INTEGRAÇÃO DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO NA PLANTA DE AUTOMAÇÃO FESTO PARA SIMULAR PROCESSOS INDUSTRIAIS

Bruno Carrascosa dos Santos Graduando em Automação Industrial pela Fatec Bauru bruno.santos347@fatec.sp.gov.br

Ericles Araujo Pita Graduando em Automação Industrial pela Fatec Bauru <u>ericles.pita@fatec.sp.gov.br</u>

Jesus Ybrain Medina Tovar Graduando em Automação Industrial pela Fatec Bauru jesus.tovar@fatec.sp.gov.br

Orientador: Tiago Aparecido Vicentin Doutor em Agronomia/Irrigação e Drenagem (FCA/UNESP) (2018) e Docente na Fatec Bauru <u>tiago.vicentin@fatec.sp.gov.br</u>

> Coorientador: Andre Gifalli Mestre e Doutorando em Engenharia Elétrica (UNESP/Bauru-SP) <u>andre.gifalli@fatec.sp.gov.br</u>

RESUMO

O presente trabalho de graduação busca demonstrar a integração de um sistema supervisório presente na Fatec Bauru para simular processos da planta didática de automação MPS ® PA da Festo, podendo também auxiliar o aprendizado da disciplina de sistema de controle, supervisório, sensores e instrumentação e programação de CLP, por exemplo. Isso porque o aluno poderá modificar os parâmetros P, I e D na IHM e visualizar os resultados para essa configuração de controle em malha fechada na planta, permitindo compreender na prática os conceitos teóricos. Além disso, o aluno conseguirá aprender como integrar um sistema supervisório com um CLP (Controlador Lógico Programável), realizar a programação e elaboração de telas de monitoramento.

Palavras-chave: sistema supervisório; sistema de controle; automação industrial; CLP; planta didática.

1 INTRODUÇÃO

Foram desenvolvidos ao longo dos anos diversos trabalhos, nacionais e internacionais, relacionados à integração de um sistema supervisório para monitorar as variáveis e o comportamento da planta de automação MPS ® PA da Festo e exibi-los para o usuário.

Conforme Azevedo (2013) o sistema supervisório consegue obter dados das etapas de processos industriais, fornecidos por sensores que podem estar presentes neles. Com ele é possível controlar diretamente os atuadores e realizar o comando sequencial de equipamentos, por meio da utilização de malhas de controle PID. O usuário pode especificar quais os valores para as variáveis no próprio supervisório, para facilitar a operação automática do processo.

No sistema de controle dos processos produtivos busca-se medir variáveis dentro da planta e fazer alterações que permitam manter o processo em um *setup* definido. As alterações feitas no sistema obedecem a regras para obter um resultado eficiente. Nesse contexto é possível visualizar o processo através da própria interface de programação do Controlador Lógico Programável (CLP), observando as mudanças das variáveis medidas.

Atualmente as aulas de sistemas de controle são realizadas com auxílio do *software* "*Octave Online*", capaz de obter os resultados de equações de transferência e suas aplicações, exibindo-as por meio de gráficos feitos com cálculos matemáticos (sem interação com algum processo real), simulando um processo industrial.

A respeito do que foi apresentado tem-se o seguinte questionamento: O desenvolvimento de um sistema supervisório integrado à planta do laboratório prático da Fatec Bauru contribuirá para o entendimento dos alunos da disciplina de sistema de controle e de outras matérias relacionadas à área de Automação?

O objetivo é estudar a integração de um *software* supervisório na planta de automação da Festo para monitorar e controlar seus processos simulados, com base nos parâmetros P, I e D informados na IHM.

Os objetivos específicos são: apresentar as características da planta didática e seus componentes; descrever os sistemas de controle de processos industriais; propor um sistema supervisório compatível com o sistema da Festo.

O motivo para esse trabalho é que o processo de aprendizado dos sistemas de controle industrial na Fatec Bauru é composto pela ministração das aulas teóricas e práticas feitas na planta de automação da Festo, com uma programação de CLPs. Devido à necessidade de visualizar o processo industrial e as funções que o controlam, fundamenta-se o estudo da integração de um sistema supervisório para mostrar o comportamento do processo em uma interface gráfica.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1 Aulas práticas no ensino superior

Conforme Marques et al (2008) a compreensão de conceitos por estudantes pode ser dificultada devido a pouca vivência daquele assunto no dia a dia desses alunos. Com isso, é importante utilizar aulas práticas para melhorar a aprendizagem desses conteúdos, isso porque ao se utilizar métodos e experimentos os estudantes conseguem entender melhor a matéria teórica passada. Além disso, as aulas se tornam mais descontraídas e leves, fazendo com que o aprendizado seja mais rápido.

2.2 Sistema de Controle

Conforme Ogata (1967) realizar o controle de um determinado processo consiste em agir sobre ele e sobre seus parâmetros, a fim de manter esse processo próximo de um valor predefinido, mesmo que existam agentes externos que desviem esse valor obtido para mais ou para menos.

Conforme Conceição et al. (2017, p. 2) dentro da automação temos o sistema de controle automatizado, capaz de manter o valor da saída de um processo no valor especificado (*set point*). Ele faz isso por meio da comparação do valor desejado para a variável com o valor do sinal que chega a entrada (condição a controlar), realizando correções dependendo do desvio resultante desses valores.

Conforme Ogata (1967) existem algumas técnicas de controle usadas em controladores automatizados na indústria. É importante considerar como cada controlador funciona e quais as maneiras de produzir sinais de controle, podendo usar a derivada e a integral no sinal de erro produzido. É preciso também analisar quais as consequências do controle selecionado no desempenho do sistema.

2.3 Tipos de controle

Conforme Ogata (1967) é possível classificar os controladores automáticos com base em sua ação de controle nos seguintes tipos: controlador de duas posições (Ligado-Desligado); controlador proporcional (P); controlador do tipo integral (I); controlador do tipo proporcional e integral (PI); controlador do tipo proporcional e derivativo (PD); controlador do tipo proporcional, integral e derivativo (PID).

2.3.1 Controle Ligado-Desligado

Conforme Luyben (1990) esse controle realiza a comparação do valor de entrada do processo com o valor de saída/realimentação. Caso o valor da realimentação do processo for maior que a entrada, o atuador é desligado e se o valor da saída for menor o atuador é ligado. Na figura 1 é ilustrada essa ideia.



Figura 1. Gráfico do sinal de saída no controle On-Off.

Fonte: Luyben (1990).

2.3.2 Controle Proporcional

Conforme Luyben (1990) esse tipo de controle detecta um sinal de erro e responde imediatamente iniciando uma ação de correção desse sinal. O controle proporcional precisa apenas do ajuste do ganho para funcionar, é de baixo custo e em alguns processos pode existir um erro de regime permanente (*offset*). Esse erro

faz com que o sinal de saída permaneça um pouco abaixo ou acima do ponto predefinido, prejudicando assim a precisão desta ação. Na figura 2 é ilustrada essa ideia.



Figura 2. Gráficos do sinal de saída no controle proporcional em relação ao PID (verde).

Fonte: Wikipédia (2024).

2.3.3 Controle Integral

Conforme Luyben (1990) o controle integral atua como um acumulador, verificando o sinal de erro resultante da diferença entre o *set point* e o valor da saída. Esse controle fica modificando a saída do controlador até que o erro seja zero, entretanto isso não elimina a possibilidade de aumentar as chances de variações indesejadas no sistema de controle. O controle integral precisa ser feito juntamente com o controle do tipo proporcional para funcionar adequadamente. Na figura 3 é ilustrada essa ideia.

Figura 3. Gráficos do sinal de saída no controle integral em relação ao PID (verde).



Fonte: Wikipédia (2024).

2.3.4 Controle Derivativo

Conforme Cunha et al. (2017) o controle derivativo é capaz de ajustar a variável de controle baseado na taxa de variação. Ele atua na variável manipulada do processo dependendo da velocidade de variação do erro que ocorra, a fim de reduzir a velocidade das variações da variável controlada evitando que ocorram

aumentos ou descidas muito rápidas. Esse controle precisa ser utilizado juntamente com o controle proporcional.

Conforme Luyben (1990) para processos que necessitam de um tempo mais longo para ocorrer recomenda-se utilizar esse tipo de controle. Ele é caracterizado por ser sensível a ruídos do sinal de medição, às mudanças rápidas na entrada e no *set point* também. Por conta disso, deve-se escolher esse controle baseado na variação da variável do processo e não no seu erro. Na figura 4 é ilustrada essa ideia.

 1.5
 Kd = 0.5
 Kd = 2

 1
 Kd = 1

 0.5
 Kd = 1

 0.5

Figura 4. Gráficos do sinal de saída no controle derivativo em relação ao PID (verde).

2.3.5 Controle PID

Conforme Luyben (1990) os controladores do tipo Proporcional, Integral e Derivativo (PID) são capazes de resolver a maioria das falhas presentes no controle de um processo industrial. Ele é de fácil realização, apresenta baixo custo, é muito útil para estabilização do comportamento de um processo, consegue graças a ação proporcional presente atuar na redução do erro produzido e busca por reduzir ao máximo esse erro, através da ação integral.

2.4 Sistema Supervisório

Conforme Martins (2007) um sistema supervisório tem como função facilitar a interação entre homem e máquina. Com a utilização dele é possível que o usuário possa analisar e atuar de maneira direta em um determinado processo produtivo.

Alguns supervisórios utilizados na indústria são: *Elipse* E3 (*Elipse* Software); *FactoryTalk View* SE (*Rockwell Automation*); iFIX (*General Electric*); *InduSoft Web Studio* (*InduSoft*); *ProcessView* da SMAR; *ScadaBR* (MCA Sistemas); *SIMATIC Wincc* (*Siemens*); Vijeo Citect (*Schneider Electric*) e Wonderware inTouch da *Invensys*.

2.5 Controlador Lógico Programável

O Controlador Lógico Programável (CLP) representa uma inovação crucial na automação industrial, oferecendo uma solução avançada para a gestão de processos repetitivos e sequenciais. Segundo Parede e Gomes (2011), o CLP, desenvolvido inicialmente por Dick Morley da BedFord Association em 1968, foi

construído com o propósito de servir como substituto dos armários utilizados no controle das operações da linha de montagem da empresa General Motors. Isso representou um marco significativo na história da automação industrial.

Zancan (2011) define o CLP conforme as normas da ABNT e da NEMA, descrevendo-o como uma máquina eletrônica digital equipada com hardware e software especializados para aplicação em processos industriais. Este dispositivo possui capacidade programável que permite o armazenamento e execução de instruções lógicas, sequenciais, e operações de contagem e aritmética, além de interfaces para entrada e saída que facilitam o controle de diversos tipos de máquinas e processos.

Quanto à estrutura física, conforme detalhado por Parede e Gomes (2011), um CLP é composto por circuitos eletrônicos interconectados, incluindo unidades de processamento, memórias de armazenamento, barramentos, módulos de entrada e saída, fonte de alimentação e terminais de programação. Zancan (2011) complementa descrevendo a estrutura interna do CLP, destacando componentes como a unidade central de processamento (CPU), memória de programa e dados, interfaces de entrada e saída, além de circuitos auxiliares que garantem a segurança e o funcionamento estável do sistema.

O funcionamento do CLP, conforme Silveira e Lima (2003), envolve a leitura de entradas de dados, processamento conforme instruções do programa armazenado em sua memória e a subsequente ativação das saídas correspondentes. Zancan (2011) detalha que este processo ocorre em ciclos de varredura sequenciais, onde o CLP verifica constantemente o estado das entradas, processa as informações conforme programado e atualiza as saídas de acordo, mantendo assim um controle contínuo e preciso sobre o processo industrial.

2.6 Diagrama de Processos Industriais (Diagrama P&ID)

Segundo a *American National Standard* (2009) para o desenho do diagrama, a norma ISA 5.1 estabelece um meio uniforme de representar e identificar instrumentos ou dispositivos e suas funções inerentes, sistemas e funções de instrumentação e funções de software de aplicação usadas para medição, monitoramento e controle, apresentando um sistema de designação que inclui identificação, esquemas e símbolos gráficos.

Com isso é possível dizer que o P&ID é um diagrama que representa as tubulações e os instrumentos utilizados em processos industriais, sendo uma ferramenta fundamental para a compreensão do funcionamento de uma planta industrial, pois permite visualizar de forma clara e precisa como os equipamentos estão interligados e como os fluidos se movimentam dentro do sistema. Na figura 5 é ilustrada essa ideia.

Figura 5. Diagrama Geral da planta didática.



Fonte: MPS® PA Compact Workstation, electropneumatic (2008).

2.7 Comunicação MPI

Para Waku (2012, pp 13), a comunicação MPI:

Define um conjunto de operações padrão para operar com passagem de mensagem. Ao definir comportamento esperado, ele permite que diversas implementações em diversas linguagens sejam disponíveis (Fortran, C, C++, Java), assim como padronização de diversos produtos comerciais como (Scali MPI Connect, WMPI II,SGI Message Passing Toolkit, Intel MPI, Sun MPI, HP-MPI, MPI/Pro).

Na figura 6 é mostrado o módulo de conversão MPI para USB, o cabo que é conectado no CLP (esquerda) e o cabo que é conectado no computador (direita). Esse cabo de comunicação é utilizado para a conectar o CLP e o computador onde está o programa e a IHM.

Figura 6. Cabo de comunicação MPI



Fonte: Autores (2024).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

A figura 7 apresenta a planta de automação MPS ® PA da FESTO utilizada no trabalho.

Figura 7. Planta de automação MPS ® PA da FESTO.



Fonte: MPS ® PA Compact Workstation, electropneumatic (2008).

As tabelas 1 e 2 apresentam os dispositivos que compõem a planta didática de automação com sua simbologia, uma breve descrição e uma imagem para facilitar a identificação.

Tabela 1. Primeira parte dos itens da planta de automação MPS ® PA da FESTO.

Nomenclatura	Descrição	Imagem
Controlador Lógico Programável (CLP)	O CLP, figura 8, já foi explicado anteriormente.	Figura 8. CLP S7 300.
Sensor Capacitivo (B113 e B114)	O sensor capacitivo, figura 9, realiza a medição do nível sem estar em contato direto com a água do tanque.	Figura 9. Sensor Capacitivo.
Sensor de Boia (S112 e S117)	O sensor de boia, figura 10, consegue estabelecer se na localização onde ele se encontra tem presença de água ou não, funcionado como uma chave On/Off.	Figura 10. Sensor de Boia.

Fonte: Autores (2024).

	1	
Sensor de Fluxo/Vazão (B102)	O sensor de vazão, figura 11, realiza a medição do fluxo de água que passa pela bomba e vai para o tanque superior. A unidade de medida é L/min.	Figura 11. Sensor de Vazao.
		Figura 12. Sensor de Pressão.
Sensor de Pressão (B103)	O sensor de pressão, figura 12, é responsável por medir a pressão da água que é bombeada para o tanque superior, sendo que a unidade de medida é o Bar.	Fonte: Autores (2024)
		Fonte: Autores (2024). Figura 13 Manômetro
Manômetro	O valor medido pelo sensor de pressão pode ser comparado ao mostrado no manômetro, figura 13. Apresenta uma faixa de valores em Bar e outra em psi.	Fonte: Autores (2024).
		Figura 14. Sensor Ultrassônico.
Sensor Ultrassônico (B101)	O sensor ultrassônico, figura 14, realiza a medição do nível de água no tanque superior através de uma onda ultrassônica, medindo o tempo de retorno. Ele calcula a altura da coluna de água e repassa para o CLP o valor analógico do nível.	Fonte: Autores (2024).
Bomba (P101)	A bomba, figura 15, é responsável por bombear água do tanque inferior para o superior.	Figura 15. Bomba.
Válvula Proporcional (M106)	A válvula proporcional, figura 16, regula a passagem de água vinda da bomba para o tanque superior com base no valor analógico recebido do CLP.	Figura 16. Válvula Proporcional.

Tabela 2. Segunda parte dos itens da planta de automação MPS $\ensuremath{\mathbb{R}}$ PA da FESTO.

	-
Válvula Esférica Rotativa (V102) A válvula esférica, figura 17, é utilizada para controlar a passagem da água do tanque superior para o inferior, com acionamento digital (totalmente aberta ou fechada).	Figura 17. Válvula Rotativa.

Fonte: Autores (2024)

3.2 Métodos

A metodologia utilizada para esse trabalho será explicada com mais detalhes no Apêndice 1. Abaixo tem-se os principais pontos trabalhados para que fosse possível integrar um supervisório com o CLP presente na Fatec Bauru.

Configuração do CLP, (Modelo, Protocolo de Comunicação, Tags/Variáveis de entrada, Tags de memórias, Tags de saída); Estruturação do Programa de Controle P/I/D (Funções OB, FB e FC); Verificação dos Sistemas Supervisórios acessíveis (Elipse E3 ou Simatic Wincc); Configuração da IHM (Modelo, Protocolo de comunicação e Criação das Telas); Testes.

A tabela 3 apresenta os softwares existentes no laboratório de Robótica e sua compatibilidade com a versão do TIA PORTAL presente nos computadores.

Nome do Software	Compatibilidade		
Elipse E3	Não, pois de acordo com o manual do driver MProt do Elipse E3 um dos pré-requisitos é a versão 16 do Tia Portal, porém a versão atual é a 15.		
SIMATIC WINCC	Sim, são necessárias algumas configurações iniciais para que a comunicação entre o sistema supervisório desenvolvido no SIMATIC WINCC e o CLP físico possa ocorrer.		
Fonte: Autores (2024)			

Tabela 3.	Software	escolhido	para o	projeto.

Fonte: Autores (2024).

4 RESULTADOS

Serão apresentados figuras que mostram os resultados obtidos com a elaboração desse trabalho. A figura 18 apresenta a tela de menu da IHM. Ela é a primeira tela a ser aberta e visualizada pelo usuário (aluno).



Fonte: Autores (2024).

A imagem 19 traz a tela que possibilita ao usuário escolher melhor o que ele deseja monitorar no processo, se será o gráfico do controle de malha fechada, o comportamento dos parâmetros definidos para o controle ou o diagrama de processos com mais detalhes.





Fonte: Autores (2024).

A figura 20 traz a tela onde será exibido um gráfico com as mudanças no comportamento dos parâmetros P, I e D para o processo simulado.



Figura 20. Tela dos Parâmetros Definidos para o Controle.

A imagem 21 traz a tela do diagrama de processo para o controle de nível, nela é possível visualizar a coluna de água no tanque superior (número 1), por meio da barra vertical e do sensor S112 e no tanque inferior (número 2), por meio dos sensores B114. B113 e S117.



Figura 21. Tela do Diagrama de Processo para Controle do Nível.

As próximas figuras apresentam os resultados complementares deste trabalho e mostram uma aplicação para o trabalho desenvolvido. Serão mostrados os gráficos exibidos no supervisório WinCC e para colaborar com a análise que será feita temos os gráficos gerados pelo bloco CONT_C (responsável por fazer o controle de malha fechada).

Antes de tudo é importante dizer que para todos os casos apresentados foi definido um SET POINT de 60 (6L). Foram feitos outros testes para comprovar o que foi aprendido nas aulas teóricas e na literatura de sistema de controle, selecionamos três exemplos para análise.

As imagens 22 e 23 apresentam os resultados do controle proporcional (P). Foi usado um KP (parâmetro proporcional) igual a 20.



Figura 22. Controle proporcional IHM.

Fonte: Autores (2024).

1.167

1.083

1.25

1.333 1.417

1.583

1.66

As imagens 24 e 25 mostram os dados coletados do controle proporcional e integral (PI). O parâmetro P foi mantido e adicionamos um KI (integral) de 500 (no bloco CONT_C esse valor aparecerá como 0,5).



Figura 24. Controle proporcional e integral IHM.



Fonte: Autores (2024).

As figuras 26 e 27 mostram os gráficos obtidos para o controle proporcional e integral e derivativo (PID). Os parâmetros KP e KI se mantiveram e foi adicionado um KD (derivativo) de 500 (equivalente no programa a 0,5).





Figura 27. Controle proporcional e integral e derivativo CONT_C.

5 DISCUSSÕES

Após a análise dos gráficos das figuras 22 e 23 e com base na teoria apresentada na disciplina de sistema de controle ao aumentar o KP fazemos com que a ação proporcional de correção do erro ocorra mais rapidamente, por isso o tempo para o nível atingir o Set Point tende a diminuir. Nesse caso o tempo para atingir o nível desejado é de aproximadamente 1,75 min.

A partir do estudo dos gráficos das imagens 24 e 25 pode-se dizer que ao adicionar o parâmetro KI no controle e ir reduzindo-o fazemos com que a ação integral ajude a ação proporcional a corrigir o erro mais rapidamente, por isso o tempo para o nível atingir o Set Point foi em torno de 1,57 min.

De posse dos resultados dos gráficos das ilustrações 26 e 27 ao adicionar o parâmetro KD melhoramos ainda mais o controle e a precisão do sistema. Além disso, durante os testes, quanto maior o KD mais rápido o nível do tanque superior chegará no estabelecido pelo usuário na IHM. O tempo para atingir o Set Point foi de aproximadamente 1,30 min.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no que foi apresentado anteriormente conclui-se que conseguimos estudar e demonstrar a integração de um *software* supervisório para visualizar e controlar a planta de automação MPS ® PA da Festo, a fim de facilitar o entendimento do controle de processos e de suas disciplinas relacionadas, por exemplo.

Além disso, abordamos os componentes da planta de automação, descrevemos os sistemas de controle de processos industriais, entendemos qual software presente na Fatec Bauru era mais viável para o trabalho e elaboramos um apêndice com mais detalhes do projeto.

Por fim, apresentamos que é possível conectar uma interface homem máquina (IHM) e um controlador lógico programável (CLP) para aplicar os controles de malha fechada (P, PI e PID) e visualizar os resultados provenientes do bloco CONT_C (Set Point, Erro do processo, Valor atual da variável controlada e Comportamento do atuador do processo, por exemplo) e da IHM.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, P. K. C. **Desenvolvimento de um sistema supervisório e lógicas de CLP no ambiente de Geração de Energia**. 92f, 2013. Monografia (Bacharel em Engenharia de Controle e Automação) – Departamento de Automação e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis, SC, 2013

CONCEIÇÃO, E; QUIRINO, P; PINHEIRO, O. **Modelagem da Malha de Controle de Nível da Planta Didática "mps-pa – estação compacta"** da Festo: vii workshop de pesquisa tecnologia e inovação (pti) iii simpósio internacional de inovação e tecnologia (siintec).

CUNHA, E; SANTOS, J; LIMA, S; VICENTIN, T. Mod DESENVOLVIMENTO DE CONTROLE DE SUPERVISÓRIO PARA NÍVEL, VAZÃO E TEMPERATURA EM PROCESSO INDUSTRIAL SIMULADO NO MÓDULO MPS-PA, 2017.

LUYBEN, W.L. **Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers**. 2nd Ed. New York: McGraw-Hill International Editions, 1990.

MARQUES, A.L.; ALVES, A.J.V.; SILVA, A.F.G.M.; MORAIS, L.M.; GUIMARÃES, P.G.; LIMA, J.M.; RIBEIRO, F.B.; SANTOS, L.A.M.; MEDEIROS, E.S.; FRANCO, V.A. **A importância de aulas práticas no ensino de química para melhor compreensão e abstração de conceitos químicos.** XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ) Instituto Luterano de Ensino de Superior-ULBRA, Av. Beira Rio, 1001 Bairro Nova Aurora, Itumbiara-GO. 2008.

MARTINS, G. M. **Princípios de automação industrial**. Notas de aula. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

OGATA, K. Modern Control Engineering, Englewood Cliffs, New Jersy: Prentice-Hall, Inc., 1967.

MOTT, A. O que são Sistemas Supervisórios?, Inc., 1967.

CARVALHO, D. B. **IMPORTÂNCIA DA IMPLANTAÇÃO DE CONTROLADOR**. Poços de Caldas, MG, 2017

ZANCAN, M. D. Controladores Programáveis. 3ª Ed. Santa Maria:

Universidade Federal de Santa Maria, 2011.

SILVEIRA, L; L, W. Q. Um breve histórico conceitual da

Automação Industrial e Redes para Automação Industrial. Natal. 2003.

WAKU, G. Message Passing Interface (MPI). Campinas 2012.

AMERICAN NATIONAL STANDARD. **ANSI/ISA-5.1-2009 Instrumentation Symbols and Identification**. Triangle Park, North Carolina, 27709 USA,18 setembro 2009. Disponível em:

http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC166/Prof.Leandro_Novak/2019_2/ISA%20C ODIFICA%C7%C3O%202009.pdf.

PAREDE, I. M; GOMES, L. E. L. Habilitação técnica em Eletrônica: Automação Industrial.

Wikipediacontributors.([s.d.]).Controladorproporcionalintegralderivativo.Wikipedia,TheFreeEncyclopedia.

https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Controlador_proporcional_integral_derivativ

o&oldid=66401034

Documentação Completa do TG

Alunos: Bruno, Éricles e Jesus.

Professor Orientador: Thiago Vicentin

Coorientador: André Gifalli

Manual de Instruções

1. Criação de um projeto no Tia Portal

• Ao abrir o TIA PORTAL a seguinte tela será aberta, é possível visualizar os projetos já utilizados no software no campo indicado.

Start			Open existing project			
Devices &		Open existing project	Recently used			
networks		open existing project	Project	Path	Last cha	
		Create new project	PassoAPasso.ap15	F:\PassoAPasso	9/30/20	^
			ProgramaY_V2.6.ap15	F:lProgramaY_V2.6	9/30/20	
programmin	. 🎱 🕯	Migrate project	🚺 🚺 nivel sonico.ap15	C:\Users\Aluno\Desktop\Lucas Moretti-Vinicius Di Nar	. 9/25/20	
			nivel sonico.ap15	C:\Users\Aluno\Documents\Marcus_CPII_25_2024\niv.	9/25/20	=
Mation 9		Close project	🛅 ciclo de nivel.ap15	C:\Users\Aluno\Documents\Marcus_CPII_25_2024\cicl.	. 9/25/20	
tochnology			ProgramaY_V2.5.ap15	F:lProgramaY_V2.5	9/24/20	
			ProgramaY_V2.4.ap15	F:\ProgramaY_V2.4	9/18/20	
			ProgramaY_V2.3.ap15	F:lProgramaY_V2.3	9/16/20	
		Wolcomo Tour	🛅 nivel sonico.ap15	C:\Users\Aluno\Documents\Automation\nivel sonico	9/11/20	
		Helcome rour	ProgramaY_V2.2.ap15	F:\ProgramaY_V2.2	9/11/20	1
		First stens	ProgramaY_V2.1.ap15	F:lProgramaY_V2.1	9/9/202	1
Online &	<i></i>	This steps	ProgramaY.ap15	F:IProgramaY	9/9/202	1
			ProgramaY_V2.ap15	F:lProgramaY_V2	9/5/202	~
				10	>	
		Installed software	Activate basic integrity check			i
		Help	Browse Remove		Open	
	e	User interface language				

• Clique na opção "Create new project", preencha o campo "Project name" com o nome do seu projeto, clique no ícone de ... no campo "Path" para indicar onde esse projeto do TIA PORTAL deve ser salvo e por fim clique em "Create".

				Totally Int	egrated Automation PORTAL
Start			Create new project		
Devices & networks	1	Open existing project	Project name: Path:	PassoAPasso F:\	
		🥚 Create new project	Version:	V15	-
		Migrate project	Author:	Administrador - 107	
			Comment:		
Motion & technology	*	Close project			
	1	Welcome Tour			Create
Online & Diagnostics	10	First steps			
		Installed software			
		💮 Help			
		🚱 User interface language			

2. Adicionando CLP físico

- Antes de tudo é preciso verificar no CLP (Controlador Lógico Programável) presente na planta didática qual é seu modelo.
- Em seguida retorne ao TIA PORTAL, perceba que a seguinte tela foi aberta.
- Clique na opção "Add new device" para adicionar um novo dispositivo no TIA PORTAL.



- Nesse caso será adicionado um CLP, por isso clique no ícone "Controllers", depois siga o caminho de pastas aberta até aparecer a CPU313C com o mesmo modelo que você observou no começo da etapa 2.
- Clique em "OK".

M Siemens - F:\PassoAPasso\Passo	Add new device		_		×	_ # X
Project Edit View Insert Onlir	Device name: PLC_1					ally Integrated Automation PORTAL
	Controllers HM PC systems	Controllers Gistratic 57-1200 SiMATIC 57-1200 Gistratic 57-1500 Gistratic 57-300 Gistratic 57-300 Gistratic 57-300 Gistratic 57-301 Gistratic 57-301 Gistratic 57-301 Gistratic 57-3013-G040-AB0 Gistratic 57-313-SEG04-AB0 Gistra		Device: Image: Constraint of the second	▼ stputs tring ₩ 313-	Ins Instant
> Details view				Acesse		inguages & resources dows.
Portal view	C and in the last			OK Ca	Icol	

• Perceba que o CLP foi adicionado com sucesso no software.

C Edit View insert Online Opdo	** C* ± 🐻 🛄 🖬 🚆	🙀 💋 Go online 🖉 Go offline	år 🖪 🖪 🗶 🖃	· ·	Totally Integrated Au	tomation PORTA
Project tree	🛛 📢 PassoAPas	so ▶ PLC_1 [CPU 313C]		_ # = ×	Hardware catalog	.
Devices		Topology view	Network view	Device view	Options	
	🔤 🔿 👍 PLC_1	[CPU 313C]				E
				~	× Catalon	
PassoAPasso	~				+ catalog	
Add new device				=	<earcn></earcn>	(#144 M1
A Devices & networks		4		_	Filter Profile: <al< td=""><td>l> 💌 🗾</td></al<>	l> 💌 🗾
PLC 1 [CPU 313C]		ACC			Rack	
Device configuration	1	-4	5 6 7	8 9	🕨 🧊 PS	
Q Online & diagnostics					CPU	
Regram blocks	=				🕨 🧊 IM	
Technology objects					🕨 🧊 DI	
External source files					• 🧊 DO	
PLC tags					DI/DO	
Cel PLC data types					🕨 🖬 Al	
Watch and force tables					AO	
Online backups					AI/AO	
Device proxy data					• 🛅 Communications mo	dules
Program info					🕨 🧊 FM	
PLC supervisions & alarms					IQ-SENSE	
PLC alarm text lists					Image: Special Special	
Local modules					Interface modules	
Generation State St						
Security settings						
F G Common data						
Documentation settings						
Languages & resources				~		
Online access	✓ < II	> 100%	·	Atier	Windows	
Details view		Properties	Info i) 🖗 Diagnost	ics dia 4	> Information ativar.o.	Windows.

3. Adicionando IHM simulada

- Será necessário inserir um modelo de IHM (Interface Homem Máquina) para facilitar a visualização das variáveis do processo (entradas, saídas e memórias), para operar o sistema e visualizar os gráficos.
- Para isso clique na opção "Add new device".

76	Siemens - F:\PassoAPasso\PassoAPasso		
Pr	oject Edit View Insert Online Options F 🎦 🔒 Save project 🏭 💥 🗐 🍙 🗙 🌎	Tools (^{al} ±	Wind
	Project tree	a	•
	Devices		
	B		2
	▼ 🔄 PassoAPasso		^
	Add new device		
2	📥 Devices & networks		

- Selecione a opção "IHM" e siga a abertura de pastas até encontrar o modelo mostrado. Clique em "OK".
- É importante lembrar que independentemente do tamanho da IHM em polegada (") quando queremos comunica-la com um CLP ela precisa possuir o mesmo protocolo de comunicação que o CLP, neste caso MPI/PROFIBUS DP.

Project Edit View Insert Onlin	la new device Device name:			×	ally Integrated Automatic POF	n RTAL	~
Project tree	HMI_1]		ware catalog 🛛 🗊		
Devices Devices Devices and the service device a methods Device configuration Device configurati	Controllers	 IMM SimMARC Esisc Panel SimMARC Esisc Panel SimMARC Panel SimMARC Panel SimMARC Panel SimMARC Panel SimMARC Panel SimMARC Panel 	Device: Article no.: Version: Description: and Touch pr <u>University</u>	LTT000 Basic color DP LMVE 647-04E 11-3AVD 12.0.0 play, 640 x 480 pixel, 256 colors; key colors, 880 colors; key co	NS talog the Cho Cho Cho Cho Cho Cho Cho Cho		🗄 Hardware catalog 🛛 Online tools 🚯 Tasks 📄 Libraries
✓ Portal view	Start device wizard			OK Cancel	asso opened.		

4. Estabelecendo a comunicação entre IHM Simulada e o CLP Físico

• A seguinte tela será aberta, nela realizaremos a comunicação entre a Interface Homem Máquina e o Controlar Lógico Programável.

Siemens - F:\PassoAPass	o\PassoAPasso					_ # X
Project Edit View Inser	UNU Device Wiened KTD10	Madani Itala 00 Basia aslas DB			arated Automatio	
👎 📑 🔒 Save project ا	HMI Device Wizard: KIPTO	OO Basic color DP		×	POR	TAL
Project tree					talog 🗐 🗍	
Floject liee		PLC connections				
Devices		Configur	e the PLC connection(s).			
1 EX						Ha
ž						wb
PassoAPasso						are
Add new device	PLC connections				(i)1	MT S
👋 📥 Devices & netwo		and a second			ofile: <all></all>	1
🗧 💌 🧊 PLC_1 [CPU 313(Screen layout					~ 9
Device config						
Online & diag	Alarms					- 2
🕨 🔂 Program bloc			Communication driver:			9
🕨 🙀 Technology o	Screens		<plc></plc>			i ii
🕨 🐻 External sour	Suntam series					e to
PLC tags	System screens		Interface:			0
PLC data type	Buttons		×		12BIT	
🕨 🌄 Watch and for	buttons				12BIT	
🕨 🙀 Online backu		HMI_1		c.l	12BIT	-
Device proxy		KTPTOOD Basic colori	JP	Select FLC	7 332-5HF00-0AB0	ask
Program info				Browse 🔻	16BIT	= 0
PLC supervisi					JI420mA, Ex	
PLC alarm tex					HARI, EX	2
Local module					IGBITHAKI	ibra
Ungrouped devic					isations modules	arie
Security settings					ications modules	ŝ
Common data						
Documentation :						
Online access	Save settings		<< <u>B</u> ack Next >>	Einishvar b Vgancebw	modules	~
Dotails view				Acesse Contiguieroes p	nativar o Window	10001
Vetalis view	I a				SH STANDING WITHOUT	2012
 Portal view 	22 Overview PLC_			🖃 🗹 Project PassoAPasso ope	ned.	

• Clique na opção "Browse" e selecione o CLP que foi adicionado, como mostra a figura.

VA 1	iemens - F:\PassoAPas	so\PassoAPasso		_ # X
Proj	ect Edit View Inse	Calles Calless Tests	feadeuri Hele	Registed Automation
-	Save project	HMI Device Wizard: KTPTUU	U Basic color DP	PORTAL
	Project tree			talog 🗖 🗓 🕨
			PLC connections	
-	Devices		Configure the FLC connection(s).	
	ÊŇ			
ž				Wa
two is	PassoAPasso			5 feet lies
Ĕ.	Add new device	PLC connections		
90 10	📩 Devices & netwo			ofile: All>
<u>.</u>	PLC_1 [CPU 3130	Screen layout		<u>^</u>
Se .	Device config			
	😵 Online & diag	Alarms		<u></u>
	Program bloc	Scroops	Communication driver:	01
	Technology of	Screens	PLC:	ine
	External sour	System screens		to
	PLC tags	System serveris	Interface:	
	C PLC data type	Buttons		12011
	Watch and for		UM 1	12011
	Online backu		KTP1000 Basic color DP Select PLC	12 333 EHEOD 04P0
	Device proxy		Reference and an and a second a	
	Program into		Biowse 🔻	
	PLC supervisi			
	E ruc alarm tex		Name	CPU type
	 Lingrouned devic 		None	bra
	Security settings		PLC_1	CPU 313C 7.
	Common data			S
	Documentation 1			
	Languages & res			
	Online access	Save settings	≪ <u>B</u> ack Next≫ Ativar o Window	/S
	Details view		Acesse Configurações	para ativar o Windows.
	1 Decision Interv			
	Portal view	DVerview 6 PLC_1		

• Feito isso a seguinte tela será aberta, nela podemos ver a interface de comunicação, só relembrando MPI/DP.

Ma Siemens - F:\PassoAPasso\PassoAPasso		_ # X
Project Edit View Insert HMI Device Wizard: KTP1	00 Rasic color DP	x grated Automation
📑 📑 🔚 Save project 🔳		PORTAL
Project tree	DLC connections	talog 🛋 🗈 🕨
Devices	Configure the PLC connection(s).	
Priz		
9 E		
ParroáParro		Var and the second seco
Add new device PLC connections		8 Test 444
Devices & netwo		ofile: <all> 💌 💓 🗧</all>
FILC_1 [CPU 3130 Screen layout		Ď A
Device config		
Online & diag Alarms	9	<u>-</u>
Program bloc Screens	Communication driver:	<u></u>
Technology of Screens	SIMATIC 57 300/400	
System screens		5
PIC data type	Interface:	12BIT
Watch and for	MPI/DP (X2)	12BIT
🕨 🙀 Online backu	HMI_1 PLC_1	12BIT
Device proxy	KTP1000 Basic color DP CPU 313C	7 332-5HF00-0AB0
Program info	Browse	- 16BIT ≡ 6
🖙 PLC supervisi		0/420mA, Ex
E PLC alarm tex		HART, EX
Local module		
Garding Congrouped device		ications modules
Common data		0
Documentation :		
▶ 🧱 Languages & res		
Gonline access	≪ <u>B</u> ack <u>N</u> ext≫ <u>Ei∆i\$h</u> //ar	MGancelow modules
> Details view	Aresse (a	are provinces and a tivar o Windows.
Portal view 🗄 Overview 🚠 PLC	📑 🗸 Project	PassoAPasso opened.

- Nessa aba podemos configurar o layout das telas da IHM.
- Verifique se todas as caixas de seleção estão marcadas e depois clique em "Next".

VA Siemens - F:\PassoAPasso\PassoAPasso			- # ×
Project Edit View Insert Outine Continue Tests		arated Automation	
MI Device Wizard: KTPT00	U Basic color DP	PORT	AL
Project tree Devices	Screen layout Select the screen objects to be displayed.	talog 🔳 🗊	
 Bi		1	Ha
PassoAPasso Add new device Devices & netwo Tim PLC_1 (DPU 313) Screen layout	Screen Preview	ofile: <all></all>	dware catalog
Alarms	Resolution 640 x 480 pixe - status		Q.]
Program bloc Screens	Background color] Online
Pl C tags System screens	Header		too
Dec tags Dec tags	✓ Date/hime vi al. al. <td< td=""><td>12BIT 12BIT</td><td>is a</td></td<>	12BIT 12BIT	is a
Online backu		12BIT	T
Device proxy		16BIT	= lisks
PLC supervisi		0/420mA, Ex	
PLC alarm tex		HART, Ex	
🕨 🧊 Local module		16BIT HART	Lib
Geury settings Gommon data Gommon data		ications modules	raries
🕨 词 Languages & res			
Gonline access Save settings	≪ <u>B</u> ack Next≫ Einishvar b√Gancebw	modules	~
> Details view		ativar o Windows	10-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-
Portal view 🗄 PLC_1	📑 🗸 Project Passo APasso ope	ened.	

- Nesta aba é possível configurar alguns parâmetros para os alarmes, neste exemplo deixamos todos selecionados.
- Clique em "Next".

VA Sieme	ens - F:\PassoAPas	so\PassoAPasso				-	×٦
Project	Edit View Inse	HMI Device Wizard: KTP1000 Ba	sic color DP		grated Autom	ation	
🗄 🖪 🛛	🚽 Save project 📑					PORTA	L
Proje	ect tree		Alarms		talog		
De	vices		Configure the alarm s	ettings.			
1							Ha
ž					-		dw
8 - 11	PassoAPasso						are
la	Add new device	PLC connections				Ten Len	12
2	📩 Devices & netwo	-			ofile: <all></all>	- 📑	alo
8 -	PLC_1 [CPU 3130	Screen layout 🥥	Alams	Preview		^	ē
)ev	Device config						
-	🛂 Online & diag	Alarms 🥥	Unacknowledged alarms	SECURE Aut com			8
	Program bloc	Samana 🔷	Pending alarms		m		9
	Technology of	Screens	Active system events				line
	External sour	System screens		No. Time Date			to
	PLC tags	System serveris 🥥			120/7		slo
	Le PLC data type	Buttons			12811		
	Watch and for			11	12011		
	Online backu				12011 17 332-5HE00-04	480	Ta
	Device proxy					=	ska
	Program into				3/4, 20m A Ex		1
	PLC supervisi				HART, Ex		m
	Local module				16BIT HART		-
							bra
	Security settings				ications module	as	rie
	Common data						1
•	Documentation :						
•	Languages & res						
> 🖬	Online access	Save settings	<< <u>B</u> ack	<u>Next</u> <u>Einish</u> <u>A</u>	ACancelow modules	~	
> De	etails view			Aresse (and	nunarons nabn ativar o Wir	ndows.	1
∢ P	ortal view	🗄 Overview 🔥 PLC_1		📑 🗸 Project Pas	ssoAPasso opened.		
-	<u>ه</u> 📄 م				へ ゆり) 🕀 POR 19:4 30/09/	14 2024	b

- Na tela abaixo é possível adicionar outras telas de visualização no projeto. Existe outra maneira de adicionar uma tela, será explicada mais adiante.
- Clique em "Next".

VA Siemens - F:\PassoAPas	so\PassoAPasso			_ # ×
Project Edit View Inse	·	Madam Hala	Invated Automation	
👎 🎅 Save project 💻	HMI Device Wizard: KTP10	00 Basic color DP X	POR	TAL
Project tree		Screen navigation	alog L' I	
Devices		Add new screens by clicking this button: +		100
				Ha
*			·	- dv
		Add screen 🙀 Delete screen 🔄 Rename 🙀 Delete all screens		are
PassoArasso	DIC connections	0	144	init o
Add flew device	PLC connections	v	ofile: <all></all>	1
	Screen lavout	0		- Og
	Screeningour			
Online & diag	Alarms	Q		0.
Program bloc				0
Technology of		<u>)</u>		1
External sour				let
PLC tags	System screens			00
PLC data type			12BIT	S
Watch and for	Buttons	🧶 🕒 🗄 🔽	12BIT	-
🕨 🙀 Online backu		Postseren	12BIT	
Device proxy		Rootscreen	7 332-5HF00-0AB0	as
Program info			16BIT	≡ ks
🕞 PLC supervisi			0/420mA, Ex	
PLC alarm tex			HART, Ex	
Local module			16BIT HART	5
Ungrouped devic				rari
Security settings			ications modules	es
Common data				
Documentation :				
Languages & res	Save rettingr	Rack Next So Finish (Cancel)		
Online access	20ve settings	CORRECT TRANSMITTER	modules	~
> Details view		Aresse Contigurarces p	bn ativar o Window	S
Portal view	🗄 Overview 📩 PLC_	1 🔤 🔽 Project PassoAPasso ope	ned.	

- Na tela a seguir é possível realizar configurações mais avançadas para as telas, como definir usuários, por exemplo.
- Neste caso não serão usadas configurações mais avançadas para as telas da IHM, por isso clique em "Next".

₩3	Siemens - F:\PassoAPas	so\PassoAPasso						- 1	×٦
Pro	oject Edit View Inse	HMI Device Witzerd: KTR10	00 Rasic color DP				agrated Automatic	on	
3	🔁 🔚 Save project 🏭	Timi Device wizaru, Kirro	JO Basic Color Dr				POI	RTAI	-
	Project tree						talog 🗖		
-	Daviasa		System screens						610
	Devices			lect the system screens			-	-	H
	1 A								ard
¥.									Wa
etw	PassoAPasso						iti i	init	reo
Ē	Add new device	PLC connections	2			SIMATIC PLC			ata
5	Devices & netwo	Scroop Javout	2			System diagnospes view	one. Cars		log
vic	 PLC_1 [CPU 3130 Device confe 	Screen layout							
õ	Q Online & diag	Alarms	0			Project			Q.]
	Program bloc		T.		i	information			0
	Technology of	Screens	2						nlir
	External sour								le t
	PLC tags	System screens				User			00
	🕨 🚺 PLC data type	Buttons			11	administration	12BIT		S
	Watch and for	buttons	Root screen	System			12BIT		
	🕨 🙀 Online backu			screens			12BIT		F
	Device proxy						7 332-5HF00-0AB0		ask
	Program info						10011 2/4, 20m A Ex	-	S
	PLC supervisi					Operating moder	HART FX		m
	 I co al module 					- I annual an autobios	16BIT HART		5
	Ungrouped device					Ctas Dusting	a station of the		bra
	Security settings					stop kunume	ications modules		ries
	🕨 🙀 Common data								
	Documentation :		<u>S</u> elect all				-		
	Languages & res			Concernation (Neutro	Finish	-		
	Online access	Save settings		<< <u>D</u> dCk	Mext >>	Dust Varia Vearcelow	modules	~	
	> Details view			operates [Alassian matatifal listications	Binativar o Windo	WS.	
	Portal view	🗄 Overview 🔥 PLC_1				📑 🔽 Project PassoAPasso op	ened.		

- Na tela a seguir é possível configurar os botões que aparecerão na tela da IHM.
- Clique em "Finish".

📑 🔚 Save project 🔠	vice Wizard: KTP1000 Ba	sic color DP		PORTA
roject tree Devices		Buttons Add buttons with drag-a	nd-drop or by clicking on available system buttons.	talog 🔊 🗊 k
PassoAPasso	PLC connections			ofile: <all></all>
Device config	Screen layout	System buttons	Preview	
 Online & diag Program bloc 	Alarms 🥥	Log on Language	SUBJECTION And LOW	
Technology o External sour	Screens System screens		No. Time Date	
Logs PLC tags PLC data type Match and for	Buttons 🥥		ai	12BIT 12BIT
Conline backu				12BIT 17 332-5HF00-0AB0
Program info				16BIT
PLC supervisi			Dutters area	HART, EX
Local module			Left Sottom Right	16BIT HART
Get Common data			Reset all	ications modules
Documentation :				
Languages & res Online access	ie settings	≪ <u>B</u> ack	Next >> Einish	elow modules

5. Conexões entre Dispositivos

 Para verificar como os dispositivos que foram anteriormente adicionados no TIA PORTAL estão conectados clique duas vezes em "Devices & networks".

Devices	
B	
PassoAPasso	^
PassoAPasso Add new device	^

 É possível verificar que o Controlador Lógico Programável e a Interface Homem Máquina estão conectados.



6. Blocos utilizados na programação (OB, FB e FC)

FC (Função):

- Eles não possuem memória, por isso depois que são executados os dados das variáveis/Tags temporários são perdidos.
- O FC é usado em programação de funções complexas utilizadas muitas vezes no projeto ou mesmo para a organização de determinada parte do programa.
- Lembrando que quando se trabalha com um FC é preciso adicioná-la em um local do programa (neste caso no Main), em seguida inserir as linhas de programação dentro dele.

FB (Bloco de Função):

- A principal diferença entre ele e o FC é que o FB consegue armazenar seus os valores das variáveis permanentemente em um Banco de Dados (DB instance).
- Isso faz com que os dados presentes nesse bloco permanecem disponíveis para utilização mesmo depois que o FB já tenha sido executado.
- Vale lembrar ainda que para as informações permanecerem ativas e poderem ser usadas depois de uma eventual falta de energia no CLP deve-se marcar a opção RETENTIVA na declaração das variáveis da FB.
- A mesma adição e programação explicada para o FC vale para o FB.

OB (Bloco de Organização):

- É um bloco que possibilita a comunicação entre o sistema operacional do CLP e o programa do usuário.
- O bloco de organização pode ser programado pelo usuário, como será mostrado nesse bloco iremos definir o ciclo de trabalho do nosso programa.

7. Programação do CLP

Main: Nele serão inseridas as chamadas das funções (FC) e dos blocos de função (FB) a serem executados.

Network 1

- Nessa linha o bloco de função FB5 está recebendo os valores das variáveis ou tags de memória do botão para selecionar o controle de nível e o valor do botão de reset, esses dois botões estão presentes na IHM.
- Após executar esse bloco de função o valor da saída será armazenado em uma memória chamada ativaN.



- Nessa linha o bloco de função FB4 recebe o valor das variáveis de entrada (do botão start e do stop, ambos presentes na planta didática).
- Esse FB recebe também o conteúdo das memórias (ativaN, memoria_selo, memoria_bomba_digital, memoria_habilita_valvula_proporcional).
- Após a execução dele temos duas saídas (bomba_digital e habilita_valvula_proporcional).



- Network 3
- Nessa linha a função FC2 recebe o valor das variáveis de entrada (B113, B114, S112 e S117 que correspondem aos sensores que detectam determinados níveis nos tanques).
- Após a execução dele temos quatro saídas que serão armazenadas em memórias e exibidas por meio das ferramentas de visualização da IHM.



- Network 4
- Nessa linha temos uma etapa de verificação antes de chamarmos o bloco de função FB1, basicamente estamos verificando:
- Se o aluno (usuário) apertou o botão para o controle de nível na IHM;
- Se o set point digitado na tela que mostra o gráfico do controle de nível é maior que 0;
- Se a memória (presente no FB4) que sela o acionamento da bomba e mantem a válvula proporcional habilitada.
- Após a execução dele o CLP irá verificar novamente a Network 1, isso porque ele realiza verificações sequenciais de cima para baixo no programa



Set/Reset Funções:

Network 1

 Nessa linha temos estamos verificando se o usuário apertou o botão para habilitar o controle de nível.



• Network 2

 Nessa linha estamos verificando se o usuário apertou o botão para resetar a memória que ativa o controle de nível.



Verificações dos Botões

- Network 1
- Nessa linha estamos verificando se o botão start foi apertado e se o botão stop não foi (está um contato aberto porque fisicamente o botão é normalmente fechado).
- Caso essa situação ocorra a memoria_selo será acionada, mantendo essa linha energizada mesmo que o botão start não seja mais apertado.
- Isso acontecerá até o botão stop ser acionado, quando isso ocorrer o selo é quebrado.
- Dessa forma é possível controlar o acionamento das memórias utilizadas para acionar a bomba e habilitar a válvula proporcional.



• Network 2

 Nessa linha verificamos se a memória para acionar a bomba foi ativada, se o usuário apertou o botão para ativar o controle de nível, se o botão stop não foi apertado e se o set point digitado na tela que mostra o gráfico do controle de nível é maior que 0; Caso todas as condições estejam corretas a memória que liga a bomba digital será acionada.



- Network 3
- Nessa linha são feitas as mesmas verificações, mas nesse caso consideramos a memória que habilita a válvula proporcional;
- Caso essas condições estejam corretas a válvula proporcional é habilitada e pode ser ativada.



Sensores Digitais: Nas quatro linhas a seguir estamos verificando se o sensor de nível correspondente foi ativado ou não. Independente do estado do sensor as memórias de saída equivalentes desses sensores irão ser utilizadas na IHM para exibir o nível do tanque



• Network 3

•



Controle Nível

• Network 1

- Nessa linha o bloco MOVE é responsável por receber o valor vindo do sensor do sensor ultrassônico e convertê-lo e armazená-lo em uma memória do tipo Dint;
- O valor convertido é enviado para o bloco CONV. Ele irá converter e armazenar o valor de Dint para Real.



- Nessa linha o bloco UNSCALE recebe o valor da memória vinda do bloco CONV e realiza uma conversão desse valor para uma escala de 0 até 27100, apenas se a memória bipolar estiver acionada;
- Após realizar a conversão de uma escala para outra esse bloco produz duas saídas:
- O valor da primeira é armazenado em uma memória de retorno do bloco (não será utilizado futuramente, mas precisa ser definida);
- O valor da segunda saída é armazenado em uma memória.



• Network 3

 Nessa linha o bloco MOVE é responsável por receber o valor vindo do bloco UNSCALE, convertê-lo e armazená-lo em uma memória final.



- Nessa linha temos o bloco utilizado para realizar o controle do nível (podendo ser P, PI e PID);
- Para o funcionamento desse bloco é preciso definir duas memórias:
- A primeira aberta ligada na entrada MAN_ON para habilitar o controle manual.
- A segunda fechada para habilitar a leitura e conversão realizada internamente no bloco CONT_C;
- É preciso ligar a memória SP_INT (para passar o valor digitado na IHM para o bloco)
 e a memória que contem o valor já convertido do sensor ultrassônico
 (PV_PER_FINAL);
- É necessário também colocar as memórias (kp, ki, kd) utilizadas para que o supervisório consiga passar os valores digitados pelo aluno para o bloco CONT_C;
- Por fim o bloco CONT_C irá produzir sete saídas:
- LMN que contém o valor analógico para a ação da válvula proporcional;
- LMN_PER utilizada para passar o valor já convertido em porcentagem para a saída que irá acionar a válvula proporcional, dessa forma é possível controlar a abertura da válvula e realizar o controle de malha fechada definido.



- 8. Criação da tela Principal (Menu)
- Para adicionar uma nova tela abra a pasta "Screens" e clique duas vezes em "Add new screen".



• A seguinte tela será aberta.



 Vale lembrar que é possível renomear uma tela, para isso clique com o botão direito do mouse no nome da tela e depois selecione "Rename" ou clique na tela e depois em F2.

🔻 🛅 Screens				
📑 Add new screen				
Controle Nível				
Diagrama Nivel				
Meņu.				
OP - Open				
PID 💼 Copy	Ctrl+C			
🕨 💽 Screen 📋 Paste	Ctrl+V			
🕨 🔁 HMI tag 🗙 Delete	Del			
Connec Rename	F2			
5 3 1 10 0 - L-				

9. Ferramentas para elaboração das telas

- Para desenvolver as telas da Interface Homem Máquina (IHM) é necessário utilizar as ferramentas presentes no próprio TIA PORTAL nas abas:
- Basic objects: linhas, formas geométricas e caixas de texto;
- Elements: set points, botões de acionamento, graphic I/O field, barras de visualização;
- Graphics: nela existem várias pastas que podem ser acessadas e utilizadas para adicionar as imagens dos sensores, atuadores e tubulações.
- Será entregue para a Fatec uma pasta contendo algumas imagens já prontas e que recomendamos serem utilizadas.
- Observação: Existem vários tutoriais na internet que explicam como utilizar as ferramentas para elaboração de IHMs no TIA Portal, neste manual será explicado como o aluno poderá desenvolver a tela para o Menu.

10. Desenvolvimento da tela de Menu

• A tela a ser desenvolvida é a seguinte.



- Primeiramente é necessário acessar a pasta que será fornecida aos alunos com as imagens do projeto, caso queiram, é possível utilizar somente as ferramentas do Tia Portal para elaboração das telas.
- Clique com o botão direito do mouse em "My graphics folder" e depois em "Link".

>	Basic objects
>	Elements
>	Controls
~	Graphics
13	
- !	WinCC graphics folder
	🕨 🞦 Equipment
	沟 Navigate & operate
	Plant products
	🞦 Technology
1	My graphics foldor
	Link Ctrl+N
	Edit link
	Rename F2
	Remove Del
	Update F5
	Open folder
	Am - F

• Selecione o local onde a pasta de Fotos PI está no computador.

rocurar Pasta ×					
📃 Área de Trabalho	^				
> 🔷 OneDrive					
> 🤱 Administrador - 107					
> 💻 Este Computador					
> 📻 Bibliotecas					
> BRUNO (F:)					
> 🚅 Rede					
> 📴 Painel de Controle					
🔯 Lixeira	~				
Criar Nova Pasta OK Cancel	lar				

• Selecione a pasta Fotos Pl

WinCC Engine	ering System	×
Create link	to folder	
Name	Graphics	
Path	F:\Pastas\5° Semestre\CLP2\Fotos PI	
		Consol
	OK	Cancel

• Perceba que uma nova pasta foi adicionada



• Clique duas vezes no ícone "Graphics" e arraste o campo até aparecer a seguinte imagem



• Para adicionar as tubulações retas, válvulas manuais, sensor ultrassônico, tanques e reservatório selecione os objetos da pasta e arraste-os para a tela da IHM.



• Para adicionar as tubulações em curva e as tubulações em T navegue pela pasta "Equipment", selecione as imagens e arraste-as para a tela da IHM.



 Adicione agora o sensor de pressão, as válvulas restantes e o sensor de temperatura da pasta "Equipment".



• Utilize linhas, círculos e textos para nomear os componentes e quase finalizar a tela de Menu. Para isso acesse a pasta Basic Objects.



 Adicione agora os botões de acionamento e o elemento Graphic I/O Field da pasta "Elements"



- 11. Elaboração da tela de Definição do modo de Visualização para o Controle de Nível
- Utilize botões de acionamento e caixas de texto para desenvolver a seguinte tela.



12. Desenvolvimento da tela do Controle do Nível

• Selecione e arraste botões de acionamento, caixas de texto, set points, displays e um gráfico das pastas presentes no lado esquerdo da tela do Tia Portal.



13. Elaboração da tela dos Parâmetros para o Controle do Nível

• Utilize as mesmas ferramentas do item anterior para desenvolver a tela a seguir.



14. Elaboração da tela Diagrama PI&D Nível

 Adicione uma barra visualizadora (para mostrar o nível no tanque 1), uma lâmpada para indicar se a planta está ligada ou não e mais três botões de acionamento. Uma dica é copiar e colar os objetos da tela Menu, economizando tempo para elaboração do supervisório.

