracejada. Sua utilização é definida pelo operador e selecionada pelo sistema supervisor. Ambos os bombeamentos direcionam a polpa para os hidrociclones descritos na seção 2.3 a seguir.

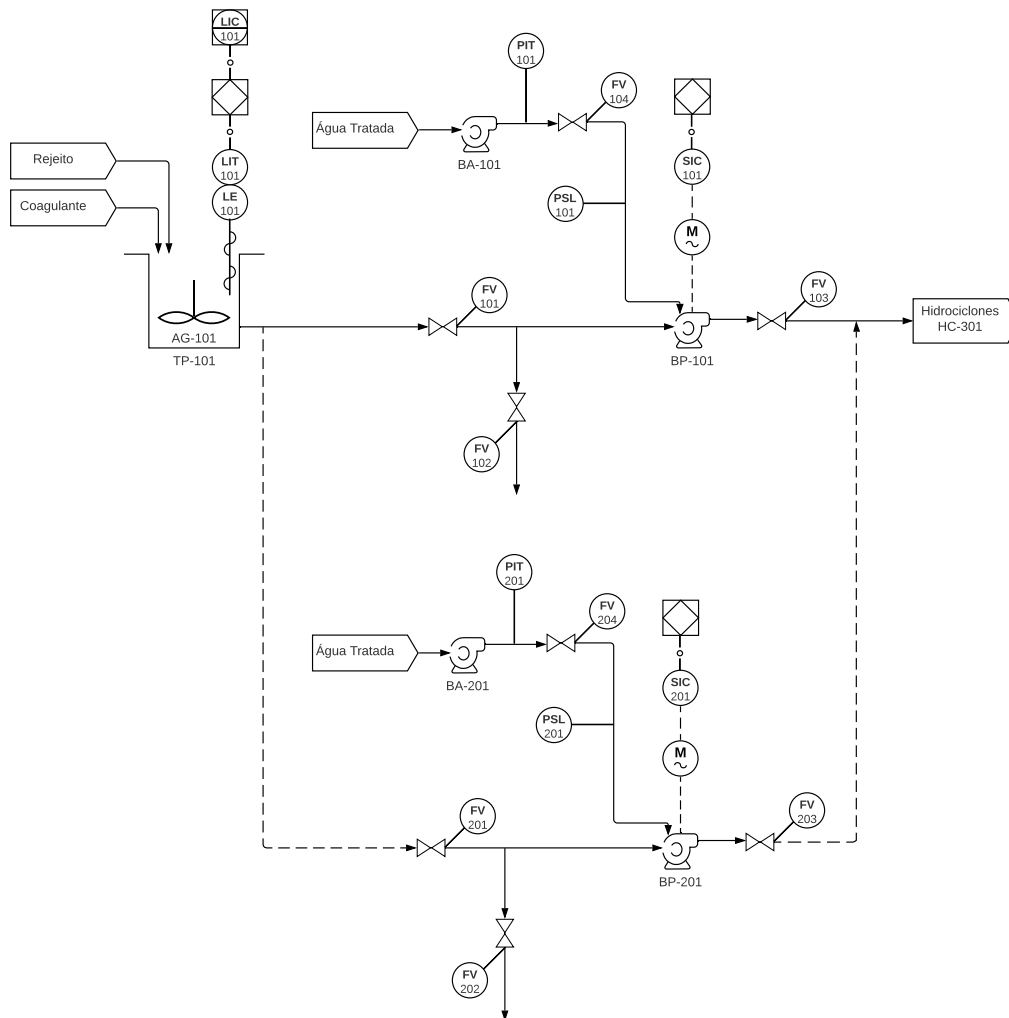


Figura 2.1: Fluxograma de Engenharia - Área 01 Bombeamento de Rejeito

2.3 Hidrociclones

Os hidrociclones **HC301**, **HC302** e **HC303** possuem a função de ajustar a densidade de polpa advinda do tanque **TP101**. O direcionamento do fluido é feito pelas válvulas **FV301**, **FV302** e **FV303** para seus respectivos hidrociclones de acordo com a vazão da linha principal **FIT301**. O hidrociclone é um equipamento utilizado para separar sólidos de líquidos através de força centrífuga. Sendo alimentado de forma tangencial no topo do cone, o hidrociclone faz com que o fluido se movimente em espiral descendente levando as partículas maiores e mais pesadas para o fundo do cone, que é denominado *underflow*. Já as partículas menores e menos densas, com maior proporção de água, são levadas para o centro do equipamento, onde existe um movimento em espiral ascendente, saindo pela parte superior, que é chamado *overflow*.

O *overflow* é encaminhado para o espessador **EP301** onde, junto com outros resíduos da planta, passa por um processo lento de sedimentação permitindo retirar a água a um nível aceitável para destinação a ETEI (Estação de tratamento de Efluentes Industriais) e o rejeito ainda presente retorna para o tanque **TP401** para ser filtrado junto com o *underflow* na área 03, como mostra a seção 2.4.

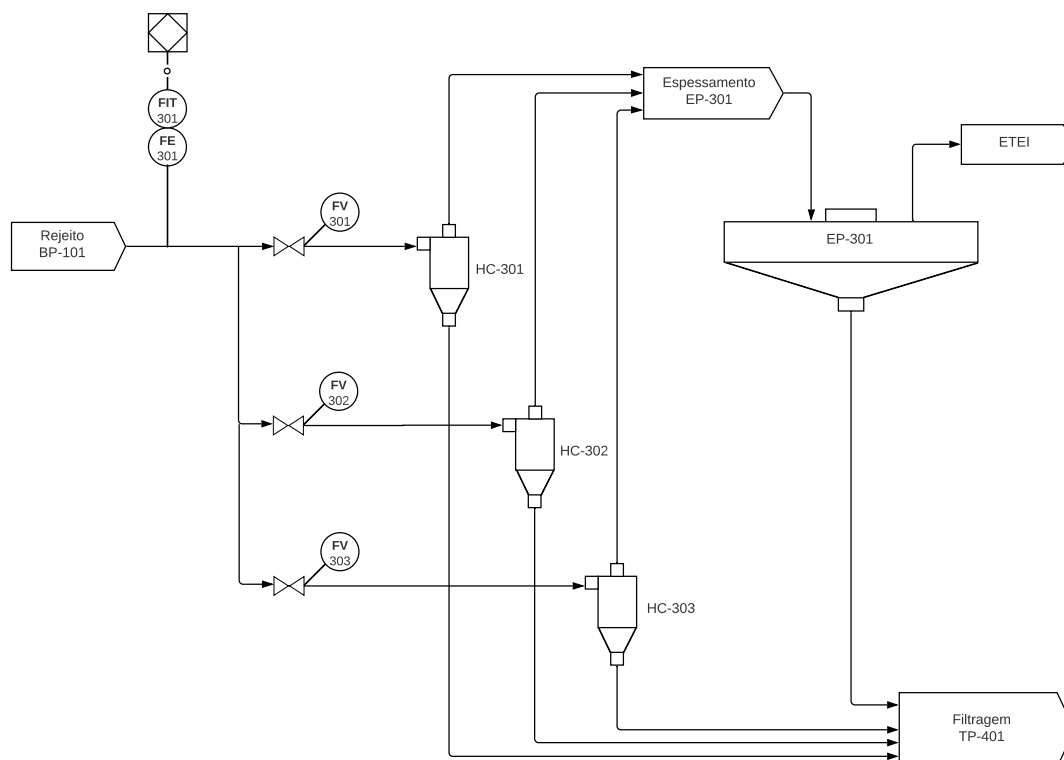


Figura 2.2: Fluxograma de Engenharia - Área 02 Hidrociclones

2.4 Filtragem de Rejeito

Na filtragem de rejeito, tem-se a fase final do tratamento. O tanque **TP401** recebe a polpa com densidade regulada e assim como o **TP101**, o mesmo também possui um agitador para homogeneidade de polpa, mas isso não é abordado neste trabalho, por simplicidade. Este tanque possui o medidor de nível analógico **LIT401** para monitoramento de nível e acionamento de alarme de nível baixo **LIAL401**. Esta medição é importante para saber se há material o suficiente para que o processo de filtragem, que ocorre em batelada, não seja incompleto.

O filtro prensa **FP401** é alimentado pela bomba de polpa **BP401** que opera como a **BP101**, com sua bomba de selagem e conjunto de válvulas, que não serão abordados novamente, também por simplicidade. A velocidade da bomba é determinada de acordo com as etapas de operação do filtro e suas variáveis internas de pressão, vazão e tempos de ciclo. A água filtrada escoa pela tubulação do filtro e deságua diretamente na ETEI ao longo de todo o processo.

A polpa filtrada, denominada torta, é descarregada para a correia transportadora **TC401** com motor de velocidade variável **SIC402** para a construção de uma pilha de rejeito intermediária, até que seja destinada para a barragem seca, encerrando então o tratamento de rejeito de minério.

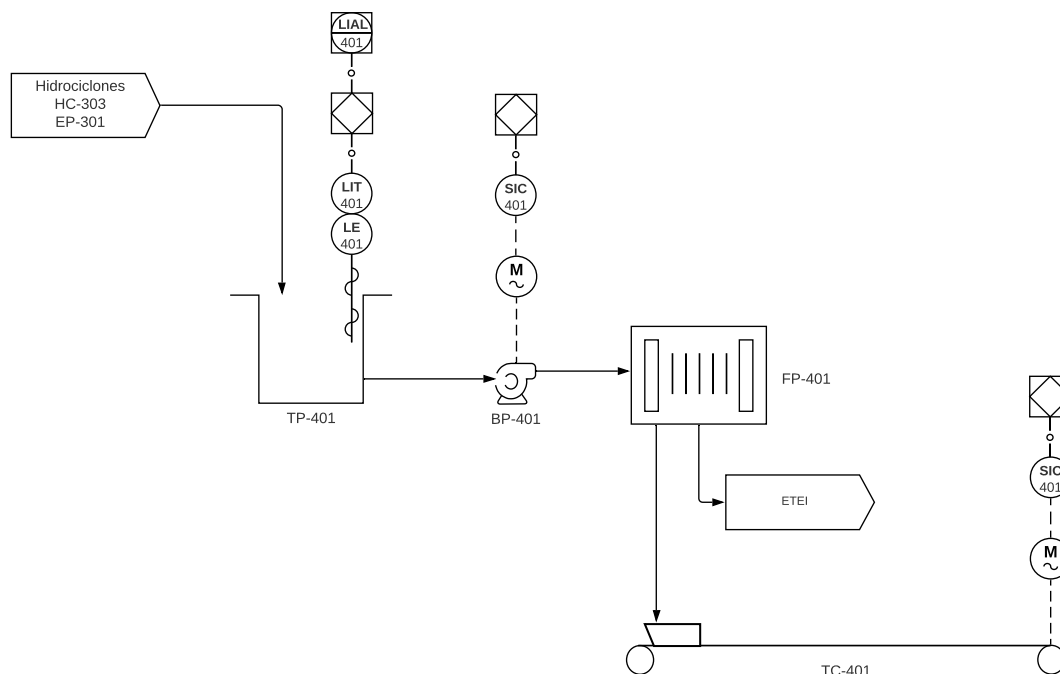


Figura 2.3: Fluxograma de Engenharia - Área 03 Filtragem de Rejeito

Capítulo 3

Funcionalidades do PlantPAx

O sistema PlantPAx é um guia de referência para criar um sistema de controle distribuído (SDCD). Este recurso tem a proposta de reduzir o tempo de implementação, promover aplicações consistentes e mais intuitiva para o usuário, além de facilitar o desenvolvimento dada a integração entre código do controlador e sistema supervisorio. Nele tem-se as orientações para uma melhor utilização dos produtos com o padrão de arquitetura integrada da *Rockwell Automation*.

Para utilização do PlantPAx é disponibilizado, além dos manuais de referência, o conjunto de arquivos com exemplos de utilização e estratégias de controle, um *kit* de ferramentas de utilidades para replicação e configuração dos recursos disponíveis e a biblioteca de objetos de processo (*Process Object Library*), uma biblioteca predefinida do código do controlador, blocos de instrução pré-definidos (*Add-On Instructions*) com lógicas de acionamento, alarmes, configuração de variáveis e equipamentos, elementos de tela sinótica (objetos globais), janelas de funcionalidades para supervisorio.

Dentre as recomendações de utilização do *Studio 5000 Logix Designer* pode-se citar o uso de tarefas periódicas apenas, em detrimento do uso de tarefas contínuas, para otimizar a utilização de outros recursos, além evitar uma sobrecarga desnecessária do uso da CPU (*Central Processing Unit* - Unidade Central de Processamento). Para a utilização das tarefas periódicas é sugerido um padrão de nomenclaturas para as tarefas, presentes em uma tabela de prioridade de execução, período e tempo de *Watchdog* para monitoramento da execução da tarefa. Outra orientação é quanto ao ajuste do RPI (*Requested package interval* - Intervalo do pacote requisitado) dos cartões de entrada e saída, que deve ser definido, no mínimo, duas vezes mais rápido que a tarefa periódica que utiliza o sinal, levando em conta suas características para evitar uma amostragem inadequada e/ou uma quantidade de amostras maior que o necessário.

Neste capítulo, explora-se alguns objetos da biblioteca de processos, explicando suas funcionalidades, formas e recursos de utilização para o *Studio 5000* e *FactoryTalk*

View, que são base para o desenvolvimento das aplicações propostas.

3.1 Informações Gerais

Das instruções disponibilizadas na biblioteca PlantPAX, são exploradas aquelas descritas na tabela (3.1).

Instrução	Descrição
P_CmdSrc	Gerenciamento de fontes de comando (Programa, Operador, Manutenção ...)
P_Perm	Definição de estados permissivos para acionamento dos equipamentos
P_Intlk	Definição de estados de intertravamento que levam o equipamento ao estado de segurança desejado
P_Alarm	Gerenciamento de alarmes (Severidade, Tempo de alarme, Necessidade de reconhecimento ...)
P_AIn	Funcionalidades de variável analógica (Limites de alarme, Unidade de engenharia, Conversão de unidades ...)
P_DIn	Funcionalidades de variável digital (Descrição de estado, Substituição de valores pela manutenção ...)
P_ValveSO	Acionamento de válvulas solenoides, configuração de estado falha fecha ou falha abre, tempo de falha para acionamento e utilização de retorno de posição)
P_ValveStats	Relatório de eventos e estados de válvula
P_Motor	Acionamento de motores de partida direta, configuração de reversão, retorno de funcionamento e falhas
P_Runtime	Relatório de eventos e estados de motor
P_VSD	Acionamento de motores de velocidade variável, configuração de reversão, retorno de funcionamento e velocidade, unidades de engenharia e conversão de unidades, configuração de falhas
P_Seq	Instrução para sequenciamento de acionamento de equipamentos baseado em estados de entrada e configuração de passos de sequência

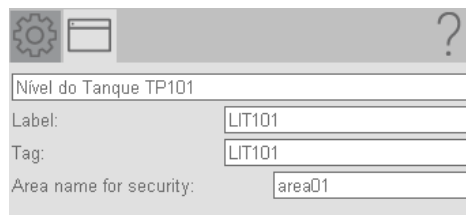
Tabela 3.1: Instruções PlantPAX utilizadas

Para todas as instruções, tem-se algumas variáveis comuns, descritas na tabela 3.2 e exemplificadas na figura 3.1, que definem as descrições da variável e seu nome, que permitem sua identificação na IHM e navegação entre objetos, além de estabelecer

parâmetros de segurança para acesso da operação.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
STRING_40	Cfg_Desc	Descrição do objeto para exibição do faceplate na IHM
STRING_20	Cfg_Label	Descrição do objeto para exibição do objeto na tela da IHM
STRING_20	Cfg_Tag	Nome da Tag do objeto no PLC
STRING_8	Cfg_Area	Área de processo para verificação de acesso do usuário

Tabela 3.2: Descrição de parâmetros comuns das instruções PlantPAx



The image shows a software interface window for configuring a faceplate. The window title is "Nível do Tanque TP101". It contains four input fields with labels: "Label:" with the value "LIT101", "Tag:" with the value "LIT101", and "Area name for security:" with the value "area01". There is a gear icon in the top left corner and a question mark icon in the top right corner.

Figura 3.1: Faceplate de informações comuns

3.2 P_CmdSrc

Esta instrução é utilizada para gerenciar as fontes de comandos para as demais instruções ou estratégias de controle. As fontes de comando pré-definidas são dispostas na tabela 3.3 e para a seleção das fontes de comando utiliza-se o *faceplate* da figura 3.2. Ainda é possível configurar a existência e prioridade entre estas fontes.







	Operador	Permite que o operador comande e configure o objeto via IHM.
	Programa	Recebe os comandos e configurações via lógica estabelecida no PLC.
	Externo	Recebe comandos diretos de uma fonte externa, não controlada pelo PLC.
	Sobrescrever	Suprime os demais estados e fontes de comando para comandos excepcionais.
	Manutenção	Permite ignorar intertravamentos e permissões para executar comandos.
	Manual	Indica que o objeto está sendo comandado manualmente e não receberá comandos de outras fontes. Apenas exibe o estado do objeto.

Tabela 3.3: P_CmdSrc: Fontes de comandos

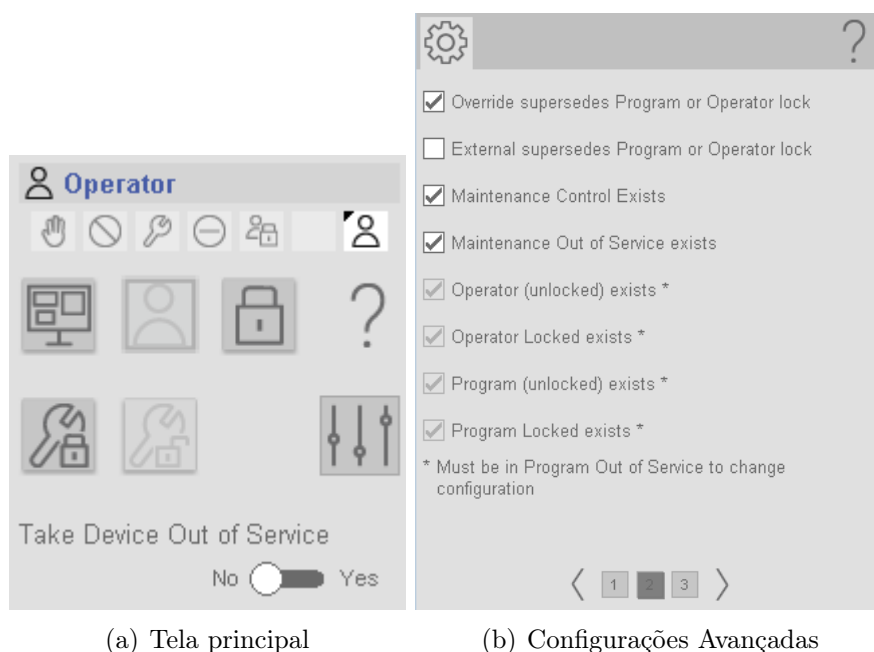


Figura 3.2: P_CmdSrc: *Faceplate*

3.3 P_Perm

Este Bloco permite a configuração dos permissivos dos objetos, definindo as condições que permitem comandar o objeto. Assim, pode-se configurar se o estado normal para acionamento é 0 ou 1, se o estado pode ser suprimido (*Bypass*) evitando a restrição de comando do objeto e se é necessário o reconhecimento e rearme do operador para remover a restrição. Nas figuras 3.4 tem-se o diagrama lógico do funcionamento desta instrução e na figura 3.3 tem-se a janela de configuração dos estados de permissivo.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	Descrição do estado de entrada condicional
BOOL	Cfg_OKState	Estado normal da entrada (Não gera restrições)
BOOL	Cfg_Bypassable.0	1 = Permite que o operador transponha esta restrição
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	Variável do objeto que gera a restrição
BOOL	Cfg_HasNav.0	1 = Permite navegar para o objeto que gerou a restrição

Tabela 3.4: P_Perm - Descrição de parâmetros característicos

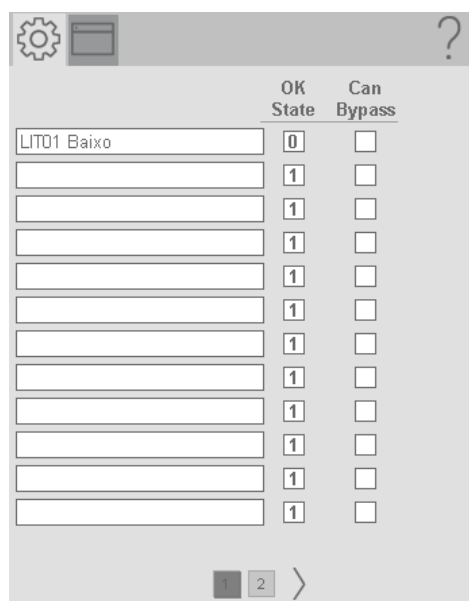


Figura 3.3: P_Perm: Faceplate

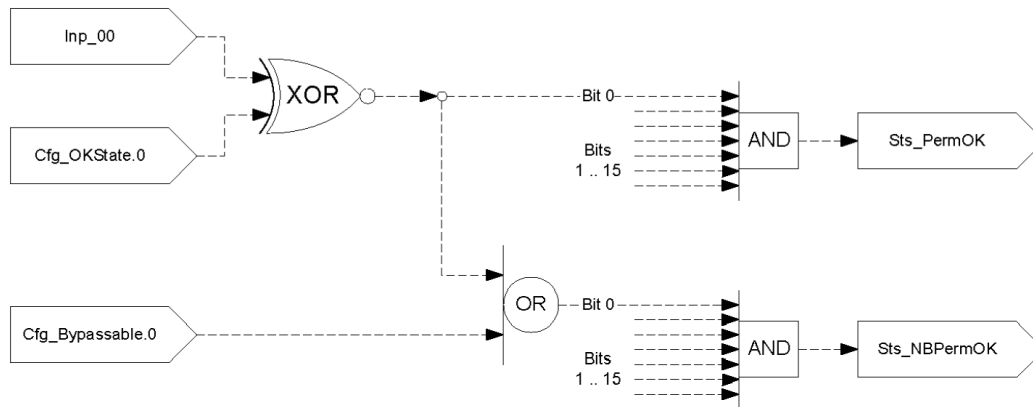


Figura 3.4: P_Perm: Diagrama de Funcionamento

3.4 P_Intlk

Este Bloco permite a configuração dos intertravamentos dos objetos, definindo as condições que levam o objeto ao estado de segurança. Assim pode-se configurar o estado normal para funcionamento (0 ou 1), se o estado pode ser suprimido (*Bypass*), evitando o intertravamento do objeto e se é necessário o reconhecimento e rearme do operador para remover o intertravamento. Nas figuras 3.6 tem-se o diagrama lógico do funcionamento desta instrução e na figura 3.5 tem-se a janela de configuração dos estados de intertravamento.

Os parâmetros característicos desta instrução são os mesmo da instrução P_Perm, com a adição do parâmetro **Cfg_Latched**, que permite manter o estado de intertravamento até que seja reconhecido pelo operador.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
BOOL	Cfg_Latched.0	1 = Mantém o estado de condição anormal até o reconhecimento pelo operador

Tabela 3.5: P_Intlk - Descrição de parâmetros característicos

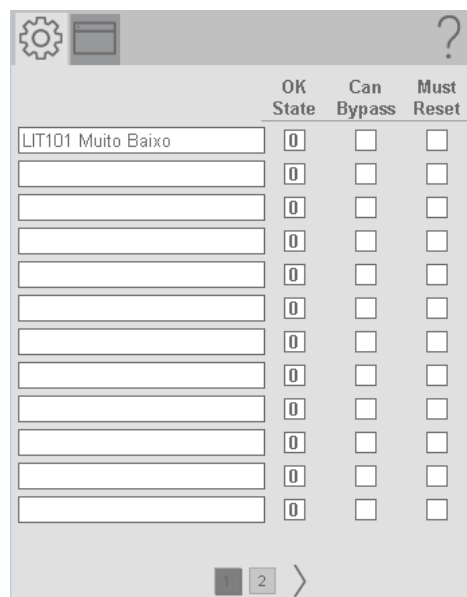


Figura 3.5: P_Intlk: Faceplate

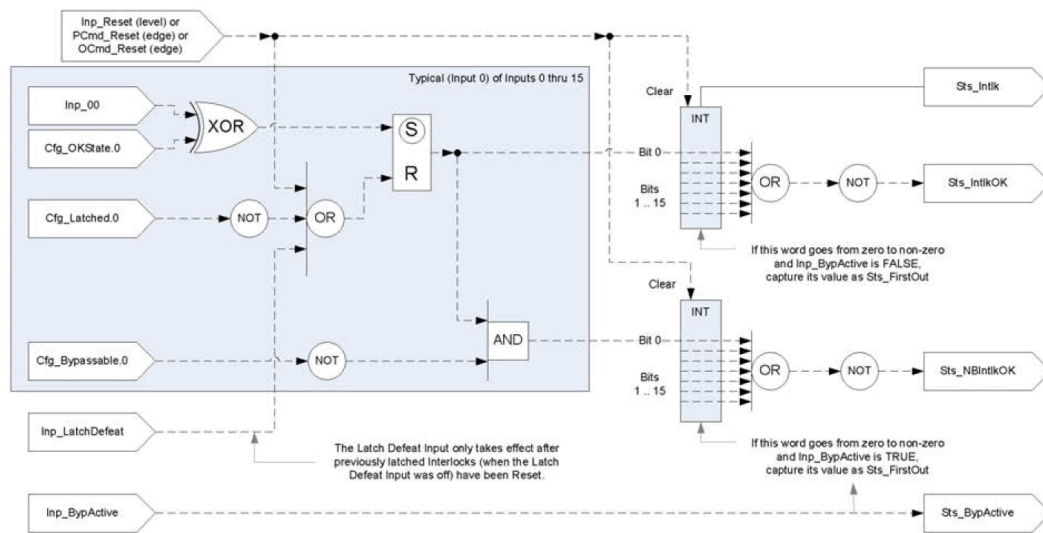


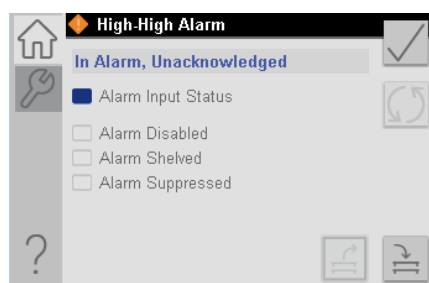
Figura 3.6: P_Intlk: Diagrama de Funcionamento

3.5 P_Alarm

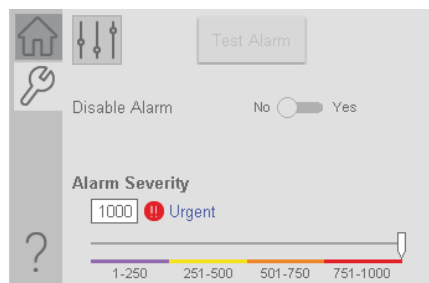
Esta instrução trás as funções de alarmes como: Indicação de estado anormal de entrada, com a opção de mantê-lo, mesmo que a condição esteja normalizada, por um período pré-determinado ou até que o alarme seja reconhecido; Habilitar e desabilitar alarmes; Configurar níveis de prioridade e severidade.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
STRING_20	Cfg_Cond	Descrição do estado de alarme
BOOL	Cfg_Exists	1 = Define se o alarme deve existir
BOOL	Cfg_ResetReqd	1 = Mantém o estado de alarme até seu rearme
BOOL	Cfg_AckReqd	1 = alarme precisa ser reconhecido
DINT	Cfg_Severity	Severidade do Alarme: 1..250 = Baixa, 251..500 = Média, 501..750 = Alta, 751..1000 = Urgente
DINT	Cfg_AlmMinOnT	Tempo mínimo para manter a saída do alarme ativa

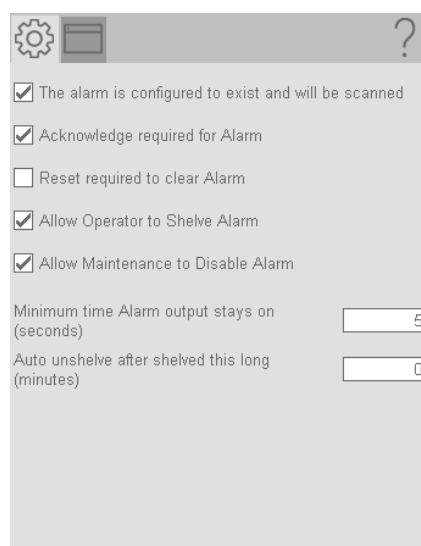
Tabela 3.6: P_Alarm - Descrição de parâmetros característicos



(a) Tela principal



(b) Configurações Básicas



(c) Configurações Avançadas

Figura 3.7: P_Alarm: *Faceplate*

3.6 P_AIn

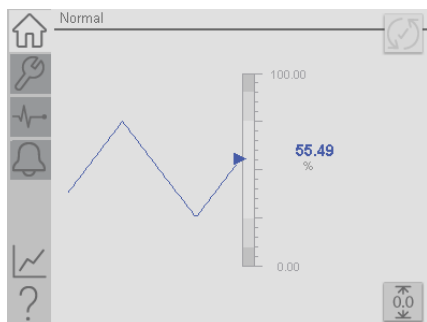
A instrução de variáveis analógicas permite:

- Escalar um sinal de entrada para o sinal de saída desejado, configurando suas respectivas unidades de engenharia;
- Aplicar filtros digitais para a entrada;
- Definir alarmes de nível (Muito alto, Alto, Baixo e Muito baixo) com banda morta para a transição de estado;
- Habilitar estado de manutenção que permite selecionar o valor de saída.

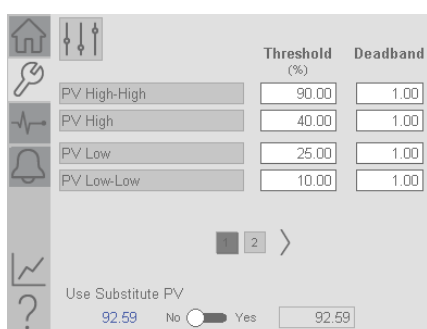
Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
STRING_8	Cfg_EU	Unidade de Engenharia exibida na tela da IHM
REAL	Cfg_InpRawMin	Valor mínimo da faixa do sinal de entrada
REAL	Cfg_InpRawMax	Valor máximo da faixa do sinal de entrada
REAL	Cfg_PVEUMin	Valor mínimo da faixa do sinal de saída (Variável de processo)
REAL	Cfg_PVEUMax	Valor máximo da faixa do sinal de saída (Variável de processo)
REAL	*Cfg_HiHiLim	Valor de estado muito alto
REAL	*Cfg_HiHiDB	Valor de banda morta
BOOL	Cfg_NoSubstPV	1 = Impede que o operador substitua o valor de entrada

* Os mesmos parâmetros existem para HiHi, Hi, Lo e LoLo

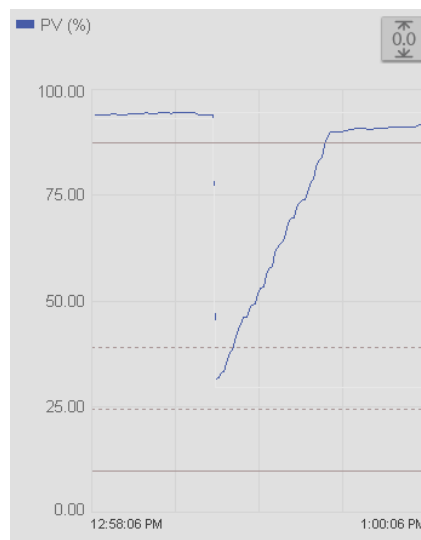
Tabela 3.7: P_AIn - Descrição de parâmetros característicos



(a) Tela principal



(b) Configurações Básicas



(c) Visualização de Variável de Processo

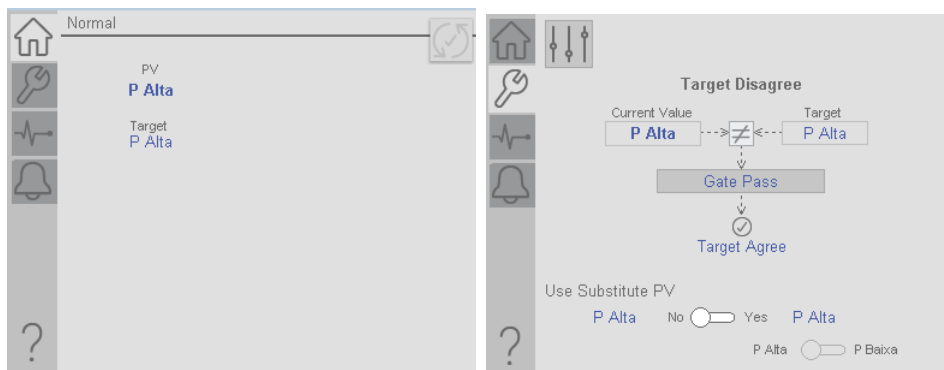
Figura 3.8: P_AIn: *Faceplate*

3.7 P_DIn

Esta instrução permite tratar uma entrada digital booleana, e comparar seu estado com o de seu alvo que pode ser contante ou variável. Dispõe também as funcionalidades de alarme e modo de manutenção.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
BOOL	Cfg_0StText	Descrição do estado 0 (FALSE) do sinal digital
BOOL	Cfg_1StText	Descrição do estado 1 (TRUE) do sinal digital
BOOL	Cfg_NoSubstPV	1 = Permite substituir valor de entrada para manutenção

Tabela 3.8: P_DIn - Descrição de parâmetros característicos



(a) Tela principal

(b) Configurações Básicas

Figura 3.9: P_DIn: Faceplate

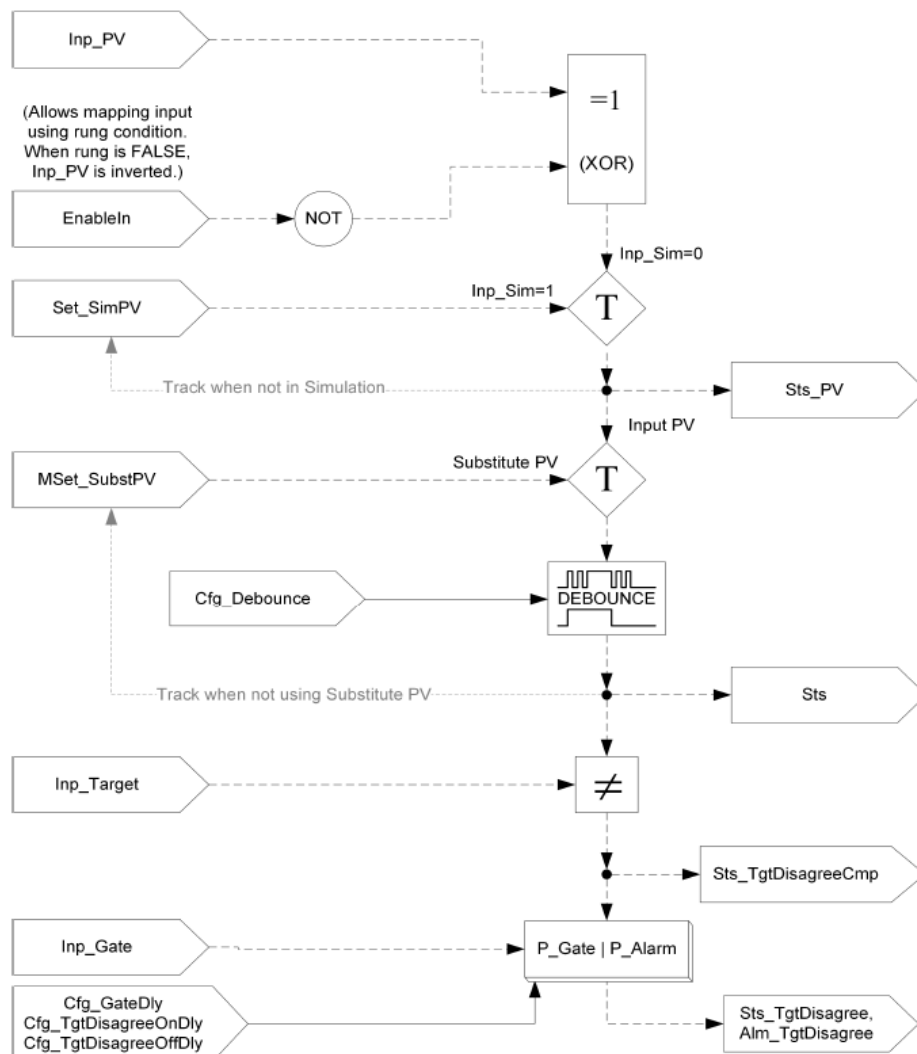


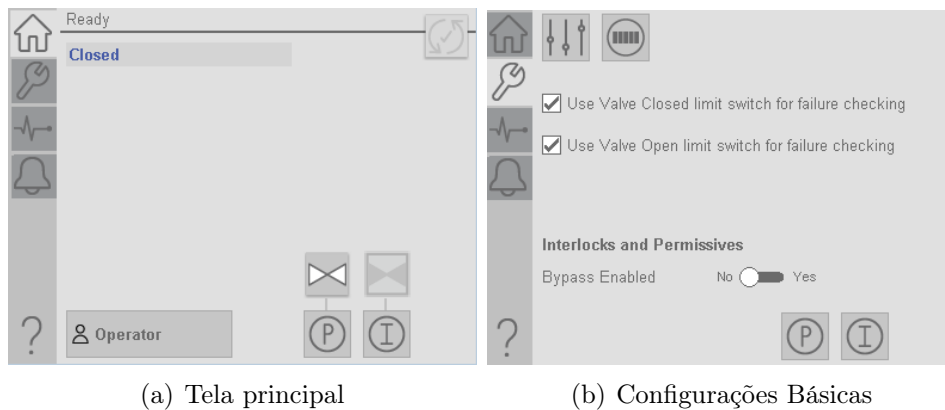
Figura 3.10: P_DIn: Diagrama de Funcionamento

3.8 P_ValveSO

Esta instrução permite comandar uma válvula do tipo solenóide, pelas fontes de comandos descritas na seção 3.2. Com opção de configuração de "Falha abre" ou "Falha fecha", que determina o estado de saída para acionamento. Além dos alarmes típicos de falha de abertura/fechamento, intertravamentos e falha de sinal.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
BOOL	Cfg_FailOpen	1 = Falha abre (Energiza para fechar), 0 = Falha fecha (Energiza para abrir)
BOOL	Cfg_HasOpenLS	1 = Tem retorno de válvula aberta
BOOL	Cfg_UseOpenLS	1 = Utiliza retorno de válvula aberta
BOOL	Cfg_HasCloseLS	1 = Tem retorno de válvula fechada
BOOL	Cfg_UseCloseLS	1 = Utiliza retorno de válvula fechada
BOOL	Cfg_LSFail	1 = Gera alarme se válvula está aberta e fechada, 0 = Gera alarme se válvula não está aberta e nem fechada
REAL	Cfg_FullStallT	Tempo de alarme mínimo para válvula sair do estado atual
REAL	Cfg_TransitStallT	Tempo de alarme mínimo para válvula atingir a posição desejada

Tabela 3.9: P_ValveSO - Descrição de parâmetros característicos



(a) Tela principal

(b) Configurações Básicas

Figura 3.11: P_ValveSO: Faceplate

Uma instrução complementar ao $P_ValveSO$, compatível também para outros tipos de válvulas, é a $P_ValveStats$ que disponibiliza as informações de tempo de acionamento e tempo corrente nos estados aberto e fechado, quantidade de acionamentos e falhas.

Valve Operation Normal					
Stroke Attempts	Completed	Failed to Complete	Slow Strokes		
Close Strokes	3	0	0		
Open Strokes	10	1	1		
Time in State	Current (seconds)	Last (seconds)	Maximum	Total (hours)	Average (seconds)
Closed		313.50	4.04 hrs	26.76	
Closing		0.00	0.00 secs	0.00	0.00
Opened	723.01	1969.75	4.67 hrs	13.19	
Opening		0.00	253.25 secs	0.07	0.45

Figura 3.12: P_ValveStats: Faceplate Estatísticas de válvula

3.9 P_Motor

Esta instrução é para o controle de motores de partida direta. Apresenta as funcionalidades de habilitar a utilização de retorno do estado de funcionamento, detecção de falha de erro na partida ou parada do equipamento, permissivos, intertravamentos, falhas de comunicação e a operação por diversas fontes utilizando o *P_CmdSrc*.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
BOOL	Cfg_AllowLocal	1 = Permite a operação local do equipamento
BOOL	Cfg_HasRunFdbk	1 = Tem retorno de velocidade
BOOL	Cfg_UseRunFdbk	1 = Utiliza retorno de velocidade
BOOL	Cfg_FailToStartT	Tempo de alarme entre o comando de partida e o retorno de ligado
BOOL	Cfg_FailToStopT	Tempo de alarme entre o comando de parada e o retorno de desligado

Tabela 3.10: P_Motor - Descrição de parâmetros característicos

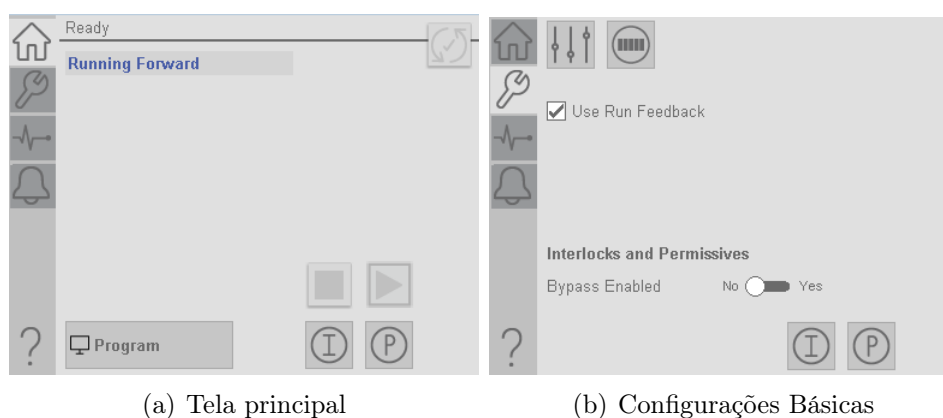


Figura 3.13: P_Motor: *Faceplate*

Uma instrução complementar ao *P_Motor*, compatível também para outros tipos de motores como o *P_VSD*, é a *P_RunTime* que disponibiliza as informações de tempo de funcionamento corrente, máximo e acumulado total, além do número de partidas.

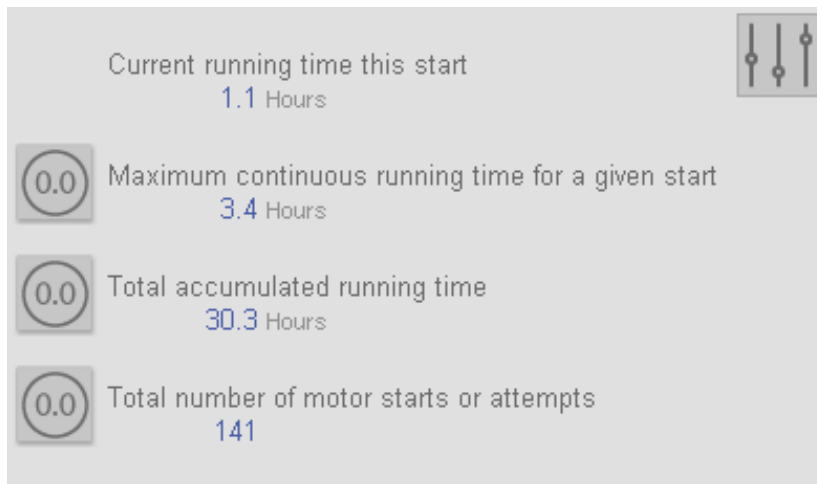


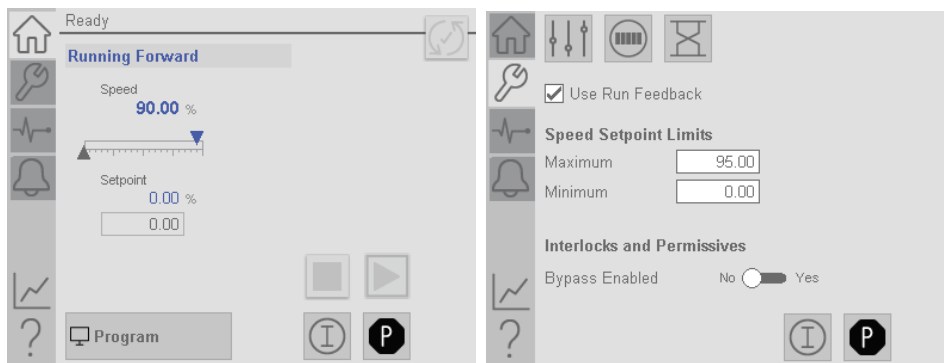
Figura 3.14: P_RunTime: Faceplate Tempo de funcionamento de motor

3.10 P_VSD

Esta instrução é para o controle de motores com *driver* de velocidade variável. Apresenta as funcionalidades de habilitar a utilização de retorno do estado de funcionamento, retorno de velocidade corrente, rampa da variação de velocidade, detecção de falha de erro na partida ou parada do equipamento, permissivos, intertravamentos, falhas de comunicação e a operação por diversas fontes utilizando o *P_CmdSrc*.

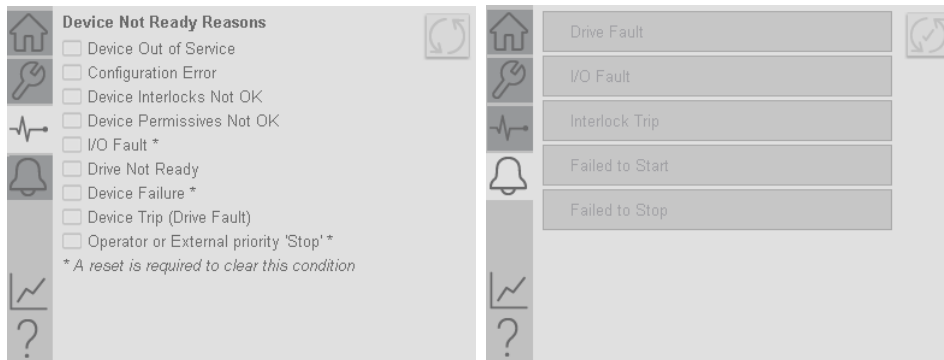
Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
STRING_8	Cfg_SpeedRefEU	Unidade de Engenharia da Velocidade de referência do motor
REAL	Cfg_SpeedRefRawMin	Valor mínimo de entrada da Velocidade de referência do motor
REAL	Cfg_SpeedRefRawMax	Valor máximo de entrada da Velocidade de referência do motor
REAL	Cfg_SpeedRefEUMin	Valor mínimo de saída escalada da Velocidade de referência do motor
REAL	Cfg_SpeedRefEUMax	Valor máximo de saída escalada da Velocidade de referência do motor
STRING_8	Cfg_SpeedFdbkEU	Unidade de Engenharia da Velocidade atual do motor
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMin	Valor mínimo de entrada da Velocidade atual do motor
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMax	Valor máximo de entrada da Velocidade atual do motor
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMin	Valor mínimo de saída escalada da Velocidade atual do motor
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMax	Valor máximo de saída escalada da Velocidade atual do motor
REAL	Cfg_MinSpdRef	Valor mínimo de velocidade de operação do motor
REAL	Cfg_MaxSpdRef	Valor máximo de velocidade de operação do motor
BOOL	Cfg_HasReverse	1 = Motor pode rodar no sentido reverso

Tabela 3.11: P_VSD - Descrição de parâmetros característicos



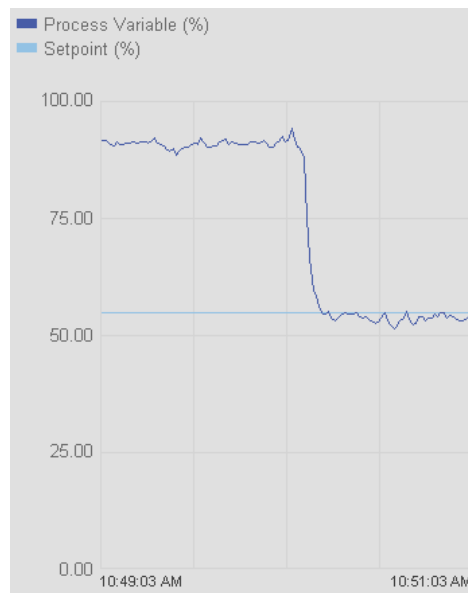
(a) Tela principal

(b) Configurações Básicas



(c) Diagnóstico

(d) Alarmes



(e) Variável de Processo

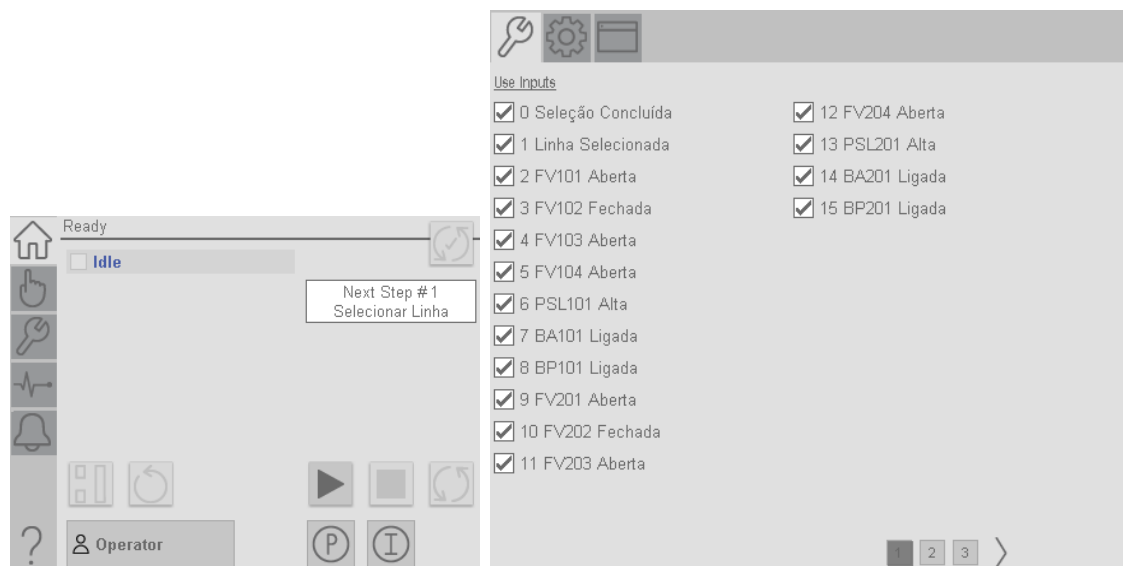
Figura 3.15: P_VSD: Faceplate

3.11 P_Seq

A instrução P_Seq é utilizada para estabelecer uma sequência de comandos de acordo com a parametrização da instrução e os estados de entrada. Ela possui 32 entradas digitais, 32 saídas digitais e 32 saídas analógicas que são comandadas de acordo com os parâmetros setados em uma variável auxiliar P_SeqSteps.

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
DINT	Cfg_UseInp	Inteiro de 32 bits que indicam individualmente quais entradas são usadas na sequência
DINT	Cfg_HasInp	Inteiro de 32 bits que indicam individualmente quais entradas devem existir na sequência
STRING_20[32]	Cfg_InpName	Vetor de strings com os nomes das entradas da sequência
STRING_20[32]	Cfg_OutName	Vetor de strings com os nomes das saídas digitais da sequência

Tabela 3.12: P_Seq - Descrição de parâmetros característicos



(a) Tela principal

(b) Configurações de Sinal de Entrada

Figura 3.16: P_Seq: Faceplate

Tipo de Dado	Parâmetro	Descrição
STRING_20[0..64]	Cfg_OutName	Vetor de strings com os nomes dos passos da sequência
DINT	Cfg_FaultT	Tempo máximo para a execução do passo atual
DINT	Cfg_MinT	Tempo mínimo para a verificação do estado das entradas do passo atual
DINT	Cfg_OutputMask	Inteiro de 32 bits que indicam individualmente quais saídas devem ser manipuladas no passo atual
DINT	Cfg_OutputState	Inteiro de 32 bits que indicam individualmente os valores das saídas manipuladas no passo atual
DINT	Cfg_InputMask	Inteiro de 32 bits que indicam individualmente quais entradas devem ser verificadas no passo atual
DINT	Cfg_InputState	Inteiro de 32 bits que indicam individualmente quais devem ser os valores das entradas para continuar a sequência

Tabela 3.13: P_Seq_Steps - Descrição de parâmetros característicos

The screenshot displays the configuration interface for a step sequence. At the top, there are tabs for 'Main', 'Inputs', 'Digital Outputs', and 'Analog Outputs'. The current step is identified as 'Step 001' with a name 'Selecionar Linha'. There are 'Insert Step' and 'Delete Step' buttons. The configuration options include:

- Update the Restart Address. If the sequence is held, it will restart from the last saved step
- Reset the Sequence Fault Timer at the beginning of the step
- Sequence can be paused after this step
- Step wait timer preset value (msecs): 5000
- Step wait timer starts:
 - After all required inputs have qualified
 - At the beginning of the step
- Do not wait on timer if all inputs are qualified upon step entry
- If the step is held, the Wait Timer will:
 - Stop and hold its value
 - Stop and reset
 - Continue timing
- Step fault timer preset (msecs): 0
- If the step is held, the Fault Timer will:
 - Stop and hold its value
 - Stop and reset
 - Continue timing
- If the step is held, the Wait Timer will:
 - Stop and hold its value
 - Stop and reset
 - Continue timing

Figura 3.17: P_Seq: Faceplate de Configuração de Passo da Sequência

Capítulo 4

Metodologia

Neste capítulo é apresentada a metodologia de desenvolvimento do programa de PLC e aplicação de IHM. Contemplando os softwares necessários para a construção das aplicações, descrição das estruturas e padrões utilizados, parametrização e operação dos equipamentos, sequencias de acionamento, correlação entre objetos e exposição das aplicações desenvolvidas.

4.1 Recursos Utilizados

- Studio 5000 Logix Designer® , versão 32.00;
- Studio 5000 Logix Emulate® , versão 32.00;
- FactoryTalk® View, versão 11.00;
- PlantPAx: Rockwell Automation Library of Process Objects , versão 4.00;
- VMware® Workstation 16 Player, versão 16.2.1;
- Máquina virtual: Windows Server 2016 Standard;

4.2 Estrutura de Programa

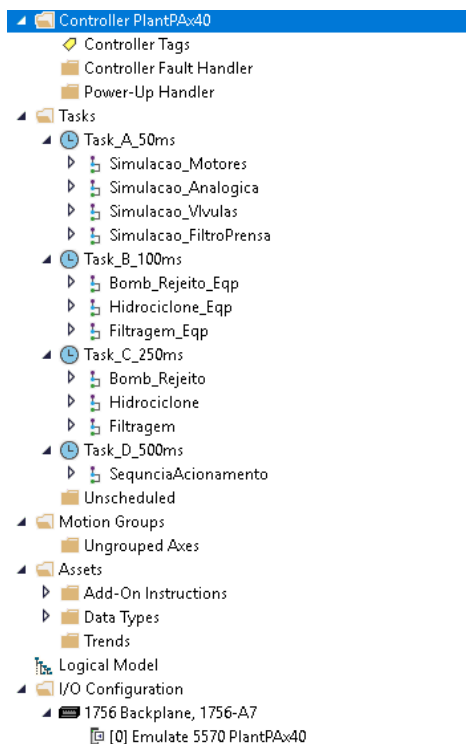
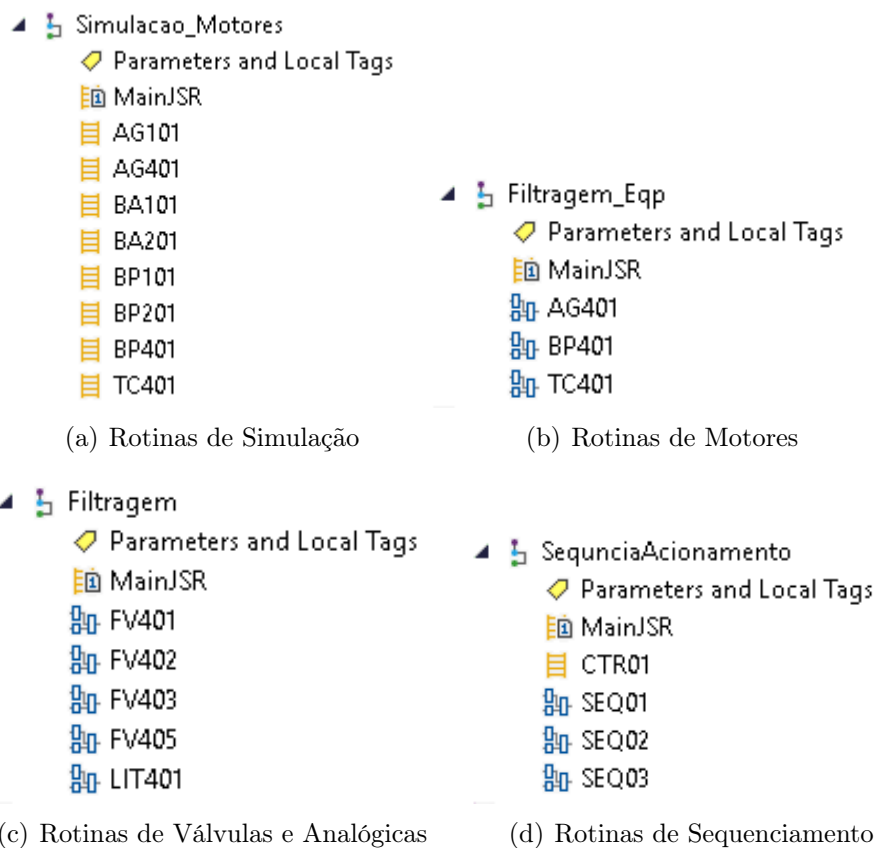
O programa de PLC foi estruturado de acordo com as diretrizes estabelecidas pela *Rockwell Automation* [8]. Uma delas é a definição das prioridades cujo menor valor representa a mais alta prioridade. A rotina mais rápida deve ser reservada para tratamento de leitura e escrita de variáveis diretamente relacionadas aos valores dos pontos dos cartões de entrada e saída com prioridade mínima igual a seis (06) que é a mesma prioridade do hardware para atualização dos valores físicos do cartão para a

memória (neste trabalho, como exceção, não há cartões reais, mas apenas simulação). Desta forma foram criadas quatro (04) tarefas periódicas, contendo os programas que agrupam as rotinas dos equipamentos para cada uma das três (03) áreas de processo.

As estratégias de controle são construídas em uma rotina do tipo *FBD - Function Block Diagram* e reproduzida para cada objeto em questão. Dentro da rotina de controle são definidas as abas relativas às funcionalidades que se deseja utilizar.

As tarefas definidas possuem as seguintes nomenclaturas e funções:

- **Task_A_50ms**: lógicas para a simulação de acionamentos dos motores e válvulas, valores de variáveis analógicas e transição de estados do filtro prensa.
 - Período: 50 ms
 - Prioridade: 6
- **Task_B_100ms**: estratégias de controle dos motores, comandos de acionamento, intertravamentos e permissivos.
 - Período: 100 ms
 - Prioridade: 7
- **Task_C_250ms**: estratégias de controle das válvulas, comandos de acionamento, intertravamentos e permissivos. Bem como os sinais analógicos.
 - Período: 250 ms
 - Prioridade: 8
- **Task_D_500ms**: rotinas de sequenciamento para controle de grupos de equipamentos.
 - Período: 500 ms
 - Prioridade: 9



(e) Estrutura de Tarefas

Figura 4.1: Estrutura de Rotinas e Tarefas do Programa de PLC

Na primeira aba da rotina de estratégia de controle, tem-se a instrução que contém as configurações e estados do objeto principal, bem como as instruções auxiliares do objeto.

Para os motores tem-se as instruções auxiliares P_ResInh, com a função de inibir a partida de motores de acordo com seu tempo de funcionamento, ou condicionar a partida do motor frio ou quente, e P_RunTime com a indicação do número de partidas, tempo de funcionamento total, máximo e atual.

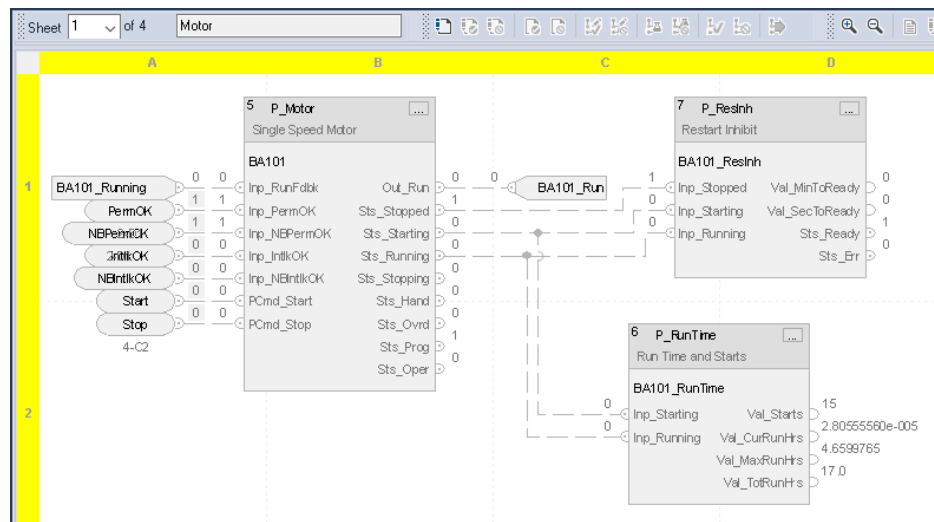


Figura 4.2: Estratégia de controle de Motores

Para as válvulas tem-se a instrução auxiliar P_ValveStats com a indicação de quantidade de aberturas e fechamentos, falhas e anormalidades de comando, tempo atual, máximo total e médio no estado aberto, abrindo, fechando e fechado.

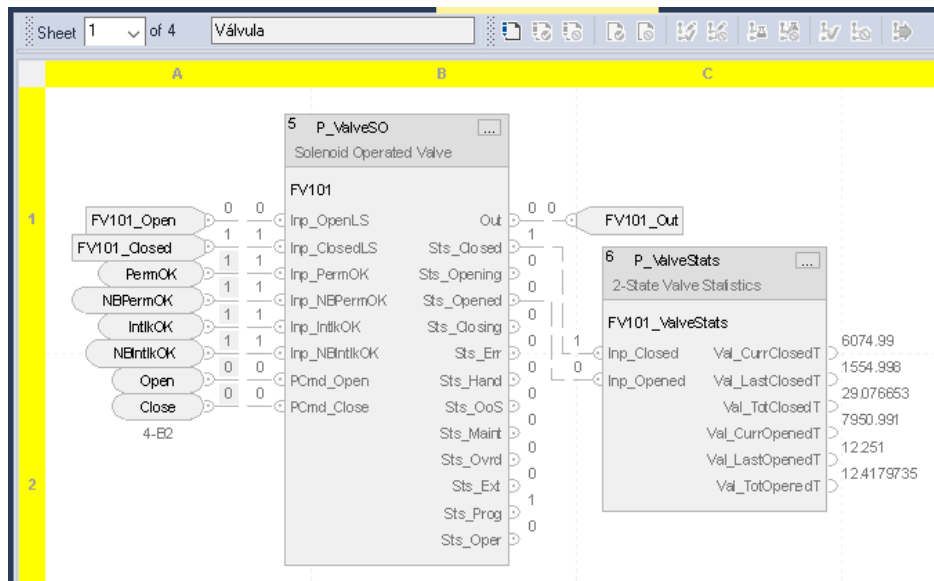


Figura 4.3: Estratégia de controle de Válvulas

Na segunda Aba, figura 4.4, tem-se os permissivos, na terceira, figura 4.5 os intertravamentos, ambos com saídas conectadas à instrução principal para inibir os acionamentos e estados indesejados.

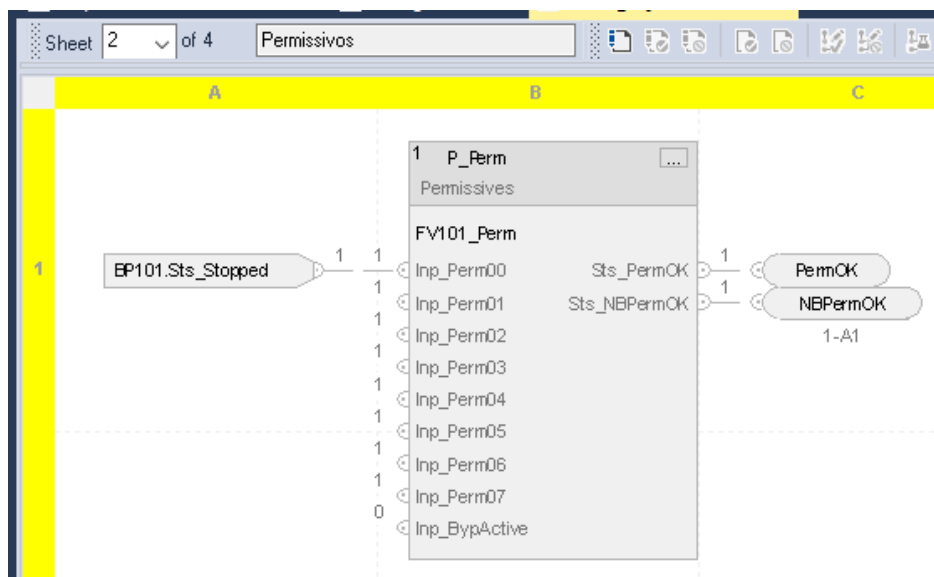


Figura 4.4: Permissivos - Estratégia de controle

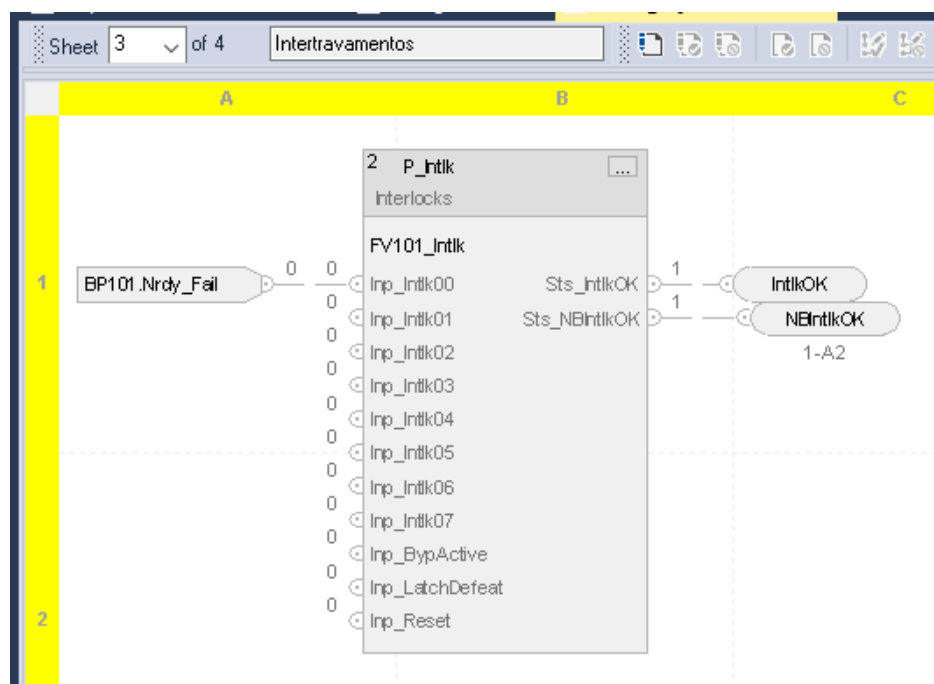


Figura 4.5: Intertravamentos - Estratégia de controle

Na quarta Aba, figura 4.6 tem-se os comandos de acionamento, com uma instrução BOR (Block OR), para contemplar mais de uma fonte de comandos para seu respectivo equipamento.

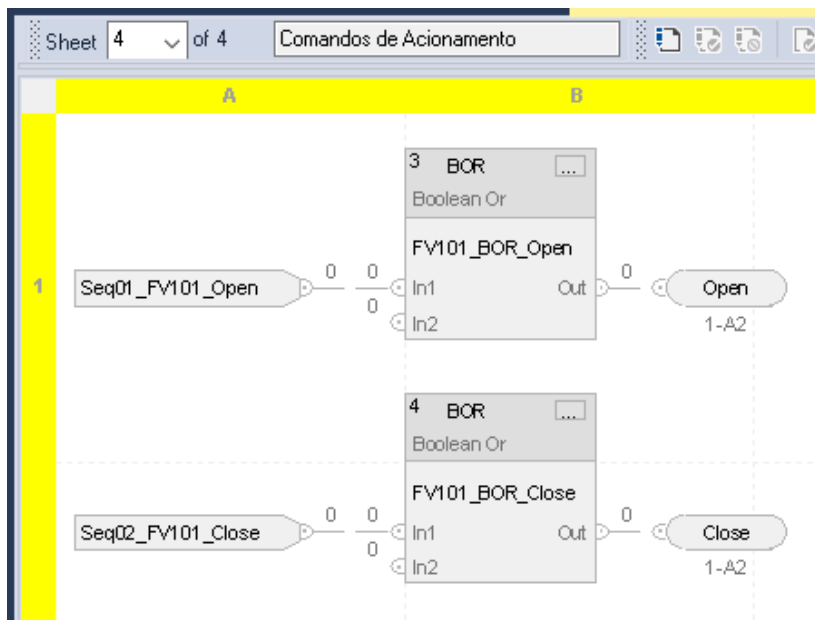


Figura 4.6: Comandos - Estratégia de controle

Pode haver uma quinta aba, facultativa, para funcionalidades específicas como lógicas de controle regulatório ou seleção de variáveis.

4.3 Descritivo de Operação

4.3.1 Tanques

Ambos os tanques (TP101 e TP401) são providos de um medidor de nível e um agitador, com as mesmas configurações. O medidor de nível tem como entrada um sinal de 4 a 20 mA e como sinal de saída um sinal de 0 a 100 %. Os delimitadores de nível são ajustados para a segurança de operação dos agitadores, sendo:

- Muito Alto: Limite máximo para a partida do agitador.
- Alto: Nível desejável para partida do agitador.
- Baixo: Nível mínimo para cobrir a hélice, indicador de parada do agitador.
- Muito Baixo: Hélice descoberta, intertravamento do agitador.

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	Nível do Tanque TP101
STRING_20	Cfg_Label	LIT101
STRING_20	Cfg_Tag	LIT101
REAL	Cfg_EU	%
REAL	Cfg_InpRawMin	4
REAL	Cfg_InpRawMax	20
REAL	Cfg_PVEUMin	0
REAL	Cfg_PVEUMax	100
REAL	Cfg_HiHiLim	90
REAL	Cfg_HiLim	40
REAL	Cfg_LoLim	25
REAL	Cfg_LoLoLim	10
REAL	*Cfg_HiHiBD	1
BOOL	Cfg_NoSubstPV	0

* Mesmo valor de Banda morta para HiHi, Hi, Lo e LoLo

Tabela 4.1: LIT101 - Configuração de operação

A configuração do nível do tanque é feita pelo ajuste dos parâmetros do bloco P_AIn, como mostra a tabela 4.1.

Os agitadores de velocidade variável tem seu acionamento vinculado com o nível do tanque e velocidade de rotação contínua para este projeto e é parametrizado de acordo com a tabela (4.2) e seus permissivos e intertravamentos pelas tabelas (4.3) e (4.4).

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	Agitador do Tanque TP101
STRING_20	Cfg_Label	AG101
STRING_20	Cfg_Tag	AG101
STRING_8	Cfg_SpeedRefEU	%
REAL	Cfg_SpeedRefRawMin	0
REAL	Cfg_SpeedRefRawMax	60
REAL	Cfg_SpeedRefEUMin	0
REAL	Cfg_SpeedRefEUMax	100
STRING_8	Cfg_SpeedFdbkEU	%
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMin	0
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMax	60
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMin	0
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMax	100
REAL	Cfg_MinSpdRef	0
REAL	Cfg_MaxSpdRef	95
BOOL	Cfg_HasReverse	0

Tabela 4.2: AG101 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	AG101 Permissivo
STRING_20	Cfg_Label	AG101 Permissivo
STRING_20	Cfg_Tag	AG101_FwdPerm
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	LIT101 Muito Alto
BOOL	Cfg_OKState.0	0
BOOL	Cfg_Bypassable.0	0
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	LIT101
BOOL	Cfg_HasNav.0	1

Tabela 4.3: AG101 - Configuração de permissivos sentido direto

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	AG101 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Label	AG101 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Tag	AG101_Intlk
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	LIT101 Muito Baixo
BOOL	Cfg_OKState.0	0
BOOL	Cfg_Latched.0	0
BOOL	Cfg_Bypassable.0	0
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	LIT101
BOOL	Cfg_HasNav.0	1

Tabela 4.4: AG101 - Configuração de intertravamentos

4.3.2 Bombeamento de Rejeito

Para o bombeamento de rejeito tem-se como equipamento principal a bomba de polpa BP101 cuja velocidade de rotação é proporcional à quantidade de válvulas de alimentação dos hidrociclones abertas podendo assumir os valores de 0 a 90%. Esta bomba é intertravada pelos estados de válvula de sucção, recalque e selagem fechadas, válvula de dreno aberta e pressão de selagem baixa.

A válvula de sucção (FV101) e recalque (FV103) tem como permissivo o estado de bomba de polpa parada para abertura e fechamento. As válvulas (FV101) e (FV103) intertravam caso ocorra falha na BP101 levando ao estado de falha fecha. A válvula de dreno (FV102) tem as mesmas condições de permissivo e intertravamento, mas difere pelo estado de "**Falha Abre**".

Para a operação da bomba de polpa é necessário o uso da bomba de selagem BA101 como motor de partida direta com sua respectiva válvula de selagem FV104, tanto a bomba quanto a válvula sem permissivo e intertravam caso ocorra falha na BP101. Na linha de selagem tem-se duas medições de pressão, uma analógica, FIT101, para verificação de pressão de selagem e uma digital PSL101 para alarme e indicação de pressão baixa caso a bomba de selagem esteja funcionando.

O bombeamento de rejeito é provido de duas linhas, uma principal (Linha A) e uma reserva (Linha B), que possuem os mesmos equipamentos, funções e parametrizações.

A instrução P_Seq é utilizada para o sequenciamento do acionamento destes equipamentos que são duas, a de partida que respeita a ordem:

Sequência de partida

1. Selecionar linha de operação (A ou B);
2. Pular para o passo de partida da linha selecionada;
3. Abrir FV101, FV103 e FV104, fechar FV102;
4. Ligar Bomba de selagem;
5. Ligar Bomba de Polpa;
6. Encerrar sequência;

Sequência de parada:

1. Verificar linha ativa;
2. Pular para o passo de parada da linha selecionada;
3. Desligar Bomba de Polpa;
4. Fechar FV101 e FV103, abrir FV102;
5. Desligar Bomba de selagem;
6. Fechar FV104;
7. Encerrar sequência;

A seguir temos as tabelas de configuração dos equipamentos da área de bombeamento de rejeitos:

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	Bomba de Polpa Linha A
STRING_20	Cfg_Label	BP101
STRING_20	Cfg_Tag	BP101
STRING_8	Cfg_SpeedRefEU	%
REAL	Cfg_SpeedRefRawMin	0
REAL	Cfg_SpeedRefRawMax	60
REAL	Cfg_SpeedRefEUMin	0
REAL	Cfg_SpeedRefEUMax	100
STRING_8	Cfg_SpeedFdbkEU	%
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMin	0
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMax	60
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMin	0
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMax	100
REAL	Cfg_MinSpdRef	0
REAL	Cfg_MaxSpdRef	95
BOOL	Cfg_HasReverse	0

Tabela 4.5: BP101 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	FV101 Aberta
BOOL	Cfg_OKState.0	1
BOOL	Cfg_Latched.0	0
STRING_20	Cfg_CondTxt[1]	FV102 Fechada
BOOL	Cfg_OKState.1	1
BOOL	Cfg_Latched.1	0
STRING_20	Cfg_CondTxt[2]	FV103 Aberta
BOOL	Cfg_OKState.2	1
BOOL	Cfg_Latched.2	0
STRING_20	Cfg_CondTxt[3]	FV104 Aberta
BOOL	Cfg_OKState.3	1
BOOL	Cfg_Latched.3	0
STRING_20	Cfg_CondTxt[4]	PSL101 Baixa
BOOL	Cfg_OKState.4	0
BOOL	Cfg_Latched.4	0

Tabela 4.6: BP101 - Configuração de intertravamentos

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
BOOL	Cfg_FailOpen	0
BOOL	Cfg_HasOpenLS	1
BOOL	Cfg_UseOpenLS	1
BOOL	Cfg_HasCloseLS	1
BOOL	Cfg_UseCloseLS	1
BOOL	Cfg_LSFail	1
REAL	Cfg_FullStallT	5
REAL	Cfg_TransitStallT	10

Tabela 4.7: FV101, 103 e 104 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
BOOL	Cfg_FailOpen	1
BOOL	Cfg_HasOpenLS	1
BOOL	Cfg_UseOpenLS	1
BOOL	Cfg_HasCloseLS	1
BOOL	Cfg_UseCloseLS	1
BOOL	Cfg_LSFail	1
REAL	Cfg_FullStallT	5
REAL	Cfg_TransitStallT	10

Tabela 4.8: FV102 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	FV101 Permissivo
STRING_20	Cfg_Label	FV101 Permissivo
STRING_20	Cfg_Tag	FV101_FwdPerm
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	BP101 Parada
BOOL	Cfg_OKState.0	0
BOOL	Cfg_Bypassable.0	0
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	BP101
BOOL	Cfg_HasNav.0	1

Tabela 4.9: FV101, 102 e 103 - Configuração de permissivos

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	FV101 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Label	FV101 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Tag	FV101_Intlk
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	BP101 em Falha
BOOL	Cfg_OKState.0	0
BOOL	Cfg_Latched.0	0
BOOL	Cfg_Bypassable.0	0
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	BP101
BOOL	Cfg_HasNav.0	1

Tabela 4.10: FV101, 102 e 103 - Configuração de intertravamentos

4.3.3 Hidrociclones

A área dos Hidrociclones possui um medidor de vazão de polpa da tubulação de alimentação dos hidrociclones, proveniente da BP101 ou BP201. Nesta área também estão presentes três (03) hidrociclones, HC301, HC302 e HC303, que operam de acordo com o nível do tanque principal TP101. O acionamento das válvulas FV301, FV302 e FV303 ocorre ao se atingir os níveis pré-determinados do tanque TP101 descritos abaixo:

- **Abertura de válvulas**
 - Acima de 45% - Abrir FV301;
 - Acima de 65% - Abrir FV302;
 - Acima de 85% - Abrir FV303;
- **Fechamento de válvulas**
 - Abaixo de 65% - Fechar FV303;
 - Abaixo de 45% - Fechar FV302;
 - Abaixo de 25% - Fechar FV301;

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	Vazão de entrada hidrociclones HC30X
STRING_20	Cfg_Label	FIT301
STRING_20	Cfg_Tag	FIT301
REAL	Cfg_EU	m^3/s
REAL	Cfg_InpRawMin	4
REAL	Cfg_InpRawMax	20
REAL	Cfg_PVEUMin	0
REAL	Cfg_PVEUMax	120
REAL	*Cfg_HiHiLim	110
REAL	*Cfg_HiHiBD	1
BOOL	Cfg_NoSubstPV	0

* Apenas o estado de Muito Alto é setado

Tabela 4.11: FIT301 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
BOOL	Cfg_FailOpen	0
BOOL	Cfg_HasOpenLS	1
BOOL	Cfg_UseOpenLS	1
BOOL	Cfg_HasCloseLS	1
BOOL	Cfg_UseCloseLS	1
BOOL	Cfg_LSFail	1
REAL	Cfg_FullStallT	5
REAL	Cfg_TransitStallT	10

Tabela 4.12: FV301, 302 e 303 - Configuração de operação

4.3.4 Filtragem de Rejeito

Na Filtragem de Rejeito tem-se um tanque de polpa TP401, com um agitador e um medidor de nível, cuja operação e parametrização estão descritas na seção 4.3.1. Nesta área, há também, uma bomba de polpa BP401 cuja velocidade de rotação é controlada de acordo com estágio de operação do filtro com velocidade de recirculação de 35% e uma rampa de 35% a 95% durante o enchimento do filtro. Esta bomba é intertravada pelos estados de válvula de sucção, recalque e selagem fechadas, válvula de dreno aberta.

A válvula de sucção (FV401) tem como permissivo o estado de bomba de polpa parada para abertura e fechamento e intertrava caso ocorra falha na BP401, levando ao estado de "*Falha Fecha*". A válvula de dreno (FV402) tem as mesmas condições de permissivo e intertravamento, mas difere pelo estado de "*Falha Abre*". As válvulas de recalque (FV403) e recirculação (FV405) são do tipo "*Falha Fecha*" e intertravam caso ocorra falha na BP401.

O processo de filtragem ocorre no Filtro Prensa FP401 que é um dispositivo que contem placas verticais com uma membrana de filtragem, um orifício por onde entra o rejeito e quatro orifícios de saída do filtrado. Este processo é composto por cinco (05) estágios:

1. Fechamento do filtro, onde as placas são fechadas e prensadas com a extensão do cilindro de pressurização;
2. Filtragem, onde ocorre o enchimento do filtro e filtragem pela pressão imposta pelo aumento da velocidade da bomba de polpa;
3. Abertura do filtro, onde a pressão das placas é retirada e ocorre a retração total de cilindro de pressurização;
4. Descarga de torta, onde as placas são deslocadas individualmente deixando cair a torta sobre a esteira rolante para empilhamento;

5. Lavagem do filtro, onde as placas recebem, individualmente, um spray de água de processo removendo a torta remanescente das placas, preparando o filtro para o início de um novo ciclo de filtragem.

A lavagem do filtro não precisa ser realizada a cada filtragem, desta forma, no sequenciamento pode ser estabelecida a quantidade de ciclos de filtragem a serem feitas até que seja necessário a lavagem que encerra uma sequência.

A instrução P_Seq é utilizada para o sequenciamento do acionamento destes equipamentos durante os ciclos de filtragem, que ocorre nos seguintes passos:

1. Abrir FV401 e FV405, fechar FV402 e FV403;
2. Ligar Bomba de Polpa BP401;
3. Ligar Correia Transportadora TC401;
4. Faz requisição e aguarda o fechamento do filtro;
5. Faz requisição e aguarda a confirmação para enchimento do filtro;
6. Abrir FV403, fechar FV405;
7. Inicia rampa de velocidade de bomba de polpa BP401 e aguarda enchimento do filtro;
8. Faz requisição e aguarda a confirmação para abertura do filtro;
9. Aguarda abertura do filtro;
10. Faz requisição e aguarda a confirmação para descarga de torta;
11. Aumenta velocidade da Correia Transportadora TC401;
12. Aguarda conclusão da descarga de torta;
13. Reduz velocidade da Correia Transportadora TC401;
14. Verifica quantidade de ciclos de filtragem, se atingiu a quantidade estabelecida segue para o próximo passo, se não volta para o passo 04;
15. Faz requisição e aguarda a confirmação para lavagem do filtro;
16. Aguarda conclusão da lavagem do filtro;
17. Desligar Correia Transportadora TC401;

18. Desligar Bomba de Polpa BP401;
19. Fechar FV401, FV103 e FV405, abrir FV402;
20. Encerra sequência;

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	Bomba de Polpa Alimentação Filtro
STRING_20	Cfg_Label	BP401
STRING_20	Cfg_Tag	BP401
STRING_8	Cfg_SpeedRefEU	%
REAL	Cfg_SpeedRefRawMin	0
REAL	Cfg_SpeedRefRawMax	60
REAL	Cfg_SpeedRefEUMin	0
REAL	Cfg_SpeedRefEUMax	100
STRING_8	Cfg_SpeedFdbkEU	%
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMin	0
REAL	Cfg_SpeedFdbkRawMax	60
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMin	0
REAL	Cfg_SpeedFdbkEUMax	100
REAL	Cfg_MinSpdRef	0
REAL	Cfg_MaxSpdRef	100
BOOL	Cfg_HasReverse	0

Tabela 4.13: BP401 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	BP101 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Label	BP101 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Tag	BP101_Intlk
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	FV101 Aberta
BOOL	Cfg_OKState.0	1
BOOL	Cfg_Latched.0	0
STRING_20	Cfg_CondTxt[1]	FV102 Fechada
BOOL	Cfg_OKState.1	1
BOOL	Cfg_Latched.1	0

Tabela 4.14: BP401 - Configuração de intertravamentos

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
BOOL	Cfg_FailOpen	0
BOOL	Cfg_HasOpenLS	1
BOOL	Cfg_UseOpenLS	1
BOOL	Cfg_HasCloseLS	1
BOOL	Cfg_UseCloseLS	1
BOOL	Cfg_LSFail	1
REAL	Cfg_FullStallT	5
REAL	Cfg_TransitStallT	10

Tabela 4.15: FV401, 403 e 405 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
BOOL	Cfg_FailOpen	1
BOOL	Cfg_HasOpenLS	1
BOOL	Cfg_UseOpenLS	1
BOOL	Cfg_HasCloseLS	1
BOOL	Cfg_UseCloseLS	1
BOOL	Cfg_LSFail	1
REAL	Cfg_FullStallT	5
REAL	Cfg_TransitStallT	10

Tabela 4.16: FV402 - Configuração de operação

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	FV401 Permissivo
STRING_20	Cfg_Label	FV401 Permissivo
STRING_20	Cfg_Tag	FV401_FwdPerm
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	BP401 Parada
BOOL	Cfg_OKState.0	0
BOOL	Cfg_Bypassable.0	0
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	BP401
BOOL	Cfg_HasNav.0	1

Tabela 4.17: FV401, 402, 403 e 405 - Configuração de permissivos

Tipo de Dado	Parâmetro	Valor
STRING_40	Cfg_Desc	FV401 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Label	FV401 Intertravamento
STRING_20	Cfg_Tag	FV401_Intlk
STRING_20	Cfg_CondTxt[0]	BP401 em Falha
BOOL	Cfg_OKState.0	0
BOOL	Cfg_Latched.0	0
BOOL	Cfg_Bypassable.0	0
STRING_NavTag	Cfg_NavTag[0]	LIT401
BOOL	Cfg_HasNav.0	1

Tabela 4.18: FV401, 402, 403 e 405 - Configuração de intertravamentos

4.4 Desenvolvimento Interface Humano Máquina

Por fim, são apresentados as telas sinóticas resultantes. Tem-se o cabeçalho com *display* de alarmes ativos e os botões de funcionalidades na primeira faixa e os botões de navegação entre as telas de operação na segunda faixa.



Figura 4.7: Cabeçalho de Tela sinótica







	Home	Retorna para a tela inicial - Bombeamento de rejeitos
	Login	Abre janela de inserção de senha e usuário
	Logout	Remove autenticação de usuário atual
	Close	Fecha aplicação de supervisão
	Alarmes	Abre janela de Alarmes
	Silenciar	Silencia áudio de alarmes

Tabela 4.19: Ícones de cabeçalho

Nas demais telas, tem-se visível, para cada equipamento, sua *tag* respectiva e a descrição de seu estado. Todos os valores analógicos também são mostrados diretamente na tela. As janelas dos *faceplates* podem ser abertas ao clicar sobre o equipamento e acessar suas informações e parametrizações específicas.

Para a navegação entre telas, pode-se clicar sobre as setas nas linhas de fluxo, como a seta de "**Hidrociclones HC-301**" na figura (4.9), para acessar a tela da figura (4.10).

O padrão de cores utilizados para a indicação de estados é: branco (mais claro que o fundo), para equipamento ativo; azul (cor de destaque), para equipamento em transição de estado; e cinza escuro (mais escuro que o fundo), para equipamento inativo. Estas cores são pré-estabelecidas pela biblioteca e foram reproduzidas para os objetos de tela dos hidrociclones **HC301**, **HC302** e **HC303** que ficam em branco caso sua válvula de alimentação esteja aberta e cinza escuro caso sua válvula de alimentação esteja fechada

e para o filtro prensa **FP401** que fica branco, caso sua sequência de acionamento esteja ativa, e cinza escuro, caso contrário. Estes equipamentos (hidrociclones e filtro prensa) não são contemplados pelo PlantPAx, logo foram desenvolvidos especificamente para este processo, seguindo os padrões de desenvolvimento para serem intuitivos ao operador.

A figura 4.8 exemplificam a indicação de estado para alguns equipamentos.

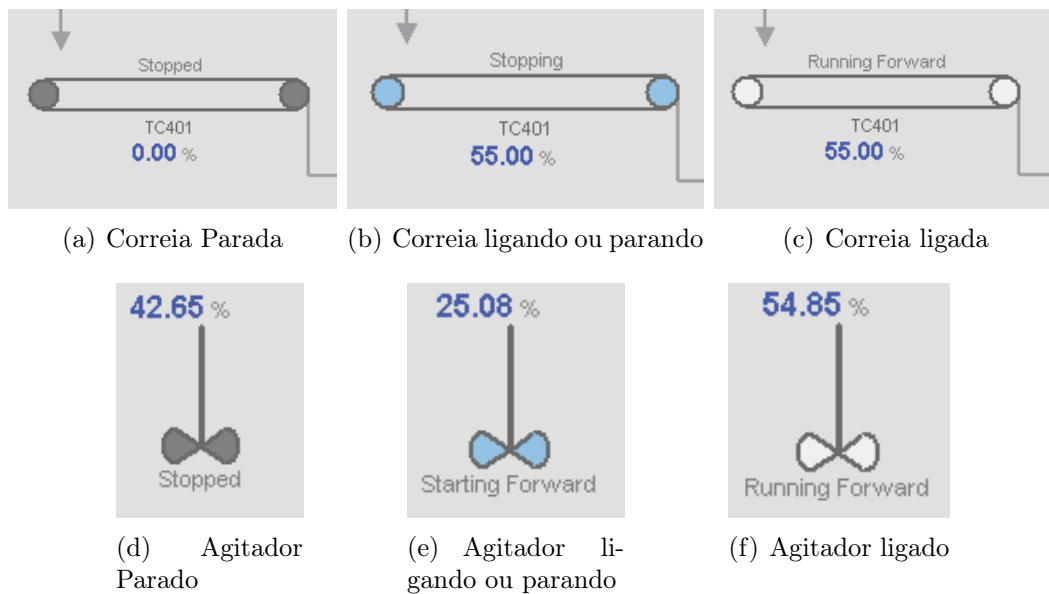


Figura 4.8: Indicação de Estados de Equipamentos na Tela Sinótica

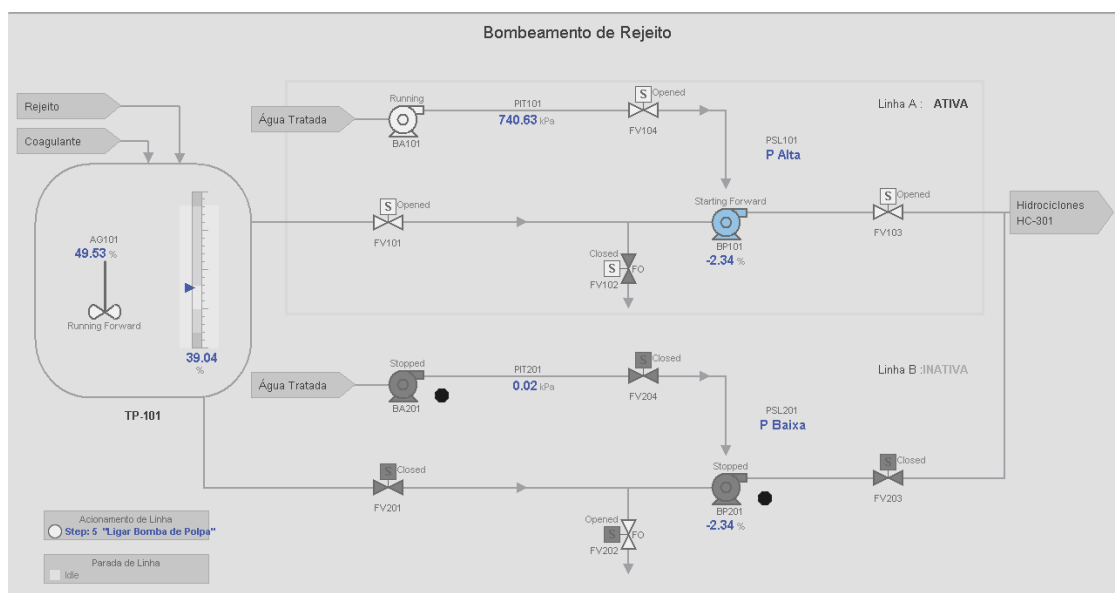


Figura 4.9: Tela sinótica da área de Bombeamento de Rejeito

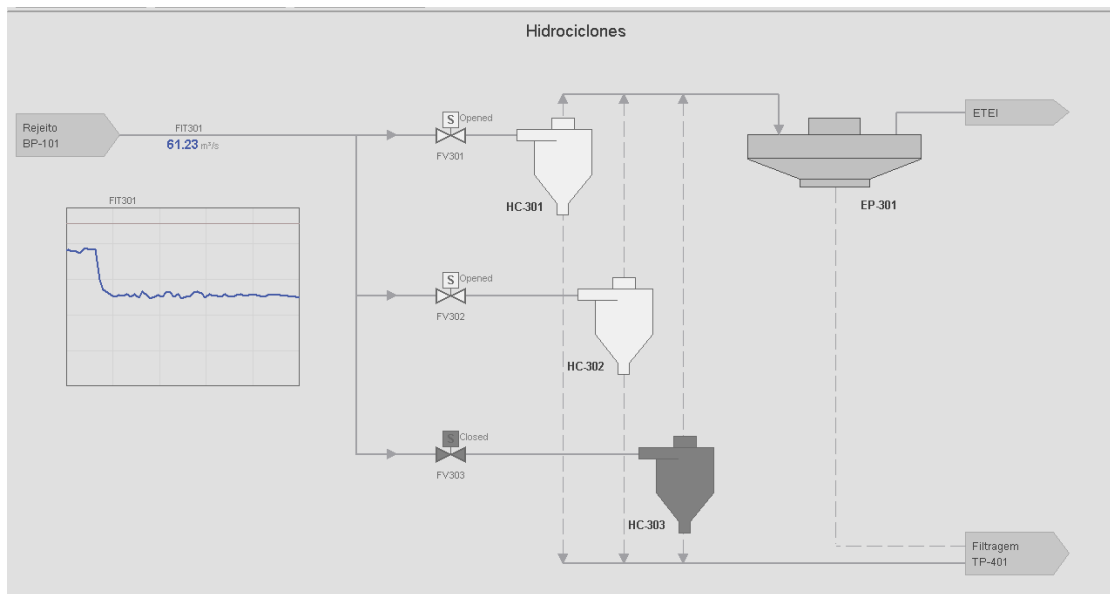


Figura 4.10: Tela sinótica da área dos Hidrociclones

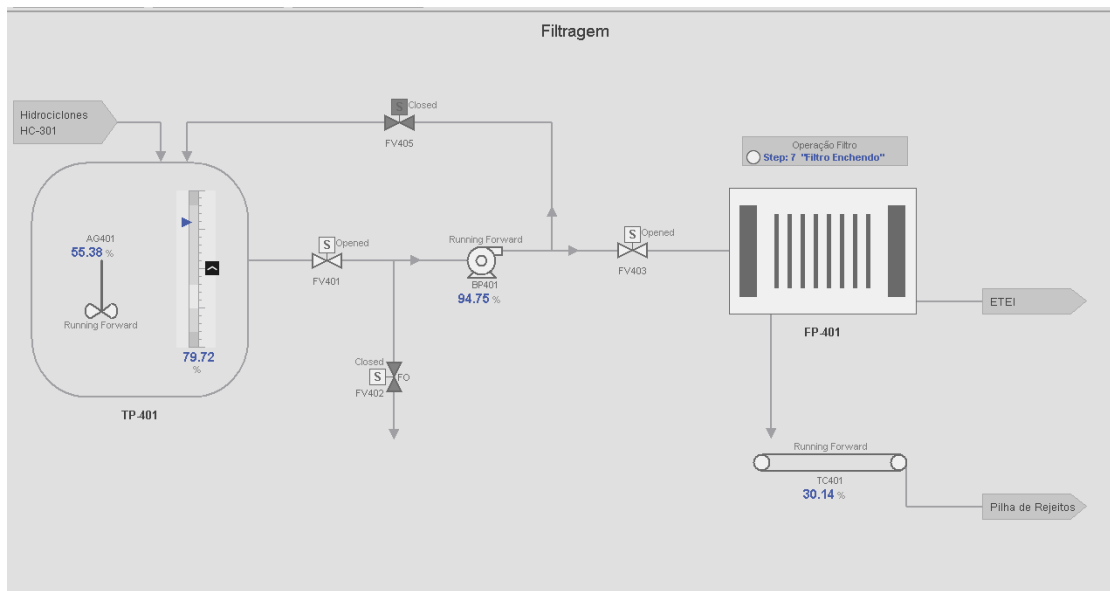


Figura 4.11: Tela sinótica da área da Filtragem

Capítulo 5

Conclusões

Ao final do desenvolvimento desta monografia, foi possível explorar alguns recursos disponibilizados pela *Rockwell Automation* para a construção de aplicações de controle e supervisão de processos. A planta de filtragem de rejeitos foi escolhida como cenário, mas as instruções, ferramentas e objetos da biblioteca *PlantPAx* podem ser utilizadas para uma gama muito maior de processos.

A motivação maior do uso desta biblioteca foi aumentar a eficiência e reduzir o tempo de desenvolvimento do sistema de controle, o que foi alcançado, dado que não foi necessário a construção dos elementos individuais das telas sinóticas, nem das lógicas de controle características dos equipamentos. O *PlantPAx* já segue algumas recomendações de normas internacionais de instituições como a ISA, assim, sua utilização guia o desenvolvedor a uma aplicação mais alinhada aos conceitos de automação, sem ter que criar padrões e definições que possam dificultar o entendimento e utilização do usuário.

Com isso pode-se dar maior foco ao processo em si, nas interações entre os equipamentos e variáveis, o que auxilia também na documentação. O usuário não precisará se ater apenas a documentação do desenvolvedor, mas poderá encontrar na literatura respostas para os conceitos aplicados no projeto com o intuito de entender melhor o processo melhorando a operação e possivelmente até a melhoria da aplicação pela manutenção.

Vale ressaltar que, apesar das "facilidades" permitidas ao se utilizar as ferramentas apresentadas, elas não eliminam a necessidade do bom entendimento do funcionamento destes recursos. Muito pelo contrário, é fundamental que os desenvolvedores deste tipo de aplicação tenham pleno conhecimento dos conceitos envolvidos e das razões de utilizá-los. Outro ponto é que a biblioteca, por mais extensa que seja, não contempla todos os equipamentos, como apontado na seção 4.4 para os hidrociclones e filtros, assim, é necessário que as lógicas e elementos de IHM sejam construídos do zero, mesmo

que seguindo as referências de desenvolvimento. Há também casos, como o de revitalização e atualização de sistemas supervisórios, em que o cliente precisa manter certas funcionalidades e mecanismos de operação que já são consolidados, logo o desenvolvedor deve ser capaz de entregá-las de forma que tenha a mesma operabilidade, mas alinhada aos novos padrões de atualização.

Naturalmente é preciso que se estude com cuidado a biblioteca utilizada e a planta, correlacionando as necessidades reais do processo e as ferramentas disponíveis para atendê-las, e assim construir um sistema de qualidade.

5.1 Considerações Finais

Como resultado deste trabalho, conseguiu-se desenvolver uma aplicação de controle e supervisão completos utilizando apenas os recursos da biblioteca PlantPax com padrões bem definidos para as estratégias de controle, operação dos equipamentos e acesso aos recursos. Apesar de construída a simulação e realizada a parametrização dos elementos de processo, não foi possível descrevê-la a fundo nesta monografia, isso pela extensão dos pontos a serem tratados e pela forma de se apresentar os resultados de monografia. Seria muito interessante que o leitor tivesse acesso a vídeos e às aplicações de simulação criadas para visualizar a operação do processo, para ter uma perspectiva temporal da utilização dos recursos.

Explorar todos os parâmetros possíveis das instruções também foi um desafio, principalmente os relativos a alarmes, portanto, foi utilizada uma quantidade reduzida de parâmetros básicos essenciais para o funcionamento do processo.

5.2 Propostas de Continuidade

As funcionalidades do PlantPax são extensas e desenvolvidas para a construção completa de um sistema de automação. Neste trabalho foi apresentada apenas uma visão geral da aplicação desta biblioteca. Como proposta de continuidade, explorar os recursos de alarmes e configurações particulares de alguns equipamentos seria interessante, dado que, em um sistema real, é de suma importância o fácil acesso às informações dos estados e características dos elementos de processo, tanto na fase de *start up* quanto durante a operação do processo.

Referências Bibliográficas

- [1] GUIMARÃES, N. C. *Filtragem de rejeitos de minério de ferro visando a sua disposição em pilhas*. Dissertação (Mestrado) — UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, Abril 2011.
- [2] JÚNIOR Ênio L. *Estratégias de controle regulatório avançado para uma planta de desaguameto de minério de ferro*. Dissertação (Mestrado) — UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.
- [3] ROCKWELL AUTOMATION. PlantPAx, Sistema digital de controle distribuído. In: . [S.l.: s.n.], 2022. PlantPAx Website Link.
- [4] ROCKWELL AUTOMATION. FactoryTalk View - Software de IHM, Apresente informações de desempenho em tempo real. In: . [S.l.: s.n.], 2022. FactoryTalk View Website Link.
- [5] MORAES, D. de; SILVA, M. T. S. da; ARRUDA, R. de A. *Desenvolvimento de um sistema de comunicação em rede profibus entre CLP's siemens S7 300 e implementação de sistema supervisorio*. Dissertação (Mestrado) — UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- [6] FRAGA, O. A. B. *Percepções dos operadores de uma mineradora sobre alterações em sua vida no trabalho ocasionadas por um processo de automação*. Dissertação (Mestrado) — UFOP - Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.
- [7] ROCKWELL AUTOMATION. Process HMI Style Guide. In: . [S.l.: s.n.], 2019. PDF link.
- [8] ROCKWELL AUTOMATION. Sistema de controle distribuído PlantPAx - Manual de Referência. In: . [S.l.: s.n.], 2019. PDF link.

Apêndice A

Planilha de Configuração Online

A biblioteca PlantPAX disponibiliza uma ferramenta muito interessante para a configuração dos parâmetros dos objetos. Esta ferramenta é uma planilha do *Microsoft Excel* denominada *Online Configuration Tool*. Nela, tem-se uma aba de *Setup*, contendo uma lista com os nomes das instruções da biblioteca, número de *tags* e parâmetros a serem configurados, caminho de comunicação OPC e outros valores requeridos e nas outras abas o conjunto de parâmetros de configuração para cada instrução listada na aba *Setup*, como ilustra a Figura A.1. Para que seja possível a utilização desta planilha, deve-se utilizar o *RSLinx Classic* para criar um tópico OPC, acessando o *DDE/OPC Topic Configuration*, com o caminho de comunicação para o PLC no qual o programa está online. Assim pode-se ativar as macros de escrita e leitura pelos botões **Read from CLX / Write to CLX** que acessam individualmente o valor da variável referente a concatenação da coluna B (*Tag Name*) e das linhas 7 e 8 (Eg.: FV101.Cfg_Desc), atualizando o valor da variável a partir do valor da célula correspondente.

Read From CLX:											
Send To CLX:											
Description:	Description for display on HMI			Label for gr	Tagname for	Process Are:	1=Fail Op	1=Valve pro	1=Valve provi	1=Valve Op	
Usage:	Local	Local	Local	Local	Input	Input	Input	Input	Input		
Data Type:	STRING_40	STRING_20	STRING_20	STRING_8	BOOL	BOOL	BOOL	BOOL	BOOL		
	(Origin)	.Cfg	.Cfg	.Cfg	.Cfg	.Cfg	.Cfg	.Cfg	.Cfg		
Unit	TagName	Instance	Desc	Label	Tag	Area	FailOpen	HasOpenLS	HasClosedLS	UseOpenLS	
	Default Values:	0	Solenoid Operated Valve	Valve Control	P_ValveSO	area01	0	0	0	0	
	FV101	1	Válvula de sucção BP101	FV101	FV101	area01	0	1	1	1	
	FV102	2	Válvula de dreno BP101	FV102	FV102	area01	1	1	1	1	
	FV103	3	Válvula de recalque BP101	FV103	FV103	area01	0	1	1	1	
	FV104	4	Válvula de selagem BP101	FV104	FV104	area01	0	1	1	1	
	FV201	5	Válvula de sucção BP201	FV201	FV201	area01	0	1	1	1	
	FV202	6	Válvula de dreno BP201	FV202	FV202	area01	1	1	1	1	
	FV203	7	Válvula de recalque BP201	FV203	FV203	area01	0	1	1	1	
	FV204	8	Válvula de selagem BP201	FV204	FV204	area01	0	1	1	1	
	FV401	9	Válvula de sucção BP401	FV401	FV401	area01	0	1	1	1	
	FV402	10	Válvula de dreno BP401	FV402	FV402	area01	1	1	1	1	
	FV403	11	Válvula de recalque BP401	FV403	FV403	area01	0	1	1	1	
	FV405	12	Válvula de selagem BP401	FV405	FV405	area01	0	1	1	1	
	FV301	13	Válvula de alimentação HC301	FV301	FV301	area01	0	1	1	1	
	FV302	14	Válvula de alimentação HC302	FV302	FV302	area01	0	1	1	1	
	FV303	15	Válvula de alimentação HC303	FV303	FV303	area01	0	1	1	1	

Figura A.1: Planilha de configuração online