



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
Campus Guarulhos

Tecnologia em Automação industrial

Aluno 1

Aluno 2

Aluno 3

Título do TCC

GUARULHOS

2025

Título do TCC

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus
Guarulhos, como requisito para obtenção
conclusão do Curso Superior de Tecnologia
em Automação Industrial.

. Orientador: Prof.

GUARULHOS

2025

AGRADECIMENTOS

~~Gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a todos que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso.~~

XXXXXXXXXX

APRESENTAÇÃO

“EXEMPLO”: No âmbito deste projeto, foram analisados e descritos dois tanques essenciais: o "Tanque Principal" e o "Reservatório". A monitorização cuidadosa dos parâmetros específicos nesses tanques é crucial para garantir o funcionamento eficaz do sistema, destacando-se a importância do controle de temperatura e nível para manter as condições ideais do conteúdo armazenado. Além disso, foi implementado um sistema de controle e supervisão para interagir com o sistema, software Indusoft, a fim de monitorar e controlar o sistema de forma eficiente.

Este documento serve como um guia valioso para a elaboração de trabalhos científicos, oferecendo uma visão abrangente do projeto em questão e esperando-se que seja uma fonte útil e esclarecedora para todos os envolvidos neste estudo académico.

RESUMO

XXXXXXX.

Abstract

XXXXXX

Lista de Ilustrações

“EXEMPLO:”

Figura 1 - Fluxograma da metodologia.	17
Figura 2 - Ajuste do sensor de pressão por torneamento.	18
Figura 3 - Acoplamento do sensor de pressão no flange	19
Figura 4- Desenvolvimento e Simulação de um Circuito de Comando Utilizando o Software CAdE_SIMU	23
Figura 5 - Demonstração de Funcionamento em simulação Tela Principal Sinótico	28
Figura 6 - Demonstração de Funcionamento em simulação Tela Alarme	29
Figura 7 - Demonstração de Funcionamento em simulação Tela Trend	30
Figura 8 - Demonstração de Funcionamento em simulação Tela Evento	31
Figura 9 – Programação MachineExpert	34
Figura 10 - Demonstração de Funcionamento Vijeo Designer Basic	39
Figura 11 - Demonstração de Funcionamento Schneider Ecostruxure Machine Expert – Basic	40
Figura 12 - Exemplo para comunicação de CLP	41
Figura 13 - Material didático para comunicação de CLP	41
Figura 14 - - Instruções de parametrização do suporte da Schneider pelo Email.	42
Figura 15 - Informações do suporte da Schneider	43
Figura 16 - Instruções do suporte da Schneider	44
Figura 17 - Indicação do suporte da Schneider recomendando adquirir o cabo de comunicação	45
Figura 18 - - Indicação do suporte da Schneider	46
Figura 19 - - Modscan.	47

SUMÁRIO

“EXEMPLO”

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Motivação	11
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos	12
1.3	Estrutura do Trabalho	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3	MATERIAIS E MÉTODOS	17
3.1	Estrutura	18
3.2	Modelagem	21
3.2.1	Finalidade e Funcionalidade dos Componentes	21
3.3	Elétrica	23
3.3.1	PID	26
3.4	Software	28
3.4.1	INDUSOFT	28
3.4.2	MachineExpert	33
3.4.3	Funcionamento do Sistema	35
3.4.3.1	Rung 0 - Início do Programa	36
3.4.3.2	Rung 1 - Leitura do Sensor Baixo do Reservatório	36
3.4.3.3	Rung 2 - Leitura do Sensor Baixo do Tanque	36
3.4.3.4	Rung 3 - Acionamento da Bomba	36
3.4.3.5	Rung 4 - Leitura do Sensor Alto do Tanque	37
3.4.3.6	Rung 5 - Desligamento da Bomba	37
3.4.3.7	Rung 6 - Estado da Memória	37
4	DESENVOLVIMENTO E TESTES	38
4.1	Desafios na Comunicação via RS485:	38
4.2	Avanços e Testes Realizados	49
5	PROPOSTAS FUTURAS	52
5.1	Integração de Sensores Avançados	52

5.2 Automação Inteligente

1 INTRODUÇÃO

XXXXXX

1.1 Justificativas

XXXXXXX

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

XXXXXXX

1.2.2 Objetivos Específicos

XXXXXX

1.2 Estrutura do Trabalho

EXEMPLO: O primeiro capítulo introduz o projeto, explicando a motivação para a criação de um sistema de controle de temperatura e nível de água. Aborda os objetivos principais e específicos do estudo, destacando a importância de desenvolver uma metodologia robusta para a integração de sensores e atuadores, além do uso de um CLP TM221M16T e sistemas de controle PID. Este capítulo estabelece a estrutura geral da pesquisa e a relevância do trabalho.

O segundo capítulo fornece uma contextualização detalhada sobre o controle de processos em automação industrial. Descreve a aplicação de tecnologias de controle e monitoramento, como sensores de nível e temperatura, válvulas solenoides, resistências e sistemas SCADA. Também aborda a revisão de metodologias e práticas anteriores que servem de base para o desenvolvimento do projeto.

O terceiro capítulo detalha a metodologia aplicada no desenvolvimento do sistema de controle. Explica os métodos utilizados, os componentes envolvidos e as peculiaridades do procedimento. Inclui a integração dos sistemas de controle, a validação através de experimentos laboratoriais e a adaptação da metodologia para diferentes cenários industriais.

No quarto capítulo, são apresentados os resultados obtidos durante o estudo. Este capítulo fornece uma análise detalhada dos dados coletados, dos testes realizados e da eficácia da metodologia proposta. Também discute as dificuldades encontradas e as melhorias identificadas durante a implementação e validação do sistema, incluindo a adaptação aos requisitos específicos de processos industriais.

O quinto e último capítulo oferece as conclusões do trabalho, destacando as contribuições do estudo para o avanço do conhecimento na área de controle de processos e automação. São apresentadas sugestões para futuros projetos, com base nas descobertas e nas áreas de melhoria identificadas ao longo da pesquisa.

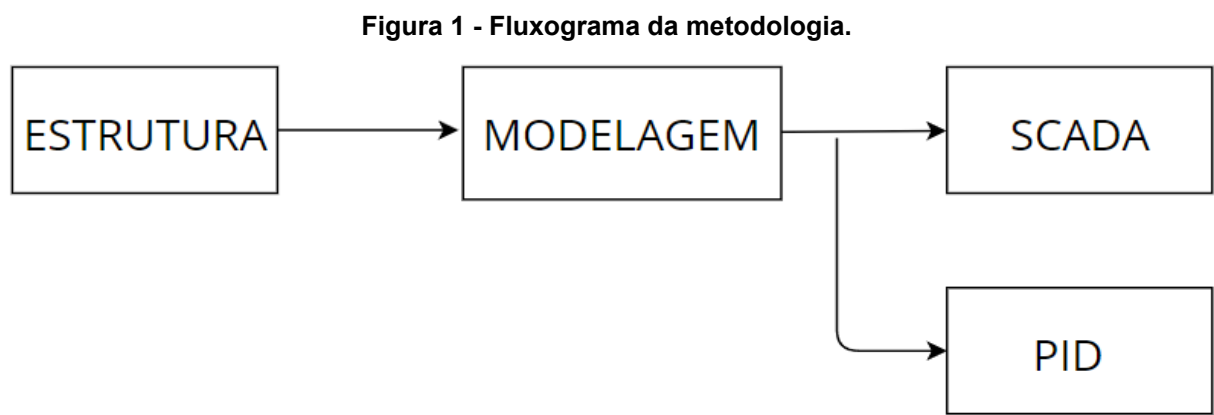
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

XXXXXX

3 MATERIAIS E MÉTODOS

XXXXXXX

“EXEMPLO”



Fonte: Autoria própria, 2024.

3.1 Estrutura

XXXXXXXXXXXX

“EXEMPLO”

Figura 2 - Ajuste do sensor de pressão por torneamento.



Fonte: Autoria Própria 2024.

“EXEMPLO”

Figura 3 - Acoplamento do sensor de pressão no flange



Fonte: Autoria própria 2024.

Modelagem

3.2.1 Finalidade e Funcionalidade dos Componentes

O sistema de controle de temperatura e nível da água é composto por diversos componentes que garantem seu funcionamento eficiente e automatizado. As válvulas solenoides desempenham um papel fundamental no controle do fluxo de água. A válvula solenoide de latão 2/2 vias com rosca de 1/2" permite ou bloqueia a passagem da água conforme o acionamento do CLP, enquanto a válvula de vazão solenoide para irrigação, também com rosca de 1/2" e operando em 24V, regula o fluxo adequado para o enchimento do tanque. Ambas contam com canaletas para a organização e proteção dos fios de controle.

3.2 Elétrica

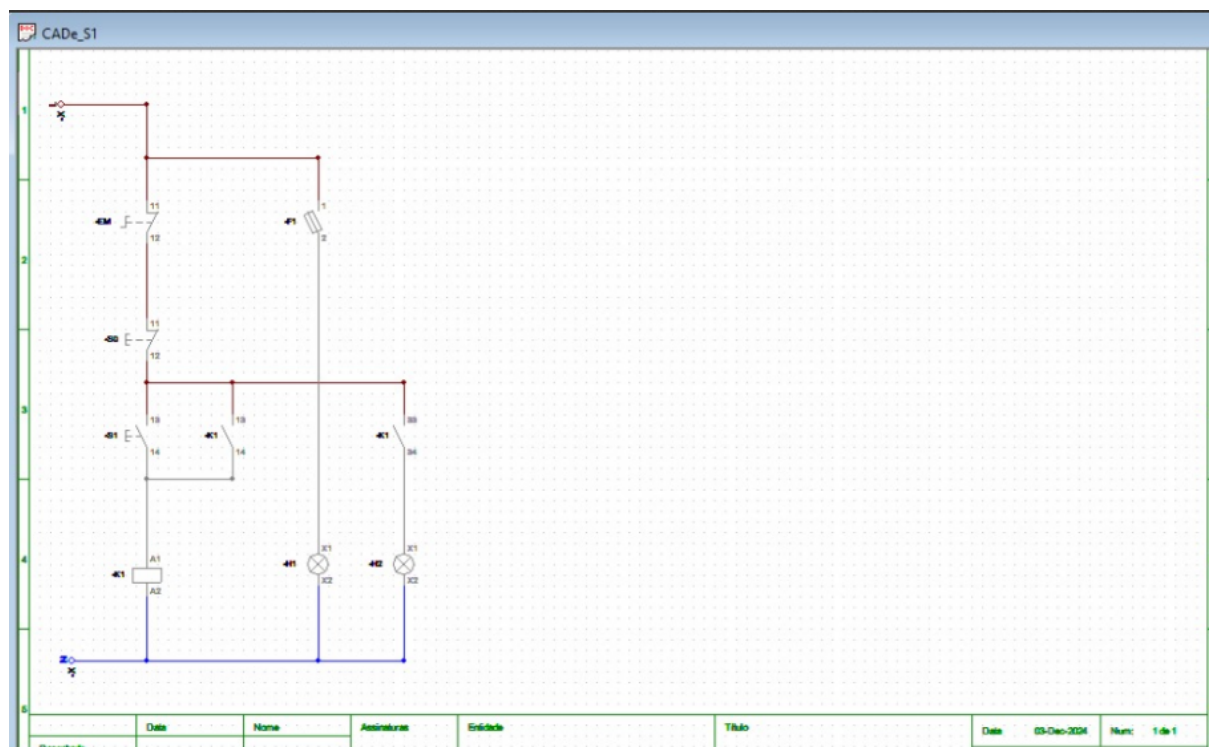
O circuito elétrico representado no diagrama foi desenvolvido utilizando o software CADe_SIMU, uma ferramenta de simulação de circuitos elétricos amplamente utilizada no curso de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de São Paulo – Campus Guarulhos. A escolha desse software se deve à sua praticidade e interface intuitiva, permitindo que os alunos projetem e testem circuitos de forma eficiente antes de sua implementação prática. Além disso, a familiaridade adquirida com essa ferramenta durante as aulas tornou seu uso mais acessível e ágil para a validação do funcionamento do sistema.

Figura SEQ Figura * ARABIC 4- Desenvolvimento e Simulação de um Circuito de Comando Utilizando o Software CADe_SIMU

“EXEMPLO”

Fonte: Autoria Própria 2024;

O circuito tem como objetivo comandar o acionamento e desligamento de um



contator (K1) utilizando dois botões de pressão: um para partida, identificado como

“EXEMPLO”

3.3.1 PID

O controle PID (Proporcional, Integral, Derivativo) é uma técnica crucial na automação industrial, conhecida pela sua alta eficiência no controle de processos dinâmicos. Desenvolvido por Nicolas Minorsky em 1922, o PID ganhou ampla adoção nas décadas seguintes, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, em setores como petroquímico, químico e automação térmica. Ele é essencial em processos onde há variação e necessidade de estabilidade, sendo um dos pilares da automação moderna, especialmente em sistemas de controle de variáveis como temperatura, pressão e nível de líquidos.

“EXEMPLO”

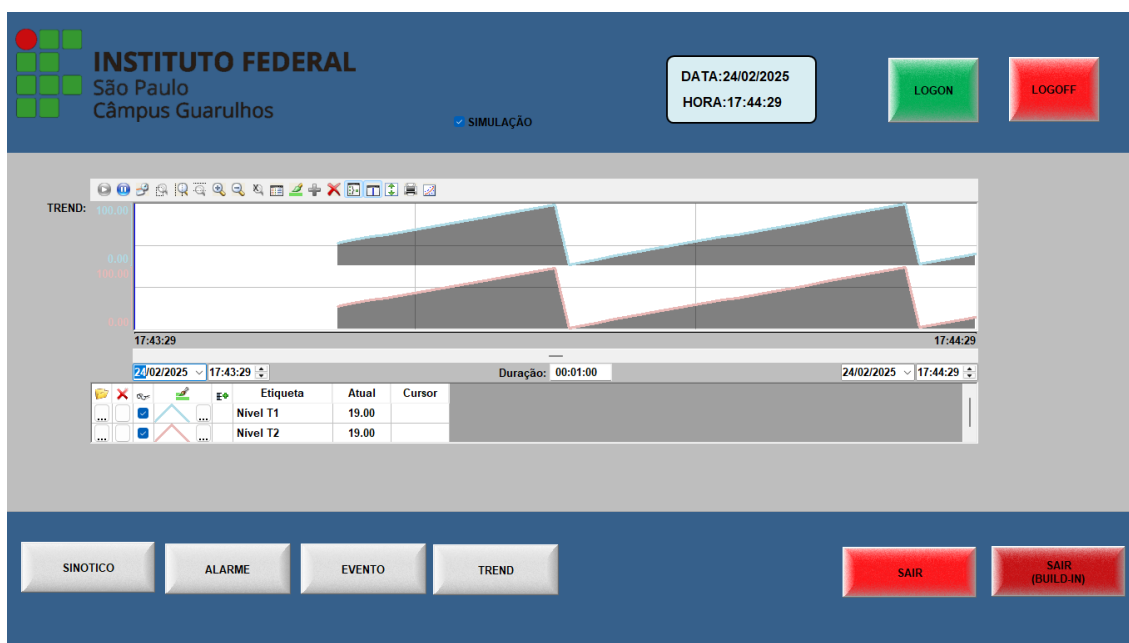
3.3 Software

3.4.1 INDUSOFT

O InduSoft é um software SCADA amplamente utilizado na supervisão e controle de processos industriais, reconhecido por sua flexibilidade, robustez e alta capacidade de integração com diversos dispositivos e protocolos de comunicação. Sua interface gráfica intuitiva permite a criação de telas de monitoramento personalizadas, facilitando o acompanhamento em tempo real das operações críticas operacionais, como o nível e a temperatura dos tanque

“EXEMPLO”

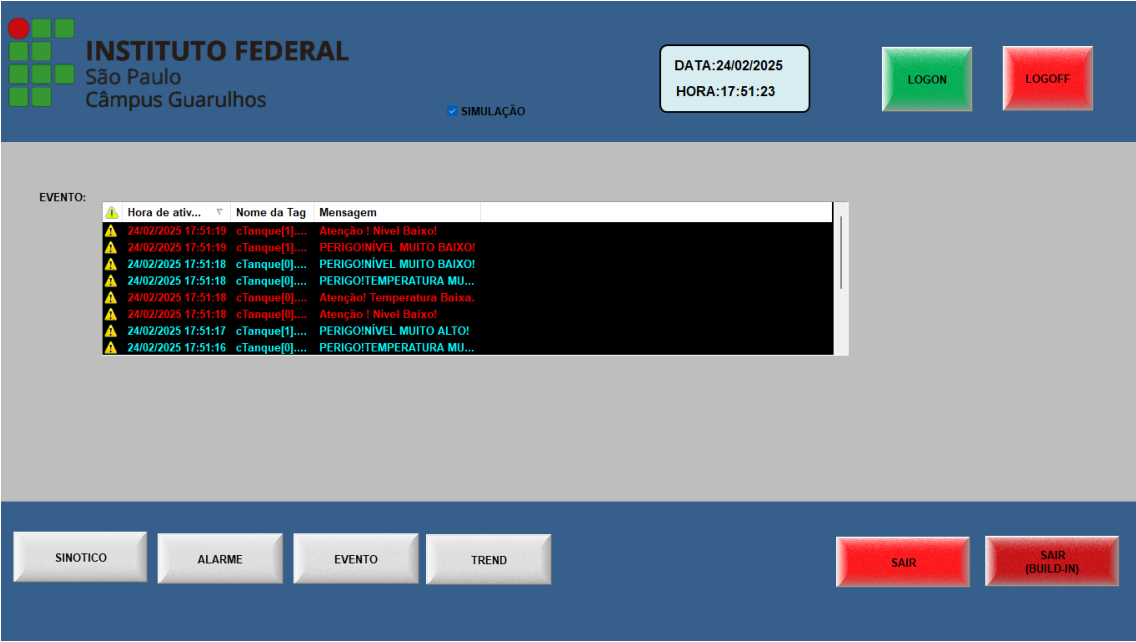
Figura 7 - Demonstração de Funcionamento em simulação Tela Trend



Fonte: Autoria Própria 2024.

~~Outro aspecto fundamental do projeto foi a criação e configuração de variáveis e tags para cada equipamento, com nomenclaturas padronizadas que facilitam a identificação dos dispositivos e a integração entre o SCADA, a programação e o CLP. O software InduSoft já dispõe de uma biblioteca de objetos~~

Figura 8 - Demonstração de Funcionamento em simulação Tela Evento



Fonte: Autoria Própria 2024.

“EXEMPLO”

3.4.2 MachineExpert

~~O MachineExpert da Schneider Electric foi uma escolha estratégica para o desenvolvimento do sistema de controle de temperatura e nível de água no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) devido à sua integração direta e otimizada com o CLP TM221M16T, que desempenha um papel fundamental no gerenciamento de todas as configurações do sistema. O TM221M16T, sendo um driver altamente flexível e robusto, foi projetado para aplicações industriais de médio porte, e o MachineExpert, sendo o software oficial da Schneider Electric, foi desenvolvido especificamente para tirar o máximo proveito desse hardware.~~

“EXEMPLO”

3.4.3 Funcionamento do Sistema

~~O sistema apresentado utiliza um diagrama Ladder que permite a operação automática da bomba. Ele é estruturado em diferentes estágios, denominados degraus (rungs), que seguem a seguinte lógica:~~

~~3.4.3.1 Rung 0 - Início do Programa~~

~~O sistema é iniciado manualmente por meio de uma botocira. Para que o programa continue sua execução, a condição de emergência deve estar desativada. Caso essa condição seja atendida, a memória MEMÓRIA_0 (%M0.0) é ativada, permitindo o funcionamento do sistema.~~

~~3.4.3.2 Rung 1 - Leitura do Sensor Baixo do Reservatório~~

~~Este estágio verifica se o sensor de nível baixo do reservatório está ativado. Esse sensor está conectado à entrada %I0.2, e sua ativação indica um nível insuficiente de água no reservatório. A informação é armazenada na memória %M1.0, sendo utilizada nas etapas subsequentes.~~

~~3.4.3.3 Rung 2 - Leitura do Sensor Baixo do Tanque~~

~~De maneira semelhante ao estágio anterior, este degrau verifica o estado do sensor de nível baixo do tanque. Caso o sensor conectado à entrada %I0.3 esteja ativado, a memória %M1.1 será acionada, permitindo que essa informação seja utilizada na decisão sobre o acionamento da bomba.~~

3 DESENVOLVIMENTO E TESTES

O desenvolvimento deste projeto teve como objetivo principal a criação de um sistema de controle de temperatura e nível de água em um tanque, utilizando o CLP TM221M16T e o software MachineExpert, com controle PID e modulação PWM para garantir o funcionamento preciso e eficiente do sistema. Embora tenhamos alcançado bons resultados em diversas etapas do projeto, enfrentamos um desafio técnico relacionado à comunicação entre o CLP e o notebook via RS485, que impossibilitou a realização de testes completos e a validação final de todo o sistema.

4.1 Desafios na Comunicação via RS485:

Uma das primeiras etapas do projeto foi estabelecer a comunicação entre o **CLP TM221M16T** e o **software MachineExpert** através do protocolo **RS485**. Infelizmente, essa comunicação não foi bem sucedida, o que impediu a interação entre o hardware e o software e, consequentemente, os testes finais do sistema, como a integração do controle PID para temperatura e nível de água. A dificuldade técnica foi relacionada à configuração específica do protocolo de comunicação, e embora o problema tenha sido identificado, não foi possível solucioná-lo no tempo de realização de todos os testes necessários.

4.2 Avanços e Testes Realizados

Apesar dos desafios enfrentados, especialmente com a falha na comunicação entre o CLP TM221M16T e o notebook via RS485, conseguimos avançar consideravelmente na implementação de uma das funcionalidades mais importantes do sistema: o controle de PWM na bomba, fundamental para o controle de nível de água no tanque. A bomba foi devidamente controlada por PWM (Modulação por Largura de Pulso), o que possibilitou a variação precisa de sua velocidade,

4 PROPOSTAS FUTURAS

XXXXX

5.1 Integração de Sensores Avançados

XXXXX

.Automatização Inteligente

XXXXX

5.2 Conectividade com a Internet das Coisas (IoT)

XXXXXX

5.3 Segurança Cibernética Reforçada

XXXX

~~A implementação dessas melhorias futuras tem o potencial de tornar o sistema de controle de tanques mais eficiente, seguro e adaptável às necessidades crescentes da indústria. Com a adoção de tecnologias avançadas, conectividade IoT e uma abordagem voltada para a sustentabilidade, o sistema poderá se posicionar de maneira competitiva no mercado, contribuindo para o sucesso e a longevidade do projeto.~~

CONCLUSÕES

XXXXXX

REFERÊNCIAS

~~AGUIRRE, L. A. Introdução à identificação de sistemas: técnicas lineares e não lineares aplicadas a sistemas reais. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2004.~~

~~AGUIRRE, L. A. Fundamentos de instrumentação. São Paulo: Editora Blucher, 2013.~~

~~ALTMANN, W. Controle prático de processos para engenheiros e técnicos. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2005.~~

~~ALVES, J. L. L. Instrumentação, controle e automação de processos. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2011.~~

~~ALVES, P. R.; SILVA, J. L. Controle de temperatura com algoritmos PID e implementação em CLP. *Revista Brasileira de Automação Industrial*, v. 22, n. 4, p. 45-56, 2023.~~

~~ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.~~

~~ÅSTRÖM, K. J.; MURRAY, R. M. Feedback systems: an introduction for scientists and engineers. Princeton: Princeton University Press, 2008.~~

~~AVEVA. InduSoft Web Studio — Manual do Usuário. [S.l.]: AVEVA, 2020. Disponível em: <https://www.aveva.com/en/products/indusoft-web-studio/>. Acesso em: 22 out. 2024.~~

~~BEGA, E. A. Instrumentação industrial. 3. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.~~

~~BOLTON, W. Programmable logic controllers. 6. ed. Oxford: Elsevier, 2015.~~

~~BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR-12: Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Brasília: MTE, 2010.~~