

Julia Ramalho Costa Souza

Relatório de Estágio Supervisionado

Campina Grande, Brasil

Agosto de 2024

Julia Ramalho Costa Souza

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Graduado em Engenharia Elétrica.

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
Centro de Engenharia Elétrica e Informática - CEEI
Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Orientador: Eisenhower de Moura Fernandes, D.Sc.

Campina Grande, Brasil

Agosto de 2024

Julia Ramalho Costa Souza

Relatório de Estágio Supervisionado

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Graduado em Engenharia Elétrica.

Trabalho aprovado em: / /

Eisenhaver de Moura Fernandes,
D.Sc.
Orientador

George Acioli Junior, D.Sc.
Convidado

Campina Grande, Brasil
Agosto de 2024

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, Christiane e Gerson, que com todo amor e dedicação me guiaram até aqui. Aos meus irmãos mais novos, Davi e Laís, que, mesmo sem perceber, me tornam uma pessoa melhor a cada dia. Sem vocês e Shiro, este momento não teria se concretizado.

A Ítalo e Clarice, fontes constantes de inspiração desde muito antes da graduação. A Samara, que caminhou ao meu lado durante esses 5 anos, tornando-se parte de mim. Agradeço por transformarem esta jornada desafiadora em uma experiência leve e especial.

A todas as minhas amigas: aquelas que estiveram comigo desde sempre, acompanhando meu crescimento e iluminando meu caminho com suas conquistas; e aquelas que encontrei durante a graduação, a quem dedico meu mais profundo carinho. Obrigada por caminharem comigo.

Ao meu orientador, Professor Eisenhower de Moura Fernandes, pelo apoio e atenção dedicados ao longo deste trabalho. Agradeço também ao Professor Péricles Rezende Barros por me abrir as portas do Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle e pelos ensinamentos diários. Aos meus colegas do LIEC, em especial a Tadeu, Matheus e Victor, sou grata por toda a ajuda e companheirismo.

À Universidade Federal de Campina Grande, que me proporcionou um universo de oportunidades, e aos professores e funcionários do Departamento de Engenharia Elétrica, muito obrigada. Por fim, meu sincero agradecimento a Tchai e Adail, pela orientação e suporte contínuos ao longo da graduação.

Resumo

Este relatório detalha as atividades realizadas durante um estágio no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC) da UFCG, com foco no Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) DeltaV e na Planta Didática SMAR PD3-F. O estágio envolveu a criação de guias práticos para o início do sistema, comissionamento de rotinas, teste de degrau. As atividades iniciais incluíram a revisão dos componentes do sistema e a resolução de problemas, como sensores de temperatura defeituosos. O trabalho também incluiu estudos teóricos e práticos para garantir a configuração e operação adequadas do sistema.

Palavras-chaves: Sistema de Controle Distribuído (DCS); DeltaV; Controle Supervisório; Automação.

Abstract

This report details the activities conducted during an internship at the Laboratory of Electronic Instrumentation and Control (LIEC) at UFCG, focusing on the Digital Distributed Control System (SDCD) DeltaV and the SMAR PD3-F Didactic Plant. The internship involved creating practical guides for system startup, routine commissioning, and step testing with BR-Tuning. Initial tasks included reviewing system components and addressing issues such as malfunctioning temperature sensors. The work also included theoretical and practical studies to ensure proper system configuration and operation.

Key-words: Distributed Control System (DCS); DeltaV; Supervisory Control; Automation.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Fachada do Prédio Gurdip Singh Deep.	2
Figura 2 – Planta Didática SMAR PD3-F.	4
Figura 3 – Planta Didática SMAR PD3-F.	5
Figura 4 – Arquitetura DeltaV.	7
Figura 5 – Cartões de Comissionamento I/O.	7

Lista de abreviaturas e siglas

LIEC	Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle
SDCD	Sistema Digital de Controle Distribuído
PD3-F	Planta Didática
SCADA	<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
FBD	Diagrama de Blocos Funcionais
SFC	Funções Gráficas de Sequenciamento
OPC	<i>Open Platform Communications</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Introdução	1
1.1.1	Objetivos Gerais	1
2	LOCAL DE ESTÁGIO	2
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	3
3.1	Planta Didática SMAR PD3-F	3
3.1.1	Descrição da Planta	3
3.2	Sistema Digital de Controle Distribuído	4
3.3	DeltaV	6
3.3.1	Programação	8
4	ATIVIDADES REALIZADAS	9
4.1	Atividades de Estudo	9
4.2	Atividades de Desenvolvimento	9
4.2.1	Procedimentos de Configuração e Operação	9
4.2.2	Apresentações do Sistema	10
4.3	Elaboração de Guias Práticos	10
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	11
	REFERÊNCIAS	12
	APÊNDICE A – GUIA PRÁTICO - PLANTA DIDÁTICA SMAR PD3-F E SDCD DELTAV	13

1 Introdução

1.1 Introdução

Neste documento, são apresentadas as principais atividades exercidas pela estagiária Julia Ramalho Costa Souza, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG. O estágio supervisionado teve duração de 180 horas (6 créditos) e foi realizado no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), durante o período de 20 de junho de 2024 à 01 de agosto de 2024, sob a orientação do professor Dr. Eisenhower de Moura Fernandes e supervisão do professor Dr. Péricles Rezende Barros.

Durante o estágio, foram realizados estudos teóricos e práticos aprofundados sobre o SDCD DeltaV e a Planta Didática SMAR PD3-F. Esses estudos incluíram a criação detalhada de guias práticos para a operação e configuração dos sistemas, bem como a revisão dos componentes da planta e a correta configuração do sistema.

1.1.1 Objetivos Gerais

Os principais objetivos definidos para o estágio supervisionado, realizado no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), foram voltados para a documentação e operação do Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) DeltaV integrado à Planta Didática SMAR PD3-F. Os objetivos específicos definidos foram:

1. Aprofundar o conhecimento sobre SDCDs e a Planta Didática SMAR PD3-F, incluindo conceitos e aplicação prática.
2. Configurar o SDCD DeltaV para garantir a integração e operação com a Planta Didática SMAR PD3-F;
3. Desenvolver guias para a operação do SDCD DeltaV e da Planta Didática SMAR PD3-F.

2 Local de Estágio

O Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), parte do Departamento de Engenharia Elétrica da UFCG, localizado no prédio Gurdip Singh Deep, é um centro de pesquisa especializado em Controle, Automação e Eletrônica, com foco em aplicações industriais. Fundado em 1975 e localizado no campus de Campina Grande, o LIEC ocupa uma área de 900 m², que abriga oito laboratórios, além de salas para alunos e professores. Esses laboratórios são dedicados ao desenvolvimento de tecnologias em áreas como controle de processos, automação industrial, IoT e redes industriais, oferecendo um ambiente completo para pesquisa acadêmica e prática.

Ao longo de sua trajetória, o LIEC tem sido um parceiro constante da indústria, especialmente nas áreas de instrumentação, controle e automação, contribuindo para projetos relevantes em setores como óleo e gás. Com um corpo técnico formado por professores doutores e alunos de graduação e pós-graduação, o laboratório se destaca como um polo de inovação, combinando ensino, pesquisa e extensão para fomentar avanços tecnológicos alinhados às demandas da Indústria 4.0.

Figura 1 – Fachada do Prédio Gurdip Singh Deep.



Fonte: (LIEC, 2024).

3 Fundamentação Teórica

3.1 Planta Didática SMAR PD3-F

A Planta Didática SMAR é uma ferramenta compacta e versátil destinada ao treinamento e atualização tecnológica em automação de processos industriais. Ela permite a simulação de diversas malhas de controle de forma simplificada, utilizando os mesmos instrumentos e softwares de grandes aplicações industriais.

A planta permite a manipulação e monitoramento prático dos processos de controle, oferecendo uma experiência próxima à realidade profissional. Sua flexibilidade permite a configuração de novas malhas de controle sem reestruturação física, adaptando-se facilmente a diferentes metodologias de ensino (SMAR, 2015).

No Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), a Planta Didática SMAR foi reconfigurada para implementar o processo de um evaporador de circulação forçada. Sua estrutura física é apresentada na Figura 2.

3.1.1 Descrição da Planta

O sistema baseia-se na Planta Didática SMAR PD3-F, que foi reconfigurada para implementar o processo de um evaporador de circulação forçada. O sistema consiste em três tanques: o Tanque 1, que serve como tanque de alimentação, e outros dois tanques de dimensões idênticas, Tanque 2 e Tanque 3.

A água é transferida do Tanque 1 para o Tanque 2 por meio de uma bomba trifásica, controlada por um inversor de frequência (SC-001). Posteriormente, o Tanque 2 abastece o Tanque 3, com uma válvula proporcional (FV-002) entre eles, que permite a liberação do fluido para uma caixa d'água externa.

A saída do Tanque 3 é impulsionada por outra bomba trifásica, acionada por um segundo inversor de frequência (SC-002), que direciona o fluido de volta ao Tanque 2 ou para a caixa d'água, por meio de uma tubulação controlada pela válvula proporcional FV-001.

O Tanque 2, mantido completamente cheio, funciona como um *buffer* para o Tanque 3. Este tanque é equipado com uma resistência de 11kW (TV-001), controlada por modulação por largura de pulso (PWM, do inglês *Pulse Width Modulation*), que recebe um sinal de 4-20mA de um microcontrolador, responsável pelo aquecimento da água. O Tanque 2 também conta com um medidor de temperatura (TT-001) para monitoramento preciso.



Figura 2 – Planta Didática SMAR PD3-F.

No Tanque 3, encontram-se: um medidor de nível (LT-001), um medidor de pressão (PT-001) e outro medidor de temperatura na saída (TT-002). O Tanque 1, além de possuir um medidor de temperatura (TT-003), também está diretamente conectado à caixa d'água, que opera ao mesmo nível, permitindo a transferência de fluidos por gravidade. O diagrama esquemático representando o evaporador de circulação forçada descrito é ilustrado na Figura 3.

3.2 Sistema Digital de Controle Distribuído

Um sistema de controle distribuído (DCS) é um sistema que utiliza elementos ou subsistemas descentralizados para controlar processos distribuídos ou sistemas de manufatura completos (ZHANG, 2010).

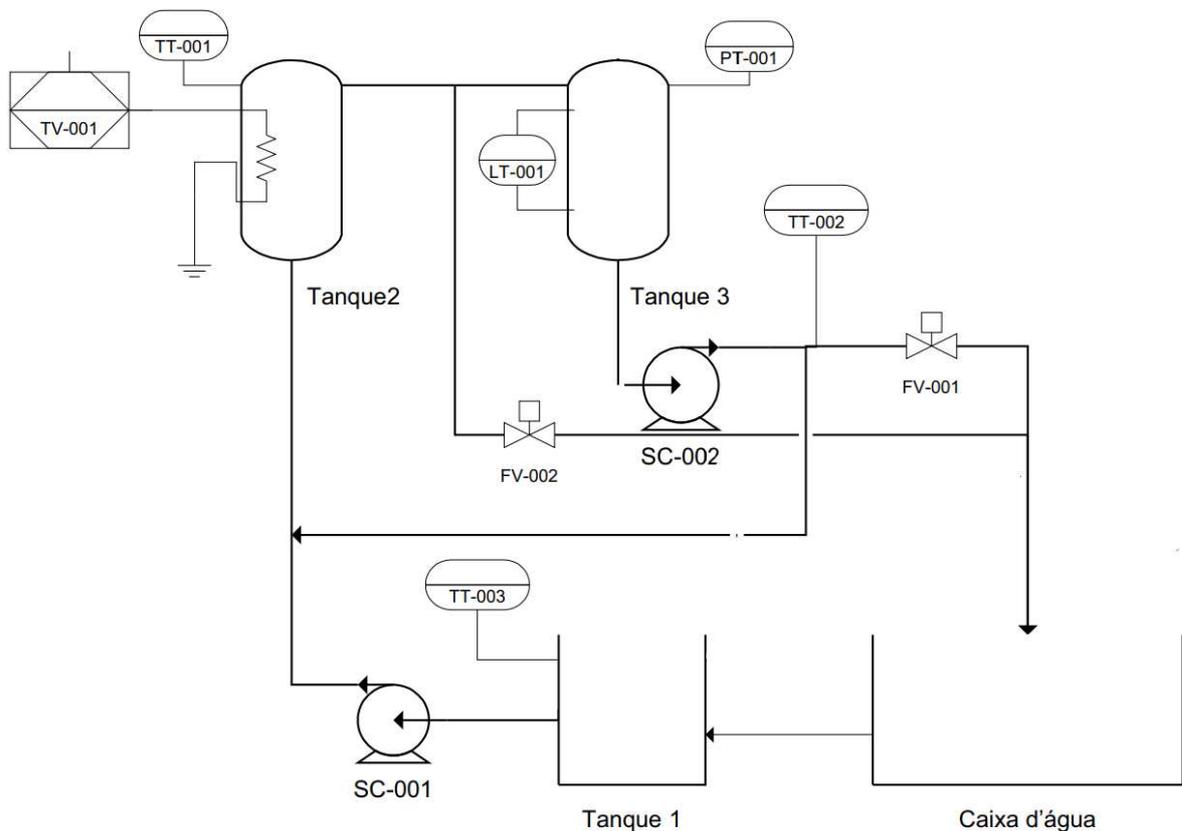


Figura 3 – Planta Didática SMAR PD3-F.

Em vez de ter um único controlador centralizado, o Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) distribui as funções de controle entre vários controladores locais ou módulos, que são interconectados por uma rede de comunicação. Cada controlador é responsável por monitorar e controlar uma parte específica do processo, possibilitando um controle mais eficaz e responsivo. Os SDCDs são amplamente utilizados devido à sua capacidade de melhorar a confiabilidade, escalabilidade e flexibilidade dos sistemas de controle industrial, além de permitir uma integração mais fácil com tecnologias modernas, como a Internet das Coisas e sistemas de gerenciamento de dados.

Os SDCDs surgiram na década de 1970 como uma resposta à necessidade de sistemas de controle mais flexíveis e escaláveis para processos industriais complexos. Antes de sua implementação, o controle industrial era amplamente centralizado, utilizando sistemas de controle centralizados que se mostraram inadequados para processos extensos e complexos. A evolução para SDCDs foi impulsionada pela necessidade de melhorar a confiabilidade, reduzir o tempo de resposta e permitir a integração de múltiplos subsistemas de controle. Com o avanço da tecnologia digital e das redes de comunicação, os sistemas de controle distribuídos se tornaram a solução preferida para muitos setores industriais.

A implementação desse tipo de sistema envolve a configuração de uma rede de controladores distribuídos que são responsáveis por diferentes partes do processo. Os prin-

principais componentes incluem:

- Controladores Locais: Dispositivos que controlam e monitoram uma parte específica do processo, conectados através de uma rede de comunicação.
- Sensores e Atuadores: Equipamentos que coletam dados e executam comandos no processo, integrados aos controladores.
- Redes de Comunicação: Infraestrutura que permite a troca de dados entre controladores e sistemas de supervisão.
- Sistema de Supervisão: Software que fornece interfaces para monitoramento e controle centralizado, além de análise de dados.

A configuração e a operação de um SDCD requerem a integração adequada dos dispositivos de controle e a configuração eficiente da rede de comunicação, garantindo a coordenação entre os controladores. Além disso, a escalabilidade do sistema permite a expansão futura sem necessidade de grandes reestruturações.

3.3 DeltaV

No Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle, o processo apresentado na Seção 3.1.1 é gerenciado pelo DeltaV, que é um Sistema Digital de Controle Distribuído fabricado pela *Emerson Process Management*. Conforme mostrado na Figura 4, a arquitetura do DeltaV inclui:

- *Fieldbus Foundation* para comunicação entre dispositivos de campo e sistemas de controle;
- Estação Dedicada (computador) configurada com sistema SCADA para supervisão em tempo real;
- Comunicação *Ethernet* com dupla redundância de entre o SDCD e o computador;
- Protocolo OPC para troca de dados entre sistemas de controle e softwares de supervisão.
- Conexão através de dois *switches* para assegurar a continuidade da comunicação;

O sistema de *hardware* é o DeltaV M-series, que contém:

- Fonte de alimentação M-series DC to DC Power Supply Enhanced;
- DeltaV M-series MQ Controller;

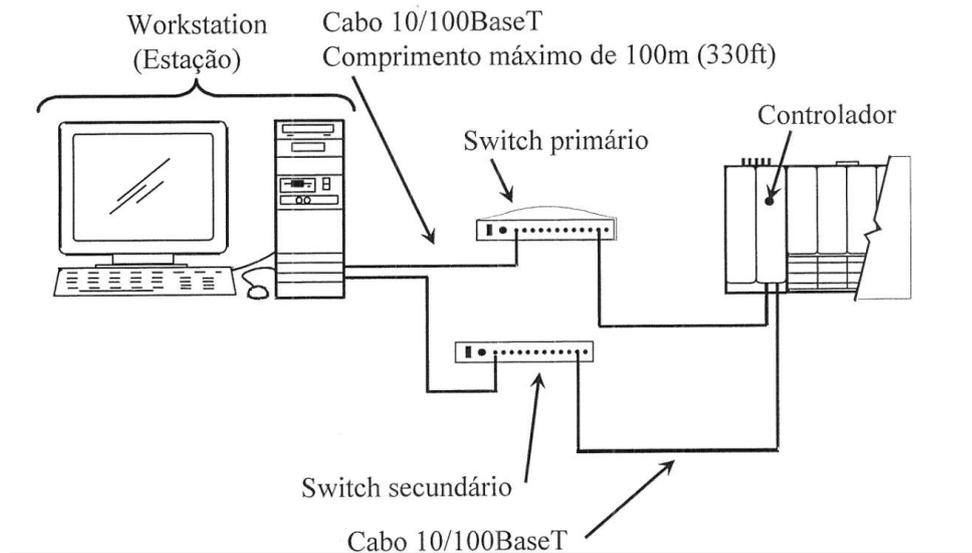


Figura 4 – Arquitetura DeltaV.

- Rede industrial padrão Fieldbus M-series FOUNDATION
- DeltaV M-series Traditional I/O:



Figura 5 – Cartões de Comissionamento I/O.

Na estação de trabalho, são utilizadas ferramentas de *software* disponibilizadas pelo fabricante, o *Delta V User Station*. Entre eles, os principais são:

- DeltaV *Operate*: sistema supervisório;
- DeltaV *Configuration Studio*:
 - *Explorer*: configuração do sistema;

- *Control Studio*: implementação de rotinas;
- *Configuration Assistant (wizard)*.
- *DeltaV Diagnostics*: estados e configuração de rede.

3.3.1 Programação

A programação das rotinas para sistemas de controle industrial segue as normas estabelecidas pela IEC 61131-3, e o sistema DeltaV é compatível com essas linguagens. Essa programação é realizada por meio de Diagramas de Blocos Funcionais (FBD) e Funções Gráficas de Sequenciamento (SFC).

Os Diagramas de Blocos Funcionais (FBD) são uma linguagem gráfica que permite a construção de algoritmos de controle usando blocos funcionais interconectados. Cada bloco representa uma função ou operação específica, e as conexões entre os blocos definem o fluxo de dados e controle do sistema.

Já as Funções Gráficas de Sequenciamento (SFC) oferecem uma abordagem gráfica para descrever sequências de operações. Essa linguagem é particularmente útil para modelar processos que envolvem múltiplas etapas ou estados, permitindo uma representação clara das etapas e transições do processo.

4 Atividades Realizadas

4.1 Atividades de Estudo

Para a realização do estágio, foram realizados estudos preliminares para familiarização com o sistema. Os principais tópicos abordados incluíram:

- Revisão dos princípios e funcionamento dos SDCDs, com foco no modelo DeltaV da *Emerson Process Management*. Este estudo visou entender a arquitetura, operações e funcionalidades do sistema.
- Aprofundamento na compreensão da estrutura e operação da Planta Didática SMAR, incluindo a configuração e operação dos diferentes componentes e os processos simulados para o controle de um evaporador.
- Estudo dos procedimentos necessários para a configuração inicial e operação de sistemas de controle, utilizando as ferramentas DeltaV *Configuration Studio* e DeltaV *Operate* para a programação e supervisão do sistema.

4.2 Atividades de Desenvolvimento

Durante o estágio, foi realizada uma revisão abrangente dos componentes da Planta Didática SMAR PD3-F, considerando que a planta estava inativa por um período. As principais atividades incluíram:

- Verificação dos sensores de temperatura e identificação de problemas. Constatou-se que os sensores não estavam operacionais, o que impediu a execução de testes relacionados ao sistema de controle de temperatura.
- Realização de atividades práticas para garantir o adequado funcionamento da planta e a correta configuração do SDCD.

4.2.1 Procedimentos de Configuração e Operação

Para assegurar o correto funcionamento do sistema e a realização dos testes subsequentes, foram conduzidos os seguintes procedimentos:

- Configuração inicial e programação do sistema de controle, utilizando as ferramentas DeltaV *Configuration Studio* e DeltaV *Operate*.

- Garantia de que o SDCD estivesse devidamente configurado e pronto para a execução dos experimentos e testes planejados.

4.2.2 Apresentações do Sistema

Como parte das atividades realizadas, foram feitas apresentações do sistema em operação para alunos da graduação. Essas apresentações tinham o objetivo de:

- Demonstrar o funcionamento do SDCD DeltaV e da Planta Didática SMAR PD3-F.
- Proporcionar uma visão prática da operação dos sistemas de controle e automação.

4.3 Elaboração de Guias Práticos

Durante o estágio, foram elaborados e implementados tutoriais para a operação e o uso do Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) DeltaV, integrado à Planta Didática SMAR PD3-F. Estes tutoriais foram desenvolvidos com o objetivo de fornecer uma compreensão prática e eficaz do funcionamento do sistema, abordando diferentes aspectos de sua operação.

O Guia Prático 1 aborda o procedimento completo para o acionamento do sistema e da planta, garantindo a correta ativação de todos os componentes necessários. O Guia Prático 2 detalha o comissionamento no DeltaV *Control Studio*, incluindo a configuração, *download* e ajustes de programas no SDCD.

O Guia Prático 3 foca na operação do sistema supervisorio DeltaV *Operate*, orientando sobre como monitorar e controlar a planta em tempo real. Finalmente, o Guia Prático 4 explica a aplicação de testes de degrau utilizando a ferramenta BR-Tuning, abordando o ajuste de malhas de controle PID e a análise dos dados experimentais. Cada guia visa proporcionar uma compreensão prática e direta das operações necessárias para a eficiente utilização do sistema, com detalhes completos disponíveis no Apêndice [A](#).

5 Considerações Finais

Neste relatório, são detalhadas as atividades realizadas durante o estágio no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC), focando na operação e configuração do Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) DeltaV e da Planta Didática SMAR PD3-F. O estágio ofereceu a oportunidade de aplicar e aprofundar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso de Engenharia Elétrica, especialmente na área de automação industrial.

A experiência adquirida com a elaboração de tutoriais e a configuração do sistema permitiu não apenas um desenvolvimento profissional significativo, mas também um maior entendimento sobre a integração e operação de sistemas complexos. O contato direto com os equipamentos e a realização de testes práticos proporcionaram uma visão mais clara do funcionamento dos sistemas de controle, facilitando a identificação de problemas e a aplicação de soluções. Além disso, a documentação dos procedimentos e a apresentação do sistema ajudaram a consolidar o aprendizado. O estágio também possibilitou o acesso a recursos e ferramentas que foram essenciais para o aprimoramento das habilidades técnicas e para a compreensão aprofundada da automação industrial.

Referências

LIEC. *Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle*. 2024. Acessado em 08 de agosto de 2024. Disponível em: <<https://liec.dee.ufcg.edu.br/>>. Citado na página 2.

SMAR. *PD3-P - Manual de Instruções, Operação e Manutenção*. 3. ed. [S.l.], 2015. Citado na página 3.

ZHANG, P. Chapter 1 - industrial control systems. In: ZHANG, P. (Ed.). *Advanced Industrial Control Technology*. Oxford: William Andrew Publishing, 2010. p. 3–40. ISBN 978-1-4377-7807-6. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781437778076100014>>. Citado na página 4.

APÊNDICE A – Guia Prático - Planta Didática SMAR PD3-F e SDCD DeltaV



Universidade Federal de Campina Grande
Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle

**Guia Prático - Planta Didática SMAR PD3-F e SDCD
DeltaV**

Sumário

1	GUIA PRÁTICO 1: ACIONAMENTO DO SISTEMA	1
1.1	Procedimento para Acionar o Sistema	1
1.1.1	Ativação dos Disjuntores no Quadro do SDCD DeltaV	1
1.1.2	Inicialização da Planta	1
1.2	Procedimento de Desligamento	3
2	GUIA PRÁTICO 2: COMISSIONAMENTO NO CONTROL STUDIO	6
2.1	Comissionamento no Control Studio	6
2.1.1	Abertura do DeltaV Explorer	6
2.1.2	Download do Programa para o SDCD	7
2.1.3	Comissionamento dos Parâmetros	8
3	GUIA PRÁTICO 3: OPERAÇÃO DO SISTEMA SUPERVISÓRIO	9
4	GUIA PRÁTICO 4: TESTE DO DEGRAU PELO BR-TUNING	11
4.1	Teste do Degrau	11

1 Guia Prático 1: Acionamento do Sistema

O Sistema Digital de Controle Distribuído (SDCD) DeltaV do fabricante Emerson é um sistema avançado utilizado para gerenciar e controlar processos industriais. No contexto da planta didática SMAR PD3-F operando como um evaporador de circulação forçada, o SDCD é responsável pela coordenação e supervisão de todos os processos, garantindo um controle preciso e eficiente. Este guia fornecerá instruções para condições de operação do sistema.

1.1 Procedimento para Acionar o Sistema

Para iniciar a operação do sistema de controle e da planta didática SMAR PD3-F, siga os passos abaixo:

1.1.1 Ativação dos Disjuntores no Quadro do SDCD DeltaV

No topo do quadro mostrado na Figura 1, estão localizados uma série de disjuntores que seccionam diferentes circuitos do SDCD DeltaV:

- **Disjuntores à esquerda:** Responsáveis pela alimentação elétrica e o sistema de refrigeração.
- **Disjuntor central:** Habilita a fonte de alimentação que energiza os cartões do SDCD.
- **Disjuntores à direita:** Controlam o hub da rede Foundation Fieldbus, representado pela placa verde na parte inferior da Figura 1.

Deve-se acionar os disjuntores na ordem de **1 a 7** como mostrado na Figura 2.

1.1.2 Inicialização da Planta

1. Ativação dos Disjuntores D1 e D2

O procedimento de inicialização da planta começa com a ativação dos disjuntores D1 e D2, localizados atrás do painel frontal da planta, como mostrado na Figura 3. O disjuntor D1 habilita o painel frontal, enquanto o disjuntor D2 ativa a bomba.

2. Ligação do Filtro de Linha

Em seguida, ligue o filtro de linha mostrado na Figura 4, também localizado na parte traseira do painel frontal.



Figura 1 – Armário do SDCD DeltaV

3. Ativação do Estabilizador e do Painel

Ligue o estabilizador pressionando o botão número 1 destacado na parte inferior da Figura 5, seguido pela chave número 2 para ativar o painel.

4. Arme os Disjuntores D4 e D5

Para utilizar os inversores de frequência, é necessário armar os disjuntores D4 e D5, conforme ilustrado na Figura 6.

5. Ligação dos Inversores de Frequência

No início da operação da planta, apenas o inversor 1, responsável pela bomba SC-001, deve ser ligado para encher os tanques. Uma vez concluído este procedimento, pode-se ligar o inversor 2, que controlará a recirculação do líquido por meio da bomba SC-002, como mostrado na Figura 7.

6. Ligação do Sistema de Aquecimento

Para ativar o sistema de temperatura, ligue o disjuntor D3 mostrado na Figura 12 e acione o botão localizado na lateral da planta, próximo aos disjuntores. Este sistema deve ser ativado somente quando o tanque 2 estiver cheio para evitar danos à resistência de aquecimento.



Figura 2 – Ordem de ligação dos disjuntores, de 1 a 7



Figura 3 – Disjuntores D1 e D2

1.2 Procedimento de Desligamento

O processo de desligamento da planta deve seguir a ordem inversa do procedimento de ligação. Para garantir a segurança e integridade do sistema, cada etapa do desligamento deve ser realizada na sequência inversa, conforme descrito a seguir:

1. Desligar o sistema de temperatura desarmando o disjuntor D3, mostrado na Figura 12, e o botão localizado na parte lateral da planta.
2. Desligar os inversores de frequência, começando pelo inversor 2 (responsável pela bomba SC-002) e, em seguida, o inversor 1 (responsável pela bomba SC-001).
3. Desarmar os disjuntores D4 e D5 que controlam os inversores.
4. Desligar a chave do painel (número 2) e, em seguida, o estabilizador (botão número 1).



Figura 4 – Filtro de Linha



Figura 5 – Painel Frontal da Planta

5. Desligar o filtro de linha.
6. Desarmar os disjuntores D1 e D2, responsáveis pelo painel frontal e pela bomba, respectivamente.
7. Desarmar os disjuntores no quadro do SDCD, começando pelo disjuntor da direita, seguido pelo disjuntor do meio, e, por fim, os disjuntores da esquerda (indo do 7 até o 1) que controlam a alimentação e o sistema de refrigeração.

Esse procedimento garante que o sistema seja desligado de forma segura e ordenada, evitando danos aos componentes e minimizando o risco de falhas.



Figura 6 – Disjuntores D4 e D5



Figura 7 – Inversores de Frequência da Planta



Figura 8 – Disjuntor D3

2 Guia Prático 2: Comissionamento no Control Studio

2.1 Comissionamento no Control Studio

Este guia descreve o procedimento para realizar o comissionamento no Control Studio, assumindo que o sistema e a planta já estão ligados, conforme descrito no Guia Prático 1. O procedimento descrito aqui é realizado utilizando o microcomputador PC da estação dedicada de trabalho.

2.1.1 Abertura do DeltaV Explorer

1. Abra o *DeltaV Explorer* no desktop do Windows.
2. Dentro do *DeltaV Explorer*, localize o arquivo *Teste*.
3. Clique com o botão direito no arquivo *Teste* e selecione a opção *Open* → *Open with* → *Open with Control Studio*, conforme mostra a Figura 10.

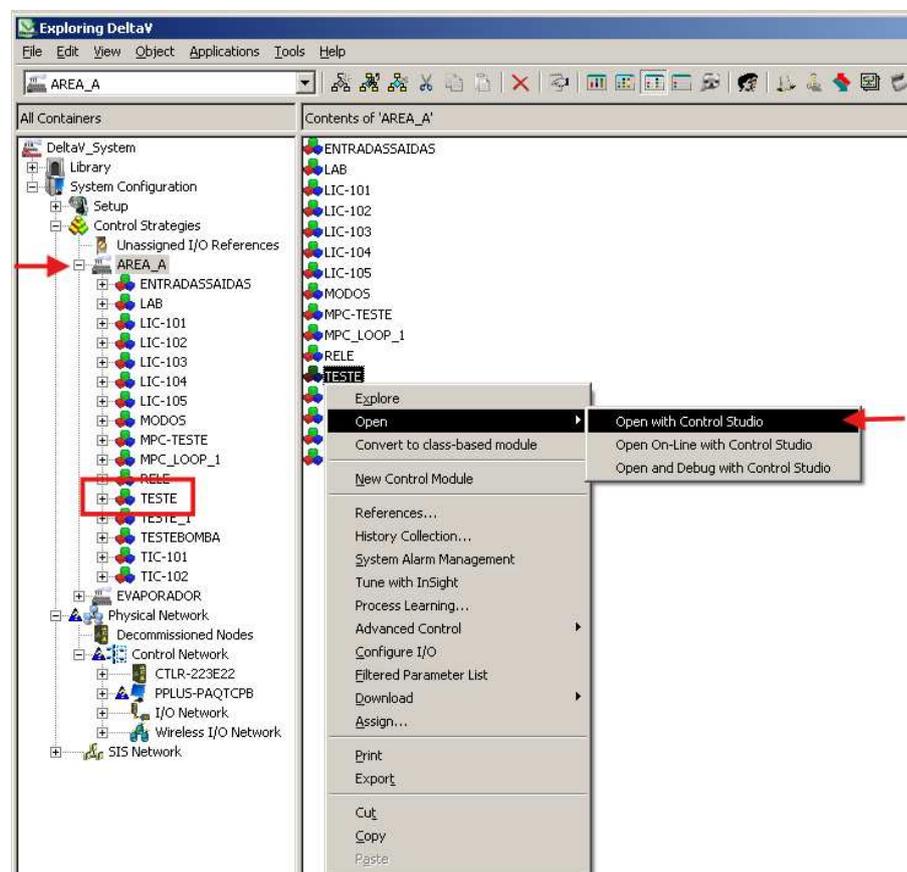


Figura 9 – Control Studio

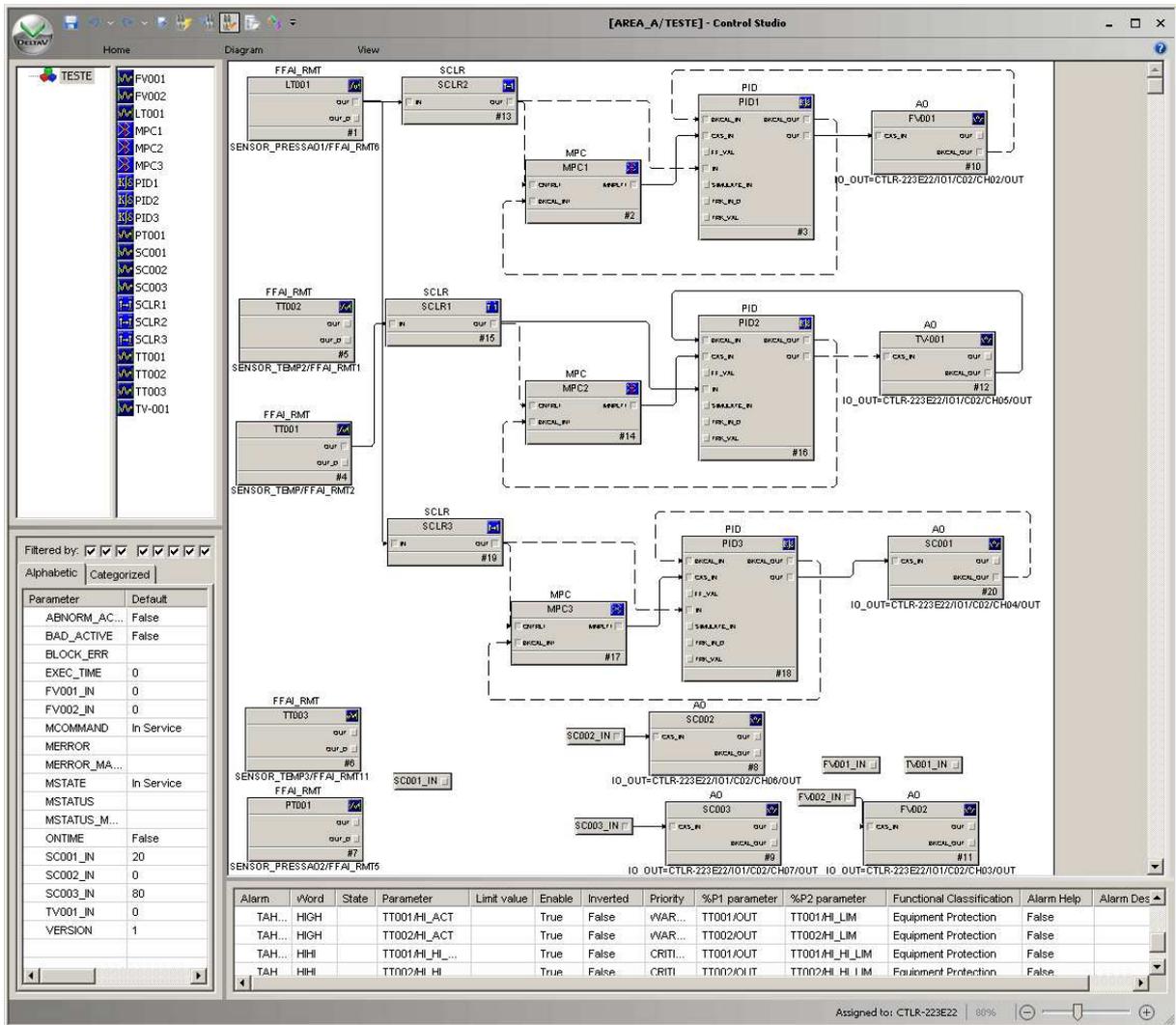


Figura 10 – Control Studio

2.1.2 Download do Programa para o SDCD

Caso não seja necessária nenhuma mudança no programa, siga para a etapa de download:

1. No Control Studio, inicie o processo de download selecionando **Download Now**.

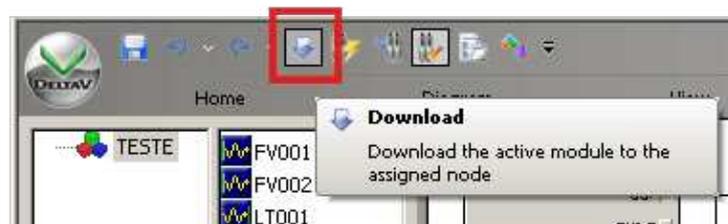


Figura 11 – Download

2. Na sequência, confirme todas as ações escolhendo **Yes** e, se aplicável, **Check All**.

3. O processo de *Download* pode demorar um pouco, mas ao finalizar, clique em **Close**.
4. Caso apenas alguma configuração tenha sido alterada durante o funcionamento, a opção *Check All* não precisa ser habilitada.
5. Seleciona-se a opção **online** para carregar o sistema.



Figura 12 – online

2.1.3 Comissionamento dos Parâmetros

O comissionamento é realizado ajustando os parâmetros do bloco *SCLR*:

- Localize e selecione o bloco *SCLR* no Control Studio.
- Ajuste os parâmetros conforme necessário para o processo.

3 Guia Prático 3: Operação do Sistema Supervisório

O sistema supervisório, também conhecido como SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*), é uma interface gráfica que permite o monitoramento e controle em tempo real dos processos industriais. Ele funciona como um ponto central para a supervisão das operações da planta, proporcionando visualizações detalhadas das variáveis de processo (*Process Variable - PV*), variáveis manipuladas (*Manipulated Variable - MV*), e setpoints (*Setpoint - SP*), além de possibilitar a modificação dos modos de operação dos controladores.

Para operar o sistema supervisório no DeltaV, siga os passos abaixo:

1. Abra o **Operate Run**;
2. Clique no ícone de pasta e selecione o arquivo correspondente ao sistema supervisório;

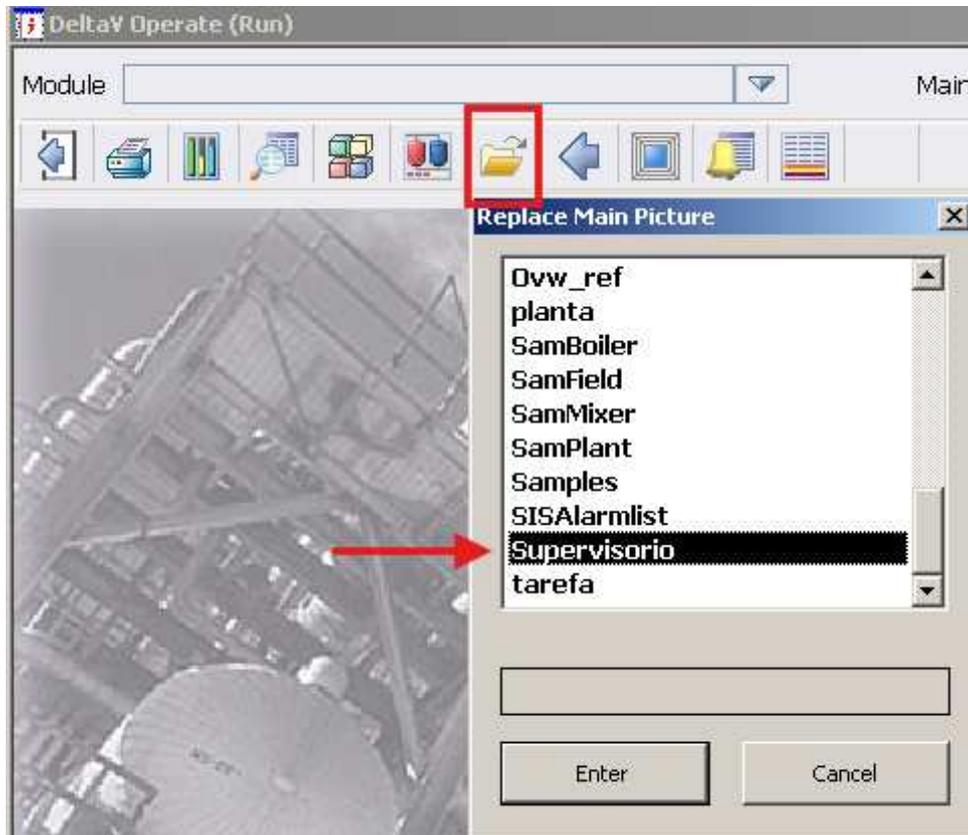


Figura 13 – Superpevisório

3. Selecione a opção **Skip All** para ignorar mensagens de configuração desnecessárias.

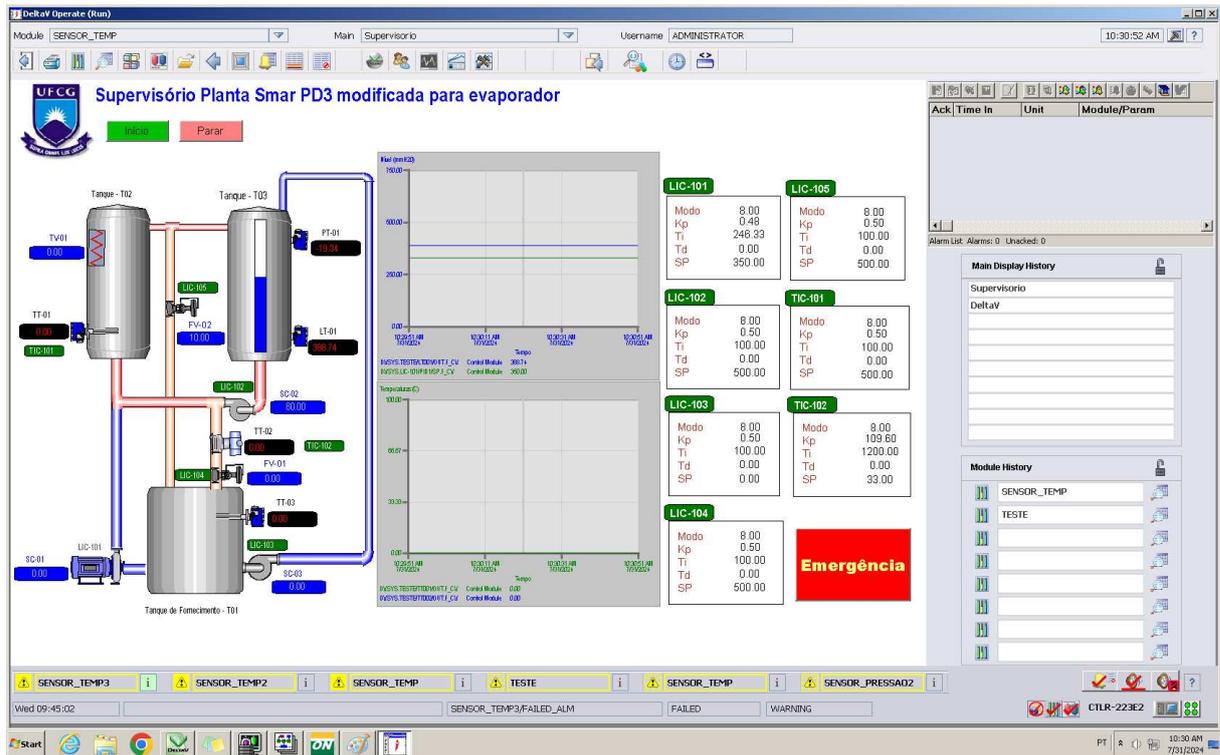


Figura 14 – Vista do Supervisorio

4. Verifique se as *tags* OPC estão configuradas corretamente;

Após esses passos, será possível acessar as malhas de controle individuais. Através da interface, é possível monitorar os valores das variáveis de processo, ajustar os *setpoints* e modificar os modos de controle conforme necessário para garantir o funcionamento eficiente e seguro da planta.

4 Guia Prático 4: Teste do Degrau pelo BR-Tuning

O BR-Tuning é uma ferramenta avançada para identificação, sintonia e avaliação de malhas de controle PID em unidades industriais, desenvolvida pelo Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle (LIEC) da UFCG em colaboração com o Centro de Pesquisas da PETROBRAS (CENPES). Utilizado para otimizar o desempenho das malhas de controle PID e auxiliar na partida de novas unidades, o BR-Tuning está em operação em diversas instalações da PETROBRAS desde 2003¹.

4.1 Teste do Degrau

Para realizar um teste do degrau utilizando o BR Tuning, siga os passos a seguir:

1. Abra o **BR Tuning ONLINE**;
2. Selecione a malha na qual deseja realizar o experimento (Exemplo: *DeltaV - LIC-101*);

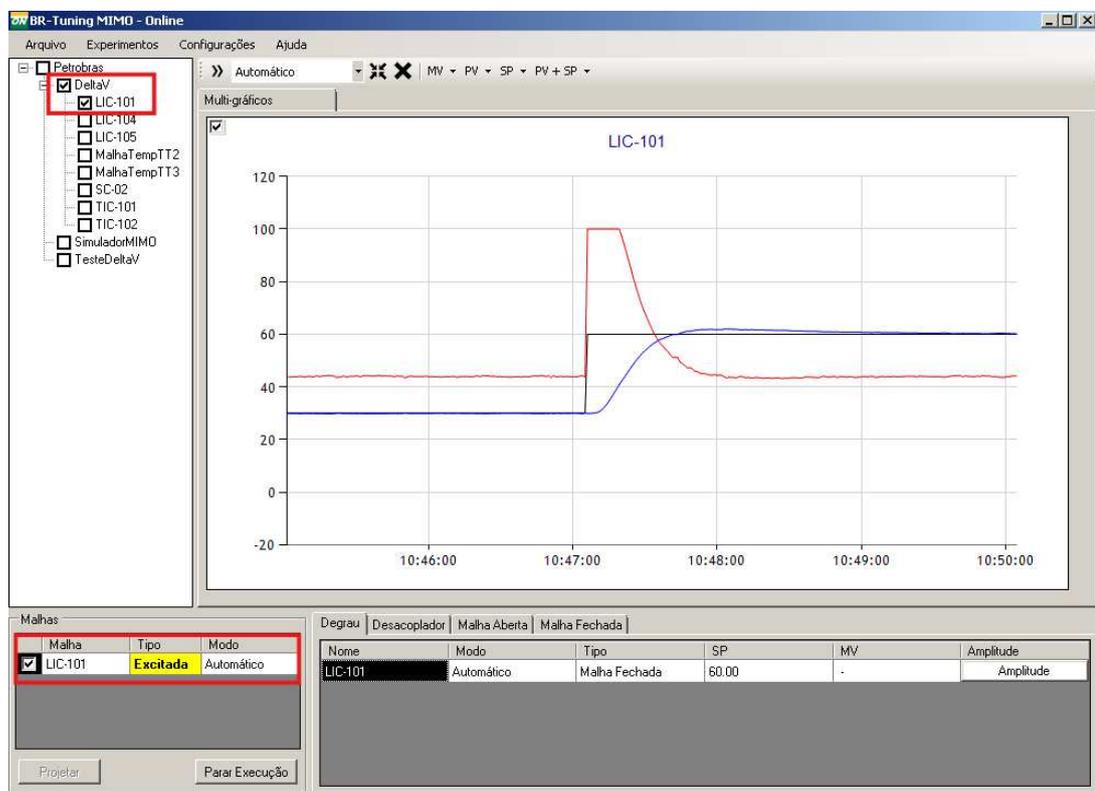


Figura 15 – Vista do BR-Tuning

¹ <<http://brtuning.com.br/sobre>>

3. Verifique se as *tags* OPC estão configuradas corretamente;
4. Inicie o experimento e ajuste a MV (*Manipulated Variable*) ou SP (*Setpoint*) se o experimento for em malha fechada;

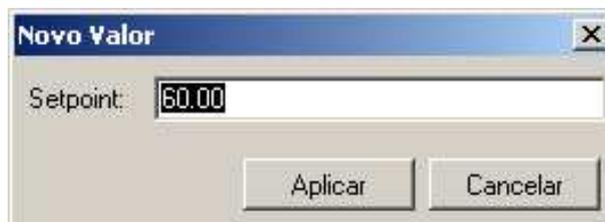


Figura 16 – Mudança de SP

5. Após realizar o teste, selecione a opção **Parar Experimento**;
6. Os dados coletados durante o experimento podem ser encontrados na pasta `C:\BRTuning\Experimentos`.