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

Projeto Final de Curso
Desenvolvimento de automação em projetos de instrumentação

Augusto Pena Araujo

Orientador: Prof. Carlos Henrique de Morais Bomfim

Belo Horizonte, Janeiro de 2025

Monografia

Desenvolvimento de automação em projetos de instrumentação

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

Belo Horizonte, Janeiro de 2025

Resumo

Projetos de automação e instrumentação envolvem o desenvolvimento de sistemas para monitorar, supervisionar e controlar variáveis e equipamentos. Durante o desenvolvimento dos projetos, vários documentos são gerados, com parte das informações muito similares, tornando possível a criação de processos de automação na geração deles. Essa automação traz vantagens operacionais para as empresas de projetos. Atualmente, existem poucos softwares especializados e, por mais que tenham resultados comprovados, as suas licenças têm um valor inviável para sua utilização por empresas de pequeno e médio porte.

Nesse trabalho foi iniciado o desenvolvimento de parte de uma solução para a automação de documentos utilizados em projetos de engenharia a partir de softwares livres e do Microsoft Office. O banco de dados é desenvolvido a partir de um Diagrama Entidade-Relacionamento Estendido. Esse BD é criado em um servidor local e, nele, além das tabelas e inserção de dados, são criadas as consultas com as informações utilizadas nos documentos escolhidos, que, em sua maioria, são tabelas. Os dados das consultas são vinculados ao MS Access, e nesse outro software é criada a interface para visualização e impressão dos documentos. Para fins de exemplificação, é feita a resolução de um projeto fictício conforme o procedimento identificado.

Abstract

Automation and Instrumentation Projects involve the development of systems to monitor, supervise, and control variables and equipment. During project development, multiple documents are generated, often containing highly similar information, which enables the automation of their creation. This automation provides operational advantages for engineering companies. However, there are currently few specialized software solutions available, and while these tools deliver proven results, their licensing costs are often prohibitive for small and medium-sized enterprises.

The objective of this work was to develop a partial solution for automating documents used in engineering projects by utilizing open-source software and Microsoft Office. The database is developed using an Extended Entity-Relationship Diagram. This database is created on a local server, where tables, data entry, and queries containing information for the selected documents—primarily in tabular format—are established. The query results are linked to MS Access, where an interface is designed for document visualization and printing. To illustrate the approach, a fictitious project is resolved following the defined procedure.

Sumário

Resumo **2**

Abstract **3**

Lista de Figuras **7**

Agradecimentos **8**

1 Introdução **9**

1.1 Motivação e Justificativa 9

1.2 Objetivos do Projeto 10

1.3 Estrutura da Monografia 10

2 Descrição do Problema **11**

2.1 Revisão Bibliografica 11

2.2 Conceitos importantes 13

2.3 ISA-20 15

2.4 Software - MySQL Workbench 15

2.5 Software - XAMPP 17

2.6 Software - Microsoft Access 21

2.7 Resumo do Capítulo 22

3 Metodologia **23**

3.1 Documentos Escolhidos 23

3.2 Diagrama Entidade Relacionamento 25

3.3 Banco de Dados Relacional 27

3.4 Controle de Revisões e Acesso 27

3.5 Resumo do Capítulo 27

4 Resultados **29**

4.1 Exemplo de execução 31

4.2 Resumo do Capítulo 42

5 Conclusões **43**

5.1 Considerações Finais 43

5.2 Propostas de Continuidade 44

Lista de Figuras

2.1 Comparação de horas de trabalho gastas com e sem o uso do SPI. [4] . 12

3.1 Diagrama ERE. 25
3.2 Diagrama ERE Final. 26
3.3 XAMP aberto com MySQL Server online e phpMyAdmin ao fundo. . . 27

4.1 Tela de seleção de documentos MS Access. 30
4.2 Fluxograma de Engenharia. 31
4.3 Registro do controlador. 32
4.4 Registro de instrumento. 32
4.5 Impressão da Lista de Instrumentos (A3 Paisagem). 33
4.6 Impressão da Estimativa de Entradas e Saídas (A4 Retrato). 33
4.7 Configuração do Sistema de Automação. 34
4.8 Registro do Rack do Controlador. 34
4.9 Editando o registro de instrumento. 35
4.10 Editando o registro de instrumento. 35
4.11 Impressão da Lista de Entradas e Saídas (A3 Paisagem). 36
4.12 Impressão da Lista de Equipamentos de Automação (A3 Paisagem). . . 36
4.13 Registrando o cabo de instrumentação. 37
4.14 Impressão da Lista de Cabos (A3 Paisagem). 37
4.15 Registrando a ligação do cabo de instrumentação. 38
4.16 Impressão da Lista de Interligação de Instrumentação 1/2 (A3 Paisagem). 38
4.17 Impressão da Lista de Interligação de Instrumentação 2/2 (A3 Paisagem). 39
4.18 Impressão da Planilha de Quantidades 1/3 (A3 Paisagem). 39
4.19 Impressão da Planilha de Quantidades 2/3 (A3 Paisagem). 40
4.20 Impressão da Planilha de Quantidades 3/3 (A3 Paisagem). 40
4.21 Impressão da Folha de Dados (A4 Retrato). 41

5.1 Diagrama ERE Futuro, ainda sem itens para folha de dados. 44

Agradecimentos

A realização deste trabalho de conclusão de curso representa o encerramento de uma importante etapa da minha vida acadêmica, então gostaria de expressar minha sincera gratidão a todas as pessoas que apoiaram e tornaram possível a realização deste trabalho.

Primeiramente, quero agradecer ao meu orientador Carlos Henrique de Morais Bomfim pela orientação valiosa, incentivo e paciência durante todo o processo de pesquisa. Sua experiência e disponibilidade foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento como profissional.

À minha família, em especial a meus pais Agenor e Rosângela, por investirem em minha educação desde o início, seu apoio incondicional, encorajamento e amor, que me deram forças nos momentos mais desafiadores deste percurso acadêmico.

Aos amigos e colegas de curso que compartilharam suas experiências, risadas, palavras de apoio e o conhecimento comigo, enriquecendo meu trabalho e minha jornada acadêmica, meu sincero agradecimento.

Também gostaria de estender meus agradecimentos à Universidade Federal de Minas Gerais, que forneceu os recursos e a infraestrutura necessários para a realização desta pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para este trabalho, mesmo que não tenham sido mencionados aqui. Seu apoio e encorajamento foram fundamentais.

A todos vocês, o meu muito obrigado.

Capítulo 1

Introdução

Projetos de automação e instrumentação abrangem controle de processos industriais, monitoramento, automação residencial, agricultura, medição e teste, controle de tráfego, automação de laboratório e integração de sistemas. Eles envolvem desenvolvimento de sistemas para controlar variáveis, como temperatura, pressão, vazão e nível; monitorar e supervisionar equipamentos; medir características físicas e químicas. Esses projetos são desenvolvidos em diversas fases: conceitual, básico e detalhado. O nível de complexidade vai aumentando no passar das fases.

Durante o desenvolvimento, vários documentos são gerados, com diversas informações para a especificação dos equipamentos e instrumentos a serem adquiridos para a implantação. Esses documentos normalmente são muito similares entre um projeto e outro, tornando possível a criação de processos de automação na geração deles.

Esse processo de automatização na geração de diversos tipos de documentos padronizados traz vantagens para as empresas de projetos, como a economia de tempo de trabalho dos colaboradores, a centralização dos dados e informações e a integridade dos documentos.

1.1 Motivação e Justificativa

A elaboração e revisão de documentos em empresas de projetos de Instrumentação pode enfrentar dificuldades, uma vez que esses documentos costumam ter informações semelhantes e costumam ser feitos completamente separados, por profissionais e datas diferentes.

Atualmente existem poucos softwares com extensões especializadas na disciplina de Instrumentação, e suas desvantagens são suas licenças de alto valor monetário, o que inviabiliza sua utilização por empresas de pequeno e médio porte, e a baixa flexibilidade para criação de documentos fora do padrão delimitado dentro do programa. Softwares e

extensões como Smartplant Enterprise For Owner Operators (SPO), Intergraph Smart Instrumentation (SPI), ambos da empresa Hexagon, AVEVA P&ID e o COMOS EI&C.

1.2 Objetivos do Projeto

Esse projeto visa desenvolver uma solução para a automação da geração e revisão de diversos documentos de projetos de engenharia em fases diferentes de projeto a partir de um banco de dados. O usuário desse sistema deverá inserir os dados necessários de cada instrumento ou equipamento e terá a opção de gerar cada um dos documentos mencionados e, caso necessário, mudar algum dado; basta alterar e gerar novamente o documento.

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

1. Fornecer uma base de dados que possa ser integrada para gerar e revisar de forma automática os seguintes documentos:
   (a) lista de instrumentos;
   (b) estimativa de entradas e saídas;
   (c) lista de entradas e saídas;
   (d) lista de equipamentos de automação;
   (e) lista de cabos;
   (f) lista de interligação de instrumentação;
   (g) planilha de quantidades;
   (h) folha de dados.

1.3 Estrutura da Monografia

A monografia está estruturada em cinco capítulos. O primeiro capítulo, introdução, contextualiza o projeto, delineando seus objetivos e justificativa, destacando a relevância no cenário industrial e apresentando a estrutura subsequente da monografia. No segundo capítulo, revisão bibliográfica, uma análise mais profunda dos softwares disponíveis no mercado que realizam funções parecidas com as do projeto, explorando sua evolução e contribuições anteriores e a introdução de conceitos importantes. O terceiro capítulo aborda a metodologia de desenvolvimento, seguida pela implementação do banco de dados conforme as especificações necessárias. No Capítulo 4, os resultados obtidos com o projeto e, no Capítulo 5, a conclusão da monografia e algumas sugestões e dificuldades encontradas na realização do projeto.

Capítulo 2

Descrição do Problema

Neste capítulo será feita uma revisão bibliográfica de trabalhos e pesquisas semelhantes ao tema para validar a contribuição do presente trabalho. Posteriormente, será descrito detalhadamente o problema proposto, apresentado os conceitos utilizados para a implementação do trabalho e as justificativas das tecnologias escolhidas.

2.1 Revisão Bibliografica

Atualmente existem poucos softwares com extensões especializadas na disciplina de Instrumentação, e as suas desvantagens são suas licenças de alto valor monetário, o que inviabiliza sua utilização por empresas de pequeno e médio porte, e a baixa flexibilidade para criação de documentos fora do padrão delimitado dentro do programa. Os resultados, contudo, se tornam evidentes com o tempo de uso, conforme estudo de caso sobre o Smartplant Enterprise For Owner Operators (SPO). O software concentra a documentação e informações em um ponto de acesso único e confiável, com níveis de segurança no manuseio de dados, critérios de pesquisa múltiplos e intuitivos, além de novos recursos de marcação de documentos, tudo isso contribuindo para garantir a integridade e consistência interdisciplinar do ativo da planta virtual. As ferramentas de design eliminam o trabalho manual sujeito a erros e garantem que todas as referências cruzadas entre tags e documentos de engenharia sejam mantidas com precisão. A partir de itens encontrados nos fluxogramas P&ID, é possível ter acesso a informações técnicas importantes e documentação, como folhas de dados, desenhos de arranjo, isométricos, listas de cabos e instruções de manutenção [1][2]. Ainda existem novos recursos a serem implementados para melhorar a experiência do usuário, como novos atalhos de pesquisa de documentos por tags, a sincronização das bases. Outras extensões dos softwares da Hexagon, como o Intergraph SmartPlant Instrumentation (SPI), apresentam novos recursos, como a criação de folhas de dados de instrumentos

a partir dos dados inseridos, atribuição dos cabos, caixas de junção e suas conexões, além de dar suporte à interface de calibração da Fluke e do SPI para gerenciar a precisão das medições. O SPI funciona recebendo dados de várias fontes, como equipes de automação, de processos, equipe elétrica e de tubulações, conseguindo sincronizar os dados inseridos e as mudanças feitas que possam afetar múltiplas áreas, também interage com catálogos de fornecedores [3][2]. Por fim, o estudo de caso aponta economia de quarenta por cento em termos de horas de trabalho para a empresa que utiliza o software em relação aos gastos dessa mesma empresa antes de utilizar o software [4].

Tasks	Labor Hours: Without Smart Instrumentation*	Labor Hours: With Smart Instrumentation*
Instrument Index	200	150
Specification Sheet	200	100
Wiring	300	200
Associated Documentation and Change Management	200	50
Other	100	100
Total Project	1000	600

40% Savings

*Rounded assumptions to indicate potential savings based on market inputs

Figura 2.1: Comparação de horas de trabalho gastas com e sem o uso do SPI. [4]

Outros softwares como o AVEVA P&ID e o COMOS EI&C têm recursos similares ao SPI, porém com focos diferentes. O software da AVEVA tem um foco maior nos fluxogramas de engenharia, com suporte para várias normas de execução desses documentos, além de tornar possível registrar dados de processo nas entidades do desenho, tais como equipamentos, linhas de tubulação, instrumentos e válvulas. Os dados têm interface com o Excel para serem exportados e importados com alterações [5]. Um estudo de caso feito por uma empresa na Argentina constatou que o AVEVA P&ID permitiu a empresa comprimir seus cronogramas, economizar centenas de horas de trabalho, reduzir seus custos de entrega, além de melhorar a colaboração entre equipes internas, clientes e terceiros com a aprimoração da precisão, transparência, acessibili-

dade e segurança dos dados [6]. Já o COMOS EI&C tem a funcionalidade de criação de diagramas elétricos, diagramas de terminais, listas de cabos, listas de peças e pedidos, projetos de painéis de controle e suas ligações, diagramas de fluidos, lista de tubulações, além de também permitir o registro dos dados de processo nos objetos inseridos. O uso deste software pretende promover uma transição direta de engenharia básica para detalhada, economia de tempo e custos de projeto e de implantação, além da compatibilidade com hardware SIEMENS, algo que pode ser visto como positivo para empresas que já utilizam tais componentes, mas não prejudica se não utilizar [7].

2.2 Conceitos importantes

- Etapas de Projetos de Engenharia (FEL 1, FEL 2 e FEL 3) [8]

  a) FEL 1 (Front-End Loading 1) - Fase de Projeto Conceitual: é a fase inicial, onde os objetivos gerais do projeto são definidos. Envolve o estudo preliminar de viabilidade técnica e econômica, a definição de escopo e alternativas de processo, e a identificação dos principais equipamentos e tecnologias necessárias.

  b) FEL 2 (Front-End Loading 2) - Fase de Projeto Básico: nessa a alternativa selecionada é detalhada com mais profundidade. São criados layouts, fluxogramas de processo ("PFDs"), e os principais equipamentos e instrumentos são especificados preliminarmente. A etapa também inclui análise de custos mais precisa e o desenvolvimento de estimativas iniciais de prazos e recursos.

  c) FEL 3 (Front-End Loading 3) - Fase de Projeto Detalhado: essa fase finaliza o desenvolvimento com um projeto detalhado que contém todos os elementos necessários para a execução e construção. São produzidos fluxogramas de engenharia ("P&IDs"), desenhos detalhados, especificação completa dos equipamentos, instrumentação e interligações, além da documentação de suporte. O FEL 3 representa o ponto de aprovação para o investimento final.

- PLC (Controlador Lógico Programável)[9]: Um PLC é um dispositivo eletrônico programável usado para controlar sistemas automatizados em ambientes industriais. Ele monitora sinais de entrada, processa esses sinais conforme a programação estabelecida, e então controla os dispositivos de saída para executar funções específicas, como ligar/desligar motores ou ajustar válvulas. PLCs são amplamente utilizados devido à sua flexibilidade, robustez e confiabilidade.

- Entradas e Saídas de PLC (ED, SD, EA, SA) [10]

a) ED (Entrada Digital): Sinal de entrada binário (ligado/desligado), como o sinal de um sensor de presença ou de um interruptor.

b) SD (Saída Digital): Sinal de saída binário para controle de dispositivos que operam em modo ligado/desligado, como lâmpadas ou relés.

c) EA (Entrada Analógica): Recebe sinais variáveis e contínuos de sensores que medem parâmetros como temperatura, pressão e nível.

d) SA (Saída Analógica): Envia sinais contínuos para controle de dispositivos como válvulas e inversores de frequência.

- Cartões de PLC[9]: Os cartões de PLC (ou módulos) são componentes que expandem as capacidades de um PLC, fornecendo conexões para sinais de entrada e saída. Os principais tipos incluem:

  a) Cartões de Entrada Digital (ED): Monitoram sinais digitais de entrada, como botões, sensores de presença ou interruptores.

  b) Cartões de Saída Digital (SD): Controlam dispositivos digitais de saída, como lâmpadas, relés e pequenos motores.

  c) Cartões de Entrada Analógica (EA): Recebem sinais analógicos, como os de sensores de temperatura, pressão ou nível, que podem ter valores variados e contínuos.

  d) Cartões de Saída Analógica (SA): Enviam sinais analógicos para dispositivos, como válvulas e inversores de frequência, para controle contínuo.

- Instrumentos Industriais (TIT, PIT, FIT, LIT, FY) [11]

  a) TIT (Transmissor Indicador de Temperatura): Mede e transmite a temperatura do processo, com indicação da leitura.

  b) PIT (Transmissor Indicador de Pressão Indicado): Mede a pressão e transmite o valor, permitindo monitoramento em tempo real.

  c) FIT (Transmissor Indicador de Vazão Indicado): Mede a vazão de um fluido e transmite o dado, utilizado para controle de fluxo, por exemplo.

  d) LIT (Transmissor Indicador de Nível Indicado): Mede o nível de um líquido em um tanque ou reservatório e transmite a leitura.

  e) XV (Válvula ON-OFF): permite ou interrompe o fluxo de fluido, operando em modo binário (aberto/fechado) por meio de um atuador pneumático acionado por ar comprimido, por exemplo.

f) #V (Válvula de controle): onde "#" é a variável de processo da malha de controle, regula o fluxo de fluido, utilizando um atuador para ajustar a abertura da válvula com base em um sinal de controle.

- Tipos de Cabos [12]

a) Cabo de Força: Projetado para transportar energia elétrica em média/alta corrente e tensão. É usado para alimentar motores, painéis e outros equipamentos de alta potência.

b) Cabo de Alimentação: Utilizado para transportar energia elétrica para equipamentos de baixa tensão.

c) Cabo de Controle: Conecta dispositivos de controle como botões de comando e relés a sistemas de automação. Ele é usado em circuitos de baixa corrente e tensão para controle de equipamentos.

d) Cabo de Instrumentação: Transmite sinais de baixa corrente e baixa tensão de instrumentos de medição (como transmissores de temperatura, pressão) até o sistema de controle. Normalmente, são blindados e trançados para reduzir interferências eletromagnéticas, garantindo a precisão dos sinais.

2.3 ISA-20

A norma ISA-20.00.03-2001 Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments Part 3: Form Requirements and Development Guidelines é a última versão. Por limitações de custo e devido ao fato de o uso pretendido não ser significativamente afetado, foi decidido que, neste trabalho, a versão de 1981 seria a adotada. Numa revisão posterior, adequações podem ser feitas uma vez que os dados básicos de processo e hardware não são afetados.

A norma ISA-20-1981 [13], publicada com modelos de diversas folhas de dados para a instrumentação de campo aplicada aos processos industriais.

Disponibilizada pelo professor orientador, especificamente para este trabalho, nela foi possível encontrar os itens/dados a serem especificados para cada tipo de instrumento abordado no trabalho.

2.4 Software - MySQL Workbench

O MySQL Workbench é uma ferramenta gráfica integrada desenvolvida pela Oracle para facilitar o trabalho com bancos de dados MySQL. Ele oferece uma interface visual

para administração e desenvolvimento de banco de dados, o que ajuda os desenvolvedores e administradores a gerenciar, modelar e interagir com bancos de dados de maneira mais intuitiva e visual.

Principais Funcionalidades do MySQL Workbench [14]:

- Modelagem de Dados: permite criar modelos de dados visuais (ERE - Diagrama de Entidade e Relacionamento Estendido), facilitando o planejamento e a visualização das estruturas de tabelas, chaves estrangeiras e relacionamentos. Oferece suporte para criação de modelos de dados, engenharia reversa (de um banco de dados existente para o diagrama) e engenharia direta (do diagrama para o banco de dados).

- Desenvolvimento de SQL: inclui um editor SQL robusto que permite escrever, executar e otimizar queries SQL diretamente na interface. Oferece recursos como a formatação automática de código, o destaque de sintaxe, a finalização de código e a sugestão de comandos SQL, o que ajuda a acelerar o desenvolvimento.

- Administração do Banco de Dados: permite a administração completa do banco de dados, incluindo a gestão de usuários, configuração de privilégios e permissões, além de backups e restaurações. Inclui ferramentas de monitoramento e diagnóstico, com métricas de desempenho e monitoramento de carga e conexões ao banco de dados.

- Migração de Dados: suporta a migração de dados de outros RDBMS (como SQL Server, PostgreSQL e outros) para MySQL. Isso é útil quando se deseja transferir um banco de dados existente para o MySQL. A ferramenta automatiza grande parte do processo, ajudando a converter a estrutura e os dados dos bancos de dados de forma mais prática.

- Análise e Otimização de Consultas: oferece uma ferramenta de otimização de queries, que permite aos desenvolvedores visualizar o plano de execução das consultas SQL e identificar gargalos de desempenho. Isso ajuda a otimizar consultas complexas e melhorar o desempenho geral do banco de dados.

- Backup e Restauração: permite fazer backup de bancos de dados e tabelas de forma completa ou incremental. Também inclui a possibilidade de restaurar backups de forma controlada, permitindo selecionar partes específicas do banco para restauração.

2.5 Software - XAMPP

XAMPP é um pacote de solução de servidor web multiplataforma gratuito e de código aberto desenvolvido pela Apache Friends, consistindo principalmente no servidor Apache HTTP, banco de dados MariaDB e interpretadores para scripts escritos nas linguagens de programação PHP e Perl. Como a maioria dos servidores web reais utiliza os mesmos componentes do XAMPP, isso possibilita a transição de um servidor de teste local para um servidor ativo.

Principais Componentes do XAMPP (que formam esse acrônimo) [15]:

- X (Cross-Platform): O X indica que o XAMPP é multiplataforma, ou seja, funciona em Windows, macOS e Linux.
- Apache: Um dos servidores web mais populares, o Apache serve páginas web e aplicativos aos usuários locais (e pode ser configurado para acesso remoto em testes).
- MySQL / MariaDB: MySQL era o sistema de banco de dados original no XAMPP, mas foi substituído por MariaDB, que é compatível e igualmente poderoso. Ele armazena e gerencia os dados das aplicações.
- PHP: PHP é uma linguagem de programação usada para desenvolvimento web dinâmico e scripts no servidor.
- Perl: Embora menos comum atualmente, o Perl também está incluído e pode ser usado para scripts no servidor.

Funcionalidades e Benefícios do XAMPP [15]:

- Ambiente de Desenvolvimento Local Completo: XAMPP oferece uma instalação fácil de todos os componentes essenciais para o desenvolvimento web. Assim, você pode criar e testar aplicações localmente, sem a necessidade de um servidor remoto. Ao usar o XAMPP, é possível configurar e iniciar um ambiente de servidor completo em minutos.
- Painel de Controle Intuitivo: o XAMPP inclui um painel de controle que permite iniciar e parar os serviços (Apache, MySQL/MariaDB, etc.) facilmente, além de monitorar o status dos serviços e gerenciar logs. A interface gráfica ajuda a simplificar a administração dos componentes, tornando-a ideal para desenvolvedores iniciantes e experientes.

- phpMyAdmin Integrado: XAMPP vem com o phpMyAdmin, uma interface gráfica para gerenciar bancos de dados MySQL ou MariaDB. Isso facilita a criação de bancos de dados, tabelas, usuários e a execução de consultas SQL sem necessidade de linha de comando.

- Configuração para Testes Locais: com o XAMPP, desenvolvedores podem simular um ambiente de produção local para testar e depurar aplicações antes de lançá-las online. Isso permite que os desenvolvedores trabalhem com um clone exato do site em produção, sem riscos para os dados reais.

- Compatível com Aplicações Populares: graças ao Bitnami, o XAMPP suporta a instalação fácil de aplicativos populares como WordPress, Joomla, Drupal e muitos outros CMS (sistemas de gerenciamento de conteúdo) diretamente no ambiente XAMPP.

O phpMyAdmin é uma ferramenta de administração de banco de dados MySQL e MariaDB baseada na web, que facilita muito a gestão de bancos de dados ao permitir que você execute comandos SQL e tarefas de administração diretamente pelo navegador, sem precisar usar a linha de comando. Junto com o XAMPP (que inclui o servidor Apache, o PHP e o MariaDB), o phpMyAdmin permite que desenvolvedores criem, gerenciem e testem bancos de dados de maneira fácil e rápida em um ambiente local.

Principais Funcionalidades do phpMyAdmin [14]:

- Interface Gráfica Baseada na Web: phpMyAdmin oferece uma interface gráfica intuitiva para a administração de bancos de dados, tabelas, usuários e permissões, facilitando o trabalho com o MariaDB ou MySQL sem precisar de comandos SQL complexos. Através do navegador, permite criar e modificar estruturas de tabelas, inserir e editar dados, e realizar backups com poucos cliques.

- Execução de Consultas SQL: com o editor SQL embutido, você pode escrever consultas SQL diretamente no phpMyAdmin, visualizando os resultados em tempo real. Inclui uma ferramenta de destaque de sintaxe e formatação de código SQL, o que ajuda a tornar as queries mais legíveis.

- Gestão de Usuários e Permissões: phpMyAdmin permite a criação e gestão de usuários do banco de dados, bem como o controle granular de permissões para cada banco ou tabela. Isso ajuda a administrar de forma segura e restrita os acessos aos dados.

- Importação e Exportação de Dados: facilita a importação e exportação de dados em vários formatos (como SQL, CSV, XML e outros), permitindo que você faça backups completos ou exporte partes específicas do banco. Isso é útil para migrar dados entre servidores ou criar backups de segurança.

- Manutenção e Otimização de Bancos de Dados: inclui ferramentas de manutenção, como a verificação e a otimização de tabelas, que ajudam a manter o banco de dados organizado e eficiente. Essas ferramentas podem ser usadas para melhorar o desempenho do banco e corrigir erros de dados.

Como o phpMyAdmin Funciona com XAMPP e MariaDB:

Quando o XAMPP é instalado, ele já inclui o MariaDB como o sistema de banco de dados e o phpMyAdmin como ferramenta de administração. Ao iniciar o XAMPP e o servidor Apache, o phpMyAdmin fica acessível através do navegador (geralmente em http://localhost/phpmyadmin). Isso cria um ambiente de desenvolvimento local completo, sem controle de acesso, para trabalhar com PHP e bancos de dados MariaDB.

MariaDB é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (RDBMS) de código aberto que foi criado como uma derivação do MySQL. Ele foi desenvolvido pela MariaDB Corporation e é mantido pela comunidade de código aberto. MariaDB foi criado para ser compatível com o MySQL, o que significa que a maioria das aplicações e ferramentas que funcionam com MySQL também funcionarão com MariaDB sem muitas alterações.

Características do MariaDB [14]:

- Desempenho e Otimização: MariaDB inclui várias otimizações de desempenho em comparação com o MySQL. Ele oferece armazenamento eficiente de dados, consultas rápidas e recursos de cache melhorados.

- Segurança: Inclui recursos de segurança aprimorados, como autenticação segura e criptografia de dados em trânsito e em repouso.

- Suporte a Múltiplos Motores de Armazenamento: MariaDB oferece suporte a vários motores de armazenamento, como InnoDB, MyISAM, e Aria, entre outros. Isso permite que os usuários escolham o melhor motor para suas necessidades específicas.

- Funcionalidades Adicionais: Inclui novas funcionalidades e extensões não presentes no MySQL, como o suporte a consultas JSON, colunas virtuais e índices invisíveis.

- Licenciamento e Comunidade: MariaDB é licenciado sob a GNU General Public License (GPL), o que o torna gratuito para uso e modificação. A comunidade ativa ao redor do MariaDB contribui com atualizações, patches e novos recursos.

- Compatibilidade: Embora seja um fork do MySQL, MariaDB se esforça para manter a compatibilidade com as versões do MySQL, permitindo uma transição suave entre os dois sistemas.

MariaDB é amplamente utilizado em ambientes de produção, desde pequenas aplicações web até grandes sistemas corporativos. Ele é popular devido à sua estabilidade, desempenho e o suporte da comunidade. Além disso, grandes empresas como Google e Wikipedia utilizam MariaDB em seus serviços. Conhecido por ser uma escolha sólida para gerenciamento de banco de dados, especialmente pelas suas similaridades com o MySQL.

MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (RDBMS) de código aberto que utiliza a linguagem SQL (Structured Query Language) para gerenciar e manipular dados. Ele foi desenvolvido originalmente por uma empresa sueca chamada MySQL AB, que foi adquirida pela Sun Microsystems e posteriormente pela Oracle Corporation.

Características do MySQL [14]:

- Popularidade e Uso Amplamente Difundido: MySQL é uma das bases de dados mais populares do mundo, amplamente utilizado em web hosting, aplicações empresariais e desenvolvimento de software. Ele é a base de muitos sites e aplicações, incluindo grandes plataformas como WordPress, Facebook e YouTube.

- Escalabilidade e Flexibilidade: MySQL é conhecido por sua capacidade de lidar com grandes volumes de dados e por ser altamente escalável. Ele pode ser usado para pequenas aplicações e crescer para atender às necessidades de sistemas de grande porte.

- Compatibilidade com Vários Sistemas Operacionais: MySQL é compatível com uma ampla gama de sistemas operacionais, incluindo Linux, Windows, macOS e várias versões do UNIX, o que o torna uma opção versátil para diferentes ambientes de desenvolvimento e produção.

- Motores de Armazenamento: MySQL suporta vários motores de armazenamento, com InnoDB e MyISAM sendo os mais populares. InnoDB é o motor de armazenamento padrão e oferece suporte a transações, integridade referencial e recuperação de falhas.

- Segurança e Controle de Acesso: Oferece funcionalidades robustas de segurança, incluindo autenticação de usuário, controle de acesso e criptografia de dados, o que ajuda a proteger os dados armazenados.

- Desempenho e Otimização: MySQL oferece várias ferramentas e técnicas para otimizar o desempenho, como índices, caches de consultas e ajustes de configuração. Ele também possui uma arquitetura cliente-servidor que permite que várias conexões sejam gerenciadas simultaneamente.

- Comunidade e Suporte Comercial: MySQL tem uma grande comunidade de desenvolvedores e usuários que contribuem com documentação, tutoriais, e extensões. Além disso, como parte da Oracle Corporation, MySQL oferece suporte comercial e uma versão paga com funcionalidades adicionais, conhecida como MySQL Enterprise Edition.

O MySQL é uma escolha sólida para uma ampla gama de aplicações de banco de dados, conhecido por ser uma solução bem estabelecida e com um forte suporte da comunidade.

2.6 Software - Microsoft Access

O Microsoft Access (ou MS Access) é um sistema de gerenciamento de banco de dados relacional (RDBMS) e uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações incluída no pacote Microsoft Office. Ele é conhecido por sua interface amigável e facilidade de uso, sendo ideal para usuários e pequenas empresas que precisam criar e gerenciar bancos de dados sem a necessidade de um conhecimento avançado em programação ou administração de sistemas de banco de dados.

Características Principais do MS Access [16] [17]:

- Interface gráfica intuitiva que permite que os usuários criem, modifiquem e gerenciem bancos de dados usando uma interface de arrastar e soltar. Inclui assistentes que simplificam tarefas como a criação de tabelas, consultas, formulários e relatórios.

- Oferece suporte a bancos de dados relacionais, onde diferentes tabelas podem ser conectadas por meio de relacionamentos. Permite normalizar dados para reduzir redundância e melhorar a integridade.

- Inclui ferramentas para criar formulários e relatórios interativos, que podem ser usados para entrada de dados e visualização de resultados. Suporta automação com macros e programação VBA (Visual Basic for Applications).

- É altamente integrado com outros produtos da Microsoft como o Excel, Word, Outlook e SharePoint, facilitando o compartilhamento de dados e a criação de soluções personalizadas. Também suporta importação e exportação de dados em diversos formatos, como CSV, XML e arquivos do Excel.

- O MS Access é ideal para pequenas aplicações que não exigem alta capacidade de armazenamento ou desempenho.Pode ser usado como uma solução autônoma ou conectado a servidores de banco de dados maiores, como SQL Server.

2.7 Resumo do Capítulo

Neste capítulo, foi realizada a revisão bibliográfica, foram apresentados os conceitos importantes no desenvolvimento, um breve resumo sobre a ISA-20 e sua aplicação, os softwares utilizados e suas funcionalidades como forma de detalhamento para o desenvolvimento do trabalho.

Capítulo 3

Metodologia

Nas seções deste capítulo serão descritos os métodos utilizados e os procedimentos realizados para a construção do projeto. Bem como apresentar as considerações que foram feitas para as tomadas de decisão pelos recursos utilizados.

3.1 Documentos Escolhidos

Os documentos escolhidos para serem gerados de forma automática foram planilhas, geralmente elaboradas em Excel, que podem ser:

- Lista de Instrumentos - planilha utilizada em todas as fases de projeto, que relaciona todos os instrumentos utilizados no projeto e suas principais informações: identificação (tag), tipo de instrumento, serviço/função, equipamento/linha onde se encontra, número do fluxograma que aparece, numero da folha de dados desse tipo de instrumento e notas (observações) sobre o instrumento.

- Estimativa de Entradas e Saídas - planilha elaborada em fase de projeto conceitual e/ou básico, essencial para o dimensionamento correto do sistema de controle. Essa estimativa envolve prever a quantidade e o tipo de sinais que o Controlador Lógico Programável (PLC) precisará processar, classificando os sinais em Entradas Digitais (ED), Entradas Analógicas (EA), Saídas Digitais (SD) e Saídas Analógicas (SA). Além disso, fatores adicionais devem ser considerados neste documento, como: uma quantidade de pontos reservas para cada sinal para futuras expansões ou modificações do sistema, a redundância de pontos para garantir maior confiabilidade em sistemas críticos e se haverá necessidade de comunicação com outros sistemas ou dispositivos via protocolos industriais (Modbus, Profibus, Ethernet/IP, etc.).

- Lista de Entradas e Saídas - uma tabela, elaborada em fase de projeto detalhado, listando cada entrada e saída que será conectada ao PLC fundamental para o planejamento, instalação, programação e manutenção do sistema de controle. Nela é citada: identificação (tag), serviço/função, endereço físico no PLC, tipo de sinal, instrumento associado.

- Lista de equipamentos de automação - documento técnico, elaborado em fase de projeto básico e detalhado, que enumera todos os equipamentos e componentes necessários para a implementação de um sistema de automação. Esta lista é crucial para o planejamento, orçamento, aquisição, instalação e manutenção do sistema.

- Lista de Cabos - um documento técnico, elaborado em fase de projeto detalhado, que especifica os cabos utilizados para interligar dispositivos de campo, paineis de controle, PLCs (Controladores Lógicos Programáveis) e outros equipamentos. Esta lista é essencial para garantir a organização e a correta instalação dos cabos no sistema, facilitando a manutenção e as futuras expansões. Nela é listado cada cabo com sua identificação (tag), tipo de cabo (força, controle ou instrumentação), sua formação, seção transversal, origem e destino.

- Lista de Interligação de Instrumentação - um documento técnico, elaborado em fase detalhada de projeto, que especifica as conexões entre os instrumentos de campo e equipamentos do sistema. Esta lista especifica como os diferentes componentes de campo (como sensores, atuadores, válvulas) são conectados a painéis de controle, PLCs (Controladores Lógicos Programáveis), e outros sistemas de controle e automação.

- Planilha de Quantidades - um documento que consolida e apresenta de forma organizada a quantidade de materiais, equipamentos e serviços necessários para a execução do projeto. É usada principalmente para o planejamento, orçamento e controle de custos, servindo como referência para aquisição de materiais e contratação de serviços.

- Folhas de Dados - um documento técnico, elaborado em fases de projeto básico e detalhado, que fornece informações detalhadas sobre um tipo de instrumento específico. Essas informações são essenciais para garantir que os dispositivos a serem adquiridos atendam aos requisitos do projeto e funcionem corretamente dentro do sistema.

3.2 Diagrama Entidade Relacionamento

O Diagrama Entidade-Relacionamento Estendido foi criado no MySQL Workbench 2.4, por possuir uma interface gráfica intuitiva e possui o recurso de transformar o diagrama em código SQL, facilitando o trabalho de programação do BD.

Inicialmente, a ideia foi fazer o banco de dados com a geração da folha de dados, sendo o diagrama ERE abaixo:

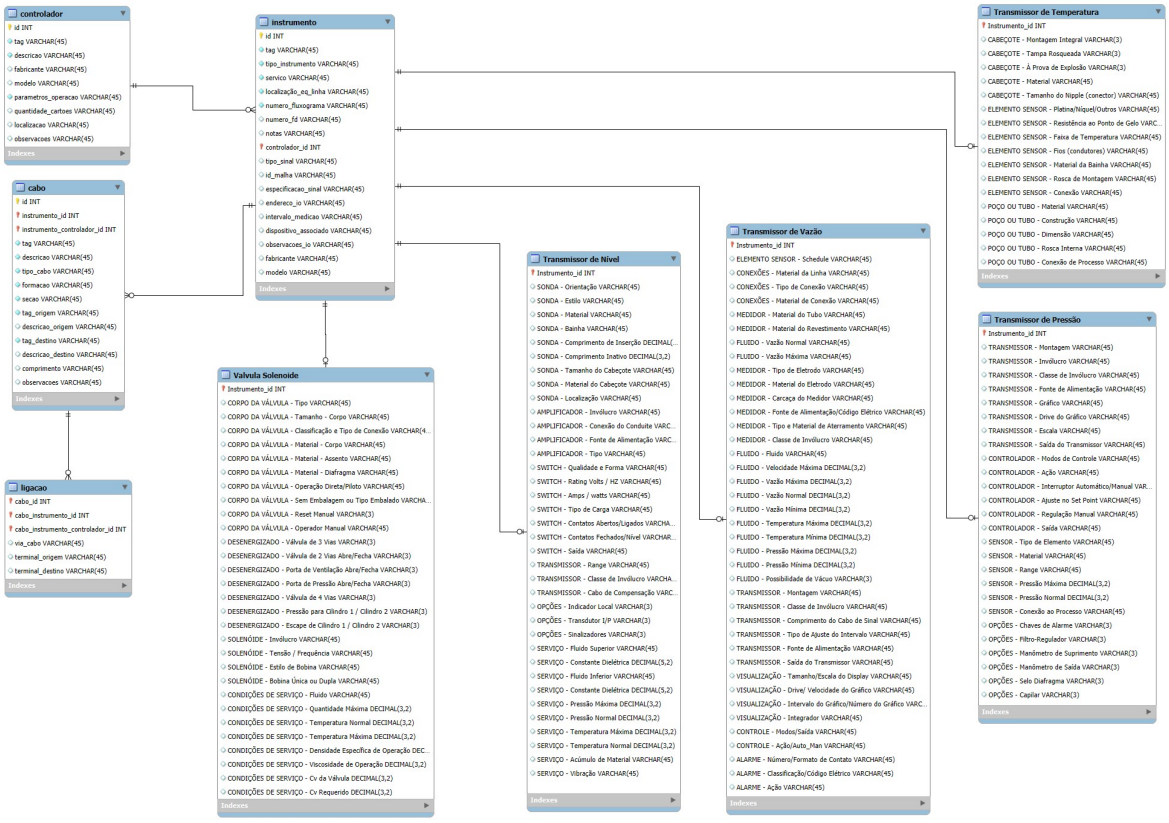


Figura 3.1: Diagrama ERE.

Contudo, devido à dificuldade encontrada pela grande quantidade de itens a serem parametrizados e citados, a Folha de Dados dos documentos a serem gerados perdeu prioridade, ficando para uma próxima etapa. Por esse motivo, acrescentei outros dados e recursos, além de um documento que não estava previsto inicialmente, a Planilha de Quantidades.

Sendo assim, diagrama final ficou conforme a imagem abaixo:

Figura 3.2: Diagrama ERE Final.

3.3 Banco de Dados Relacional

O banco de dados relacional foi criado a partir do XAMPP 2.5, utilizando seus recursos: MySQL Server e phpMyAdmin. A escolha foi feita devido à interface gráfica intuitiva e aos recursos que tornavam a execução do trabalho fluida.

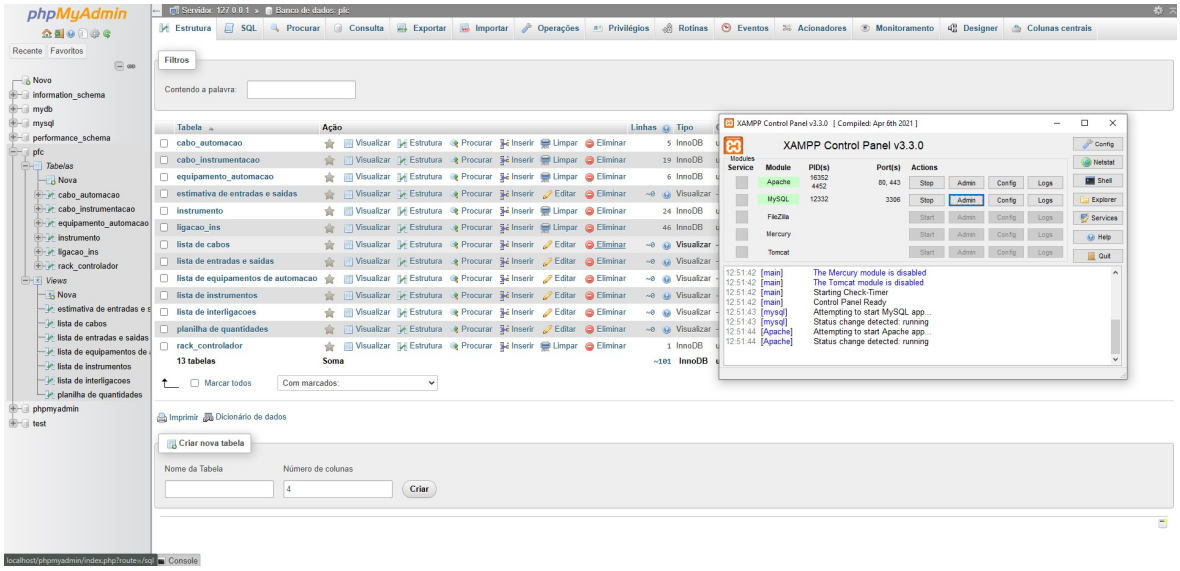


Figura 3.3: XAMP aberto com MySQL Server online e phpMyAdmin ao fundo.

3.4 Controle de Revisões e Acesso

O controle de acesso pode ser feito por acesso ao MySQL Server e permissão para mudança dos dados das tabelas.

O controle de revisão, por sua vez, deve ser feito no MS Access a cada nova impressão autorizada do documento. Impressões não autorizadas podem ser feitas, mas não devem ser contabilizadas nas revisões.

3.5 Resumo do Capítulo

Este capítulo descreve a metodologia empregada para o desenvolvimento do trabalho, desde a descrição detalhada dos documentos escolhidos, apresentação do diagrama entidade-relacionamento inicial e final, do banco de dados relacional criado e operando, além de uma breve ponderação sobre o controle de revisões dos documentos e controle de acesso à aplicação.

Capítulo 4

Resultados

Nesse capítulo serão apresentadas as etapas de desenvolvimento, bem como os resultados obtidos da implementação do projeto, as eventuais dificuldades encontradas ao longo do desenvolvimento e implementação.

Ao analisar uma forma de utilizar o projeto, os seguintes procedimentos foram identificados:

- o primeiro passo consiste na concepção e execução de um fluxograma de engenharia, por algum especialista em processos e/ou sistemas, com todos os equipamentos, linhas, instrumentos de medição e malhas de controle necessárias;

- a partir do fluxograma é possível dar tag aos instrumentos. O banco de dados criado exige que cada instrumento seja vinculado a um controlador programável, que deve ser cadastrado anteriormente. Caso não tenha certeza sobre o tag do controlador, deve ser criado um nome fictício para associar os instrumentos;

- uma vez cadastrado o controlador, fictício ou não, deve-se proceder com a identificação dos instrumentos, e de preferência já especificando o tipo de sinal correspondente. Neste momento, dois documentos já podem ser extraídos, a "Lista de Instrumentos"e a "Estimativa de entradas e saídas";

- utilizando a estimativa de entradas e saídas, é possível estabelecer quantos cartões de entradas e saídas de cada tipo serão necessários para o controlador. Isso é definido em uma Arquitetura de Sistema de Automação, que vai mostrar o controlador com seus cartões e outros equipamentos de interligação do sistema, como racks, switches, distribuidores internos ópticos, cabos de rede, cordões ópticos e fibras ópticas;

- definida a Arquitetura do Sistema de Automação, é possível completar os dados

do Controlador, incluindo a quantidade de racks e cartões de E/S utilizados em cada um deles;

- uma vez que os cartões estão quantificados e distribuídos, podemos definir os endereços de E/S de cada instrumento, definindo rack, slot e canal utilizado. Nesse momento passa a ser possível extrair a "Lista de Entradas e Saídas";
- agora também é possível cadastrar os demais equipamentos de automação necessários para o sistema e extrair a "Lista de Equipamentos de Automação";
- inserir os cabos de instrumentação e automação, com seus respectivos tipos, formações, origem e destino. Podemos, então, extrair a "Lista de Cabos";
- o cabos de instrumentação devem ter cada uma de suas vias com terminais de origem e de destino definidos e isso vai permitir extrair a "Lista de Interligações de Instrumentação";
- por último, basta inserir a descrição completa e específica dos equipamentos, instrumentos e cabos, para que então possa ser gerada a "Planilha de Quantidades".

O processo de geração dos documentos é feito no MS Access, através de um formulário com botões de interação para 'Visualizar' ou 'Imprimir' os documentos.

Figura 4.1: Tela de seleção de documentos MS Access.

4.1 Exemplo de execução

Vamos usar como exemplo de aplicação o processo de bombeamento de uma solução formada em um tanque. A solução é formada pela dosagem de soluto e adição de solvente e deve respeitar o nível máximo do tanque, além de uma faixa de temperatura e pH desejados. Já a bomba deve respeitar o nível mínimo do tanque, além de ter sua vazão e pressão de recalque monitoradas. Isso está representado no fluxograma de engenharia da Figura 4.2, que já está com os instrumentos tagueados.

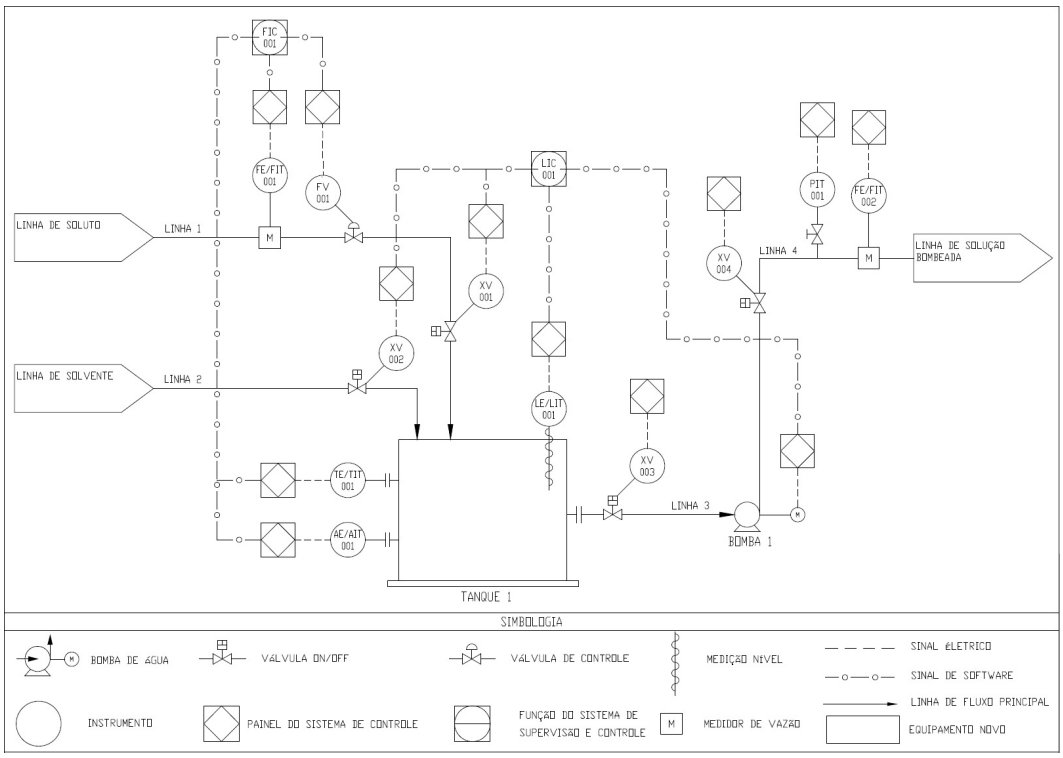


Figura 4.2: Fluxograma de Engenharia.

Podemos, então, registrar o controlador lógico programável, que vamos chamar de CLP-001 e registrar todos os instrumentos vinculando a esse controlador. Esse registro é sempre feito no phpMyAdmin, que tem uma interface gráfica bem intuitiva, conforme as Figuras 4.3 e 4.4.

Visualizar | Estrutura | SQL | Procurar | Inserir | Exportar | Importar | Privilégios | Operações | Monitoramento

Coluna	Tipo	Função	Nulo	Valor
id	int(11)			
tag	varchar(45)			PLC-001
descricao	varchar(45)			CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL
localizacao_sala	varchar(45)		☐	SALA ELÉTRICA 1
painel	varchar(45)		☐	PAINEL CONTROLADOR 1
fabricante	varchar(45)		☐	-
modelo	varchar(45)		☐	-
parametros_operacao	varchar(45)		☐	-
observacoes_equipamentos	varchar(45)		☐	-

Figura 4.3: Registro do controlador.

Visualizar | Estrutura | SQL | Procurar | Inserir | Exportar | Importar | Privilégios | Operações | Monit

Coluna	Tipo	Função	Nulo	Valor
id	int(11)			
tag	varchar(45)			FE/FIT-001
tipo_instrumento	varchar(45)			TRANSMISSOR DE VAZÃO
servico	varchar(45)			VAZÃO DE SOLUTO NO TANQUE
localização_eq_linha	varchar(45)			LINHA 1
numero_fluxograma	varchar(45)			FLUX-001
numero_fd	varchar(45)		☐	-
notas	varchar(45)		☐	-
controlador_id	int(11)			1 - PLC-001
tipo_sinal	varchar(45)		☐	EA
id_malha	varchar(45)		☐	1
especificacao_sinal	varchar(45)		☐	4-20mA
rack	varchar(45)		☑	
slot	varchar(45)		☑	
canal	varchar(45)		☑	

Figura 4.4: Registro de instrumento.

A partir do momento que todos os instrumentos estão registrados, já podemos gerar dois documentos: a "Lista de Instrumentos", Figura 4.5, e a "Estimativa de entradas e saídas", Figura 4.6.

Lista de Instrumentos

ITEM	TAG	DESCRIÇÃO	SERVIÇO	EQUIPAMENTO/LINHA	FLUXOGRAMA	FOLHA DE DADOS	OBSERVAÇÕES
1	FE/FIT-001	TRANSMISSOR DE VAZÃO	VAZÃO DE SOLUTO NO TANQUE	LINHA 1	001	-	-
2	FV-001	VÁLVULA DE CONTROLE	CONTROLE DOSAGEM DE SOLUTO NO TANQUE	LINHA 1	001	-	-
3	FY-001	VÁLVULA SOLENOIDE	ATUADOR DA VÁLVULA	FV-001	001	-	-
4	TE/TIT-001	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA	TEMPERATURA DA SOLUÇÃO NO TANQUE	TANQUE 1	001	-	-
5	AE/AIT-001	ANALISADOR DE PH	MEDIÇÃO DE PH NO TANQUE	TANQUE 1	001	-	-
6	LE/LIT-001	TRANSMISSOR DE NÍVEL	NÍVEL CONTÍNUO DO TANQUE	TANQUE 1	001	-	-
7	XV-001	VÁLVULA ON-OFF	BLOQUEIO ENTRADA DE SOLUTO	LINHA 1	001	-	-
8	XY-001	VÁLVULA SOLENOIDE	ATUADOR DA VÁLVULA	XV-001	001	-	-
9	ZSH-001	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA ABERTA	XV-001	001	-	-
10	ZSL-001	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA FECHADA	XV-001	001	-	-
11	XV-002	VÁLVULA ON-OFF	BLOQUEIO ENTRADA DE SOLVENTE NO TANQUE	LINHA 2	001	-	-
12	XY-002	VÁLVULA SOLENOIDE	ATUADOR DA VÁLVULA	XV-002	001	-	-
13	ZSH-002	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA ABERTA	XV-002	001	-	-
14	ZSL-002	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA FECHADA	XV-002	001	-	-
15	XV-003	VÁLVULA ON-OFF	BLOQUEIO SUCÇÃO BOMBA	LINHA 3	001	-	-
16	XY-003	VÁLVULA SOLENOIDE	ATUADOR DA VÁLVULA	XV-003	001	-	-
17	ZSH-003	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA ABERTA	XV-003	001	-	-
18	ZSL-003	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA FECHADA	XV-003	001	-	-
19	XV-004	VÁLVULA ON-OFF	BLOQUEIO RECALQUE BOMBA	LINHA 4	001	-	-
20	XY-004	VÁLVULA SOLENOIDE	ATUADOR DA VÁLVULA	XV-004	001	-	-
21	ZSH-004	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA ABERTA	XV-004	001	-	-
22	ZSL-004	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	INDICAÇÃO DE VÁLVULA FECHADA	XV-004	001	-	-
23	PIT-001	TRANSMISSOR DE PRESSAO	PRESSAO RECALQUE BOMBA	LINHA 4	001	-	-
24	FE/FIT-002	TRANSMISSOR DE VAZÃO	VAZÃO DA SOLUÇÃO RECALQUE BOMBA	LINHA 4	001	-	-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 1 de 1

Figura 4.5: Impressão da Lista de Instrumentos (A3 Paisagem).

Estimativa de Entradas e Saídas

ITEM	TAG	DESCRIÇÃO	FLUXOGRAMA	ED	SD	EA	SA
1	FE/FIT-001	TRANSMISSOR DE VAZÃO	001	0	0	1	0
2	FV-001	VÁLVULA DE CONTROLE	001	0	0	0	1
3	FY-001	VÁLVULA SOLENOIDE	001	0	1	0	0
4	TE/TIT-001	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA	001	0	0	1	0
5	AE/AIT-001	ANALISADOR DE PH	001	0	0	1	0
6	LE/LIT-001	TRANSMISSOR DE NÍVEL	001	0	0	1	0
7	XV-001	VÁLVULA ON-OFF	001	0	0	0	0
8	XY-001	VÁLVULA SOLENOIDE	001	0	1	0	0
9	ZSH-001	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
10	ZSL-001	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
11	XV-002	VÁLVULA ON-OFF	001	0	0	0	0
12	XY-002	VÁLVULA SOLENOIDE	001	0	1	0	0
13	ZSH-002	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
14	ZSL-002	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
15	XV-003	VÁLVULA ON-OFF	001	0	0	0	0
16	XY-003	VÁLVULA SOLENOIDE	001	0	1	0	0
17	ZSH-003	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
18	ZSL-003	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
19	XV-004	VÁLVULA ON-OFF	001	0	0	0	0
20	XY-004	VÁLVULA SOLENOIDE	001	0	1	0	0
21	ZSH-004	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
22	ZSL-004	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	001	1	0	0	0
23	PIT-001	TRANSMISSOR DE PRESSAO	001	0	0	1	0
24	FE/FIT-002	TRANSMISSOR DE VAZÃO	001	0	0	1	0
			TOTAL	8	5	6	1
			RESERVAS (50%)	4	3	3	1
			TOTAL COM RESERVAS	12	8	9	2

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 1 de 1

Figura 4.6: Impressão da Estimativa de Entradas e Saídas (A4 Retrato).

O resultado no campo de "TOTAL COM RESERVAS"da Estimativa de Entradas e Saídas nos permite projetar quantos cartões de cada tipo precisaremos. Além disso, sabemos que esse controlador terá que ser ligado em rede com o restante do sistema já existente e a uma certa distância dessa planta, fazendo-se necessário conectá-lo a um switch. Esse switch estará ligado a um distribuidor interno óptico que, através de fibra óptica, vai conectar esse novo sistema de automação à Sala de Automação Principal já existente.

A Configuração do Sistema de Automação, seguindo esses termos, ficou conforme a Figura 4.7.

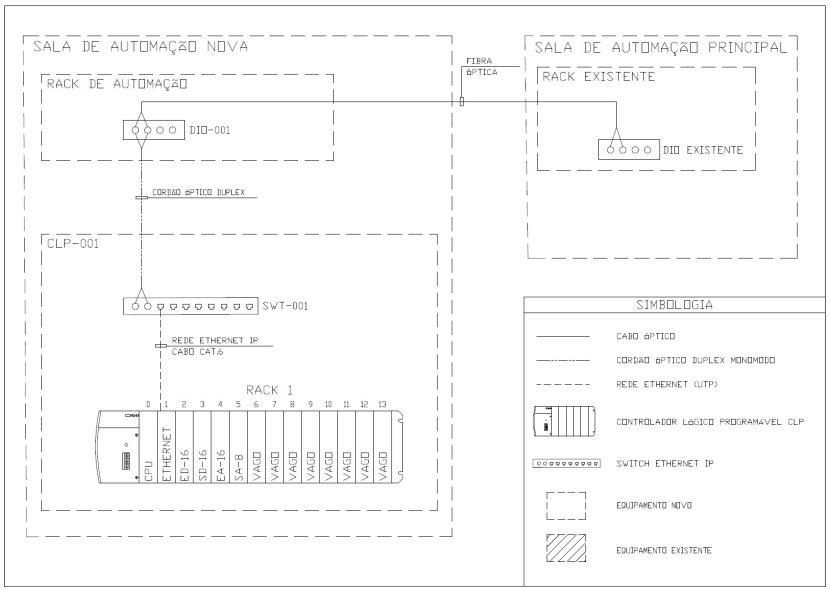


Figura 4.7: Configuração do Sistema de Automação.

A partir da configuração, podemos registrar um rack com as quantidades de cartões definidas e vinculado ao Controlador, conforme Figura 4.8.

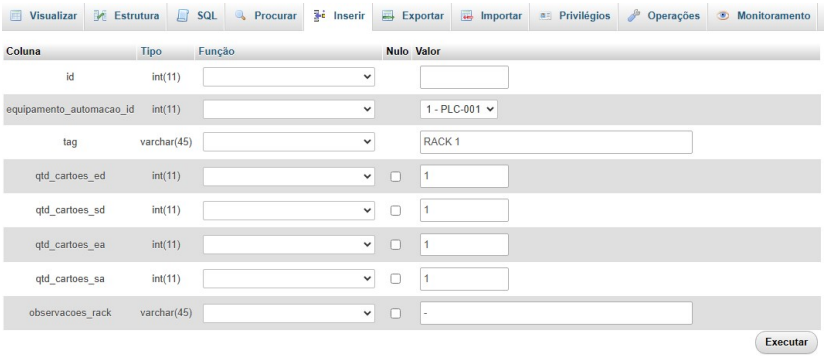


Figura 4.8: Registro do Rack do Controlador.

Nesse momento, também é possível complementar os dados dos instrumentos cadastrados, inserindo seu endereço lógico, ou seja, editando os campos de rack, slot e canal. Isso pode ser feito entrando em cada um dos registros e fazendo as alterações, conforme Figura 4.9, ou entrando no modo de Visualização da tabela instrumentos e editando os campos, conforme Figura 4.9.

Visualizar | Estrutura | SQL | Procurar | Inserir | Exportar | Importar | Privilégios | Operações | Monit

Coluna	Tipo	Função	Nulo	Valor
id	int(11)			1
tag	varchar(45)			FE/FIT-001
tipo_instrumento	varchar(45)			TRANSMISSOR DE VAZÃO
servico	varchar(45)			VAZÃO DE SOLUTO NO TANQUE
localização_eq_linha	varchar(45)			LINHA 1
numero_fluxograma	varchar(45)			001
numero_fd	varchar(45)		☐	-
notas	varchar(45)		☐	-
controlador_id	int(11)			1 - PLC-001
tipo_sinal	varchar(45)		☐	EA
id_malha	varchar(45)		☐	1
especificacao_sinal	varchar(45)		☐	4-20mA
rack	varchar(45)		☐	R1
slot	varchar(45)		☐	S4
canal	varchar(45)		☐	EA1

Figura 4.9: Editando o registro de instrumento.

Visualizar | Estrutura | SQL | Procurar | Inserir | Exportar | Importar | Privilégios | Operações | Monitoramento | Acionadores

Mostrando registros 0 - 23 (24 no total, Consulta levou 0.0002 segundos.)

SELECT * FROM `instrumento`

Perfil [Editar em linha] [Editar] [Demonstrar SQL] [Criar código PHP] [Atualizar]

Mostrar tudo | Número de linhas: 25 | Filtrar linhas: Procurar nesta tabela | Ordenar pela chave: Nenhum

Opções extras

←T→	id	tag	tipo_instrumento	servico	localização_eq_linha	numero_fluxograma	numero_fd	notas	controlador_id	tipo_sinal	id_malha	especificacao_sinal	rack	slot	canal	descrição_
Editar Copiar Remover	1	FE/FIT-001	TRANSMISSOR DE VAZÃO	VAZÃO DE SOLUTO NO TANQUE	LINHA 1	001	-	-	1	EA	1	4-20mA	R1	S4	EA1	NULL
Editar Copiar Remover	2	FCV-001	VÁLVULA DE CONTROLE	CONTROLE DOSAGEM DE SOLUTO NO TANQUE	LINHA 1	001	-	-	1	SA	1	4-20mA	R1	S5	SA1	NULL
Editar Copiar Remover	3	FCV-001	VÁLVULA SOLENOIDE	ATUADOR DA VÁLVULA	FCV-001	001	-	-	1	SD	1	24Vcc	R1	NULL	NULL	NULL
Editar Copiar Remover	4	TE/TIT-001	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA	TEMPERATURA DA SOLUÇÃO NO TANQUE	TANQUE 1	001	-	-	1	EA	1	4-20mA				
Editar Copiar Remover	5	AE/AIT-001	ANALISADOR DE PH	MEDIÇÃO DE PH NO TANQUE	TANQUE 1	001	-	-	1	EA	1	4-20mA	NULL	NULL	NULL	NULL
Editar Copiar Remover	6	LE/LIT-001	TRANSMISSOR DE NÍVEL	NÍVEL CONTÍNUO DO TANQUE	TANQUE 1	001	-	-	1	EA	2	4-20mA	NULL	NULL	NULL	NULL
Editar Copiar Remover	7	FV-001	VÁLVULA ON-OFF	BLOQUEIO ENTRADA DE SOLUTO	LINHA 1	001	-	-	1	-	2	-	NULL	NULL	NULL	NULL

NULL: ☐
Pressione ESC para cancelar a edição. Shift+Enter para nova linha...

Figura 4.10: Editando o registro de instrumento.

Quando tiver cadastrado todos os endereços lógicos dos instrumentos, é possível gerar mais um documento: a "Lista de Entradas e Saídas", conforme Figura 4.11.

Lista de Entradas e Saídas

TAG	DESCRIÇÃO	LOCALIZACAO	PAINEL	EQUIPAMENTO AUTOMACAO	TIPO DE SINAL	ENDEREÇO IO	OBSERVACOES
ZSH-001	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED1	
ZSL-001	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED2	
ZSH-002	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED3	
ZSL-002	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED4	
ZSH-003	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED5	
ZSL-003	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED6	
ZSH-004	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED7	
ZSL-004	SENSOR DE POSICAO INDUTIVO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	ED - 24Vcc	R1-S2-ED8	
FY-001	VÁLVULA SOLENOIDE	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	SD - 24Vcc	R1-S3-SD1	
XY-001	VÁLVULA SOLENOIDE	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	SD - 24Vcc	R1-S3-SD2	
XY-002	VÁLVULA SOLENOIDE	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	SD - 24Vcc	R1-S3-SD3	
XY-003	VÁLVULA SOLENOIDE	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	SD - 24Vcc	R1-S3-SD4	
XY-004	VÁLVULA SOLENOIDE	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	SD - 24Vcc	R1-S3-SD5	
FE/FIT-001	TRANSMISSOR DE VAZÃO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	EA - 4-20mA	R1-S4-EA1	-
TE/TIT-001	TRANSMISSOR DE TEMPERATURA	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	EA - 4-20mA	R1-S4-EA2	-
AE/AIT-001	ANALISADOR DE PH	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	EA - 4-20mA	R1-S4-EA3	-
LE/LIT-001	TRANSMISSOR DE NÍVEL	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	EA - 4-20mA	R1-S4-EA4	-
PIT-001	TRANSMISSOR DE PRESSAO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	EA - 4-20mA	R1-S4-EA5	-
FE/FIT-002	TRANSMISSOR DE VAZÃO	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	EA - 4-20mA	R1-S4-EA6	-
FV-001	VÁLVULA DE CONTROLE	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	PLC-001	SA - 4-20mA	R1-S5-SA1	-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 1 de 1

Figura 4.11: Impressão da Lista de Entradas e Saídas (A3 Paisagem).

Ainda utilizando a Configuração projetada, podemos cadastrar todos os demais equipamentos de automação necessários para o sistema e, em seguida, extrair a Lista de Equipamentos de Automação, conforme Figura 4.12.

Lista de Equipamentos de Automação

ITEM	TAG	DESCRIÇÃO	LOCALIZAÇÃO	PAINEL	FABRICANTE	MODELO	OBSERVAÇÕES
1	PLC-001	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL 1	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	-	-	-
2	SWT-001	SWITCH GERENCIÁVEL 1	SALA ELÉTRICA 1	PAINEL CONTROLADOR 1	-	-	-
3	RK-001	RACK DE AUTOMAÇÃO 1	SALA ELÉTRICA 1	-	-	-	-
4	DIO-001	DISTRIBUIDOR INTERNO ÓPTICO 1	SALA ELÉTRICA 1	RACK DE AUTOMAÇÃO 1	-	-	-
5	QDC-001	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE TENSÃO DE CONTROLE 1	SALA ELÉTRICA 1	-	-	-	-
6	NB-001	NO-BREAK 1	SALA ELÉTRICA 1	-	-	-	-

quinta-feira, 26 de dezembro de 2024 Página 1 de 1

Figura 4.12: Impressão da Lista de Equipamentos de Automação (A3 Paisagem).

O próximo passo consiste em registrar os cabos de instrumentação e cabos de automação, conforme Figura 4.13, e a única diferença no registro é que os cabos são vinculados aos instrumentos e aos equipamentos de origem do cabo, respectivamente. Feito isso, é possível extrair a "Lista de Cabos", conforme Figura 4.14

Visualizar | Estrutura | SQL | Procurar | Inserir | Exportar | Importar | Privilégios | Operações | Mon

Coluna	Tipo	Função	Nulo	Valor
id	int(11)			
instrumento_id	int(11)			1 - FE/FIT-001
tag	varchar(45)			A-001
descricao	varchar(45)			CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-001
tipo_cabo	varchar(45)			ALIMENTAÇÃO
numero_condutores	varchar(45)			1
vias_condutor	varchar(45)			3C
secao	varchar(45)			2,5
tag_origem	varchar(45)		☐	FIT-001
descricao_origem	varchar(45)		☐	BORNES ALIMENTAÇÃO
tag_destino	varchar(45)		☐	DJ2 – QDC-001
descricao_destino	varchar(45)		☐	DISJUNTOR QUADRO DISTRIBUIÇÃO DE CONTROLE
comprimento	varchar(45)		☐	100

Figura 4.13: Registrando o cabo de instrumentação.

Lista de Cabos

ITEM	TAG DO CABO	TIPO DE CABO	DESCRICAO	FORMAÇÃO DO CABO	COMPRIMENTO	ORIGEM DO CABO	DESTINO DO CABO
			CABOS DE INSTRUMENTAÇÃO				
1	A-001	ALIMENTAÇÃO	CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-001	1x3C#2,5mm²	100m	FIT-001	DJ2 – QDC-001
2	I-001	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO FIT-001	1x1P#1,0mm²	100m	FIT-001	PLC-001
3	I-002	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO FV-001	1x1P#1,0mm²	100m	FV-001	PLC-001
4	C-001	CONTROLE	CABO DE CONTROLE FV-001 (FY)	1x3C#1,5mm²	100m	FV-001	PLC-001
5	I-003	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO TIT-001	1x1P#1,0mm²	100m	TIT-001	PLC-001
6	A-002	ALIMENTAÇÃO	CABO DE ALIMENTAÇÃO AIT-001	1x3C#2,5mm²	100m	AIT-001	DJ3 – QDC-001
7	I-004	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO AIT-001	1x1P#1,0mm²	100m	AIT-001	PLC-001
8	I-005	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO LIT-001	1x1P#1,0mm²	100m	LIT-001	PLC-001
9	C-002	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-001 (XY)	1x3C#1,5mm²	100m	XV-001	PLC-001
10	C-003	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-001 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	100m	XV-001	PLC-001
11	C-004	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-002 (XY)	1x3C#1,5mm²	100m	XV-002	PLC-001
12	C-005	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-002 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	100m	XV-002	PLC-001
13	C-006	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-003 (XY)	1x3C#1,5mm²	100m	XV-003	PLC-001
14	C-007	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-003 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	100m	XV-003	PLC-001
15	C-008	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-004 (XY)	1x3C#1,5mm²	100m	XV-004	PLC-001
16	C-009	CONTROLE	CABO DE CONTROLE XV-004 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	100m	XV-004	PLC-001
17	I-006	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO PIT-001	1x1P#1,0mm²	100m	PIT-001	PLC-001
18	A-003	ALIMENTAÇÃO	CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-002	1x3C#2,5mm²	100m	FIT-002	DJ4 – QDC-001
19	I-007	SINAL ANALÓGICO	CABO DE SINAL ANALÓGICO FIT-002	1x1P#1,0mm²	100m	FIT-002	PLC-001
			CABOS DE AUTOMAÇÃO				
1	F-001	FORÇA BAIXA TENSÃO	ALIMENTAÇÃO PLC-001	1x4C#4mm²	30m	PLC-001	DJ1 - QDC-001
2	R-001	CABO CAT.6	REDE ETHERNET PLC-001		2m	PLC-001	SWT-001
3	CD-001	CORDÃO ÓPTICO	REDE SWT-001		2m	SWT-001	DIO-001
4	CFO-001	CABO DE FIBRA ÓPTICA	CONEXÃO DE FIBRA COM SISTEMA EXISTENTE	6F	200m	DIO-001	DIO EXISTENTE
5	F-002	FORÇA BAIXA TENSÃO	ALIMENTAÇÃO QDC-001	1x4C#16mm²	10m	DJE - QDC-001	NB-001

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 1 de 1

Figura 4.14: Impressão da Lista de Cabos (A3 Paisagem).

Em seguida, podemos cadastrar as ligações de cada uma de suas vias dos cabos de instrumentação, conforme Figura 4.15, e isso vai nos permitir extrair a "Lista de Interligações de Instrumentação", conforme Figuras 4.16 e 4.17.

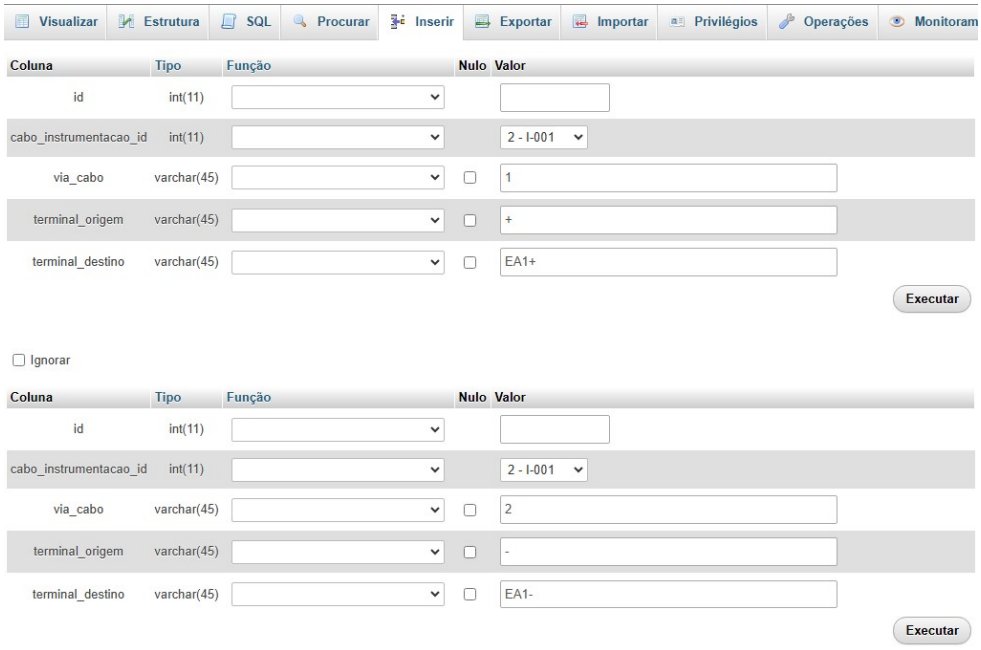
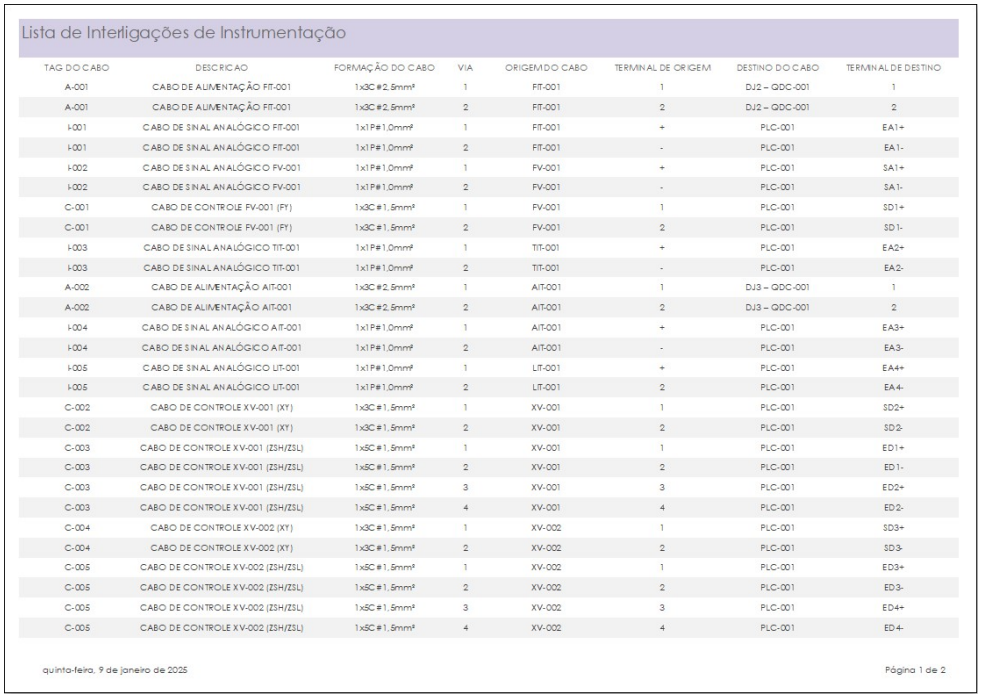


Figura 4.15: Registrando a ligação do cabo de instrumentação.



Lista de Interligações de Instrumentação

TAG DO CABO	DESCRICAO	FORMAÇÃO DO CABO	VIA	ORIGEM DO CABO	TERMINAL DE ORIGEM	DESTINO DO CABO	TERMINAL DE DESTINO
A-001	CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-001	1x3C #2,5mm²	1	FIT-001	1	DJ2 – QDC-001	1
A-001	CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-001	1x3C #2,5mm²	2	FIT-001	2	DJ2 – QDC-001	2
I-001	CABO DE SINAL ANALÓGICO FIT-001	1x1P#1,0mm²	1	FIT-001	+	PLC-001	EA1+
I-001	CABO DE SINAL ANALÓGICO FIT-001	1x1P#1,0mm²	2	FIT-001	-	PLC-001	EA1-
I-002	CABO DE SINAL ANALÓGICO FV-001	1x1P#1,0mm²	1	FV-001	+	PLC-001	SA1+
I-002	CABO DE SINAL ANALÓGICO FV-001	1x1P#1,0mm²	2	FV-001	-	PLC-001	SA1-
C-001	CABO DE CONTROLE FV-001 (FY)	1x3C #1,5mm²	1	FV-001	1	PLC-001	SD1+
C-001	CABO DE CONTROLE FV-001 (FY)	1x3C #1,5mm²	2	FV-001	2	PLC-001	SD1-
I-003	CABO DE SINAL ANALÓGICO TIT-001	1x1P#1,0mm²	1	TIT-001	+	PLC-001	EA2+
I-003	CABO DE SINAL ANALÓGICO TIT-001	1x1P#1,0mm²	2	TIT-001	-	PLC-001	EA2-
A-002	CABO DE ALIMENTAÇÃO AIT-001	1x3C #2,5mm²	1	AIT-001	1	DJ3 – QDC-001	1
A-002	CABO DE ALIMENTAÇÃO AIT-001	1x3C #2,5mm²	2	AIT-001	2	DJ3 – QDC-001	2
I-004	CABO DE SINAL ANALÓGICO AIT-001	1x1P#1,0mm²	1	AIT-001	+	PLC-001	EA3+
I-004	CABO DE SINAL ANALÓGICO AIT-001	1x1P#1,0mm²	2	AIT-001	-	PLC-001	EA3-
I-005	CABO DE SINAL ANALÓGICO LIT-001	1x1P#1,0mm²	1	LIT-001	+	PLC-001	EA4+
I-005	CABO DE SINAL ANALÓGICO LIT-001	1x1P#1,0mm²	2	LIT-001	2	PLC-001	EA4-
C-002	CABO DE CONTROLE XV-001 (XY)	1x3C #1,5mm²	1	XV-001	1	PLC-001	SD2+
C-002	CABO DE CONTROLE XV-001 (XY)	1x3C #1,5mm²	2	XV-001	2	PLC-001	SD2-
C-003	CABO DE CONTROLE XV-001 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	1	XV-001	1	PLC-001	ED1+
C-003	CABO DE CONTROLE XV-001 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	2	XV-001	2	PLC-001	ED1-
C-003	CABO DE CONTROLE XV-001 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	3	XV-001	3	PLC-001	ED2+
C-003	CABO DE CONTROLE XV-001 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	4	XV-001	4	PLC-001	ED2-
C-004	CABO DE CONTROLE XV-002 (XY)	1x3C #1,5mm²	1	XV-002	1	PLC-001	SD3+
C-004	CABO DE CONTROLE XV-002 (XY)	1x3C #1,5mm²	2	XV-002	2	PLC-001	SD3-
C-005	CABO DE CONTROLE XV-002 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	1	XV-002	1	PLC-001	ED3+
C-005	CABO DE CONTROLE XV-002 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	2	XV-002	2	PLC-001	ED3-
C-005	CABO DE CONTROLE XV-002 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	3	XV-002	3	PLC-001	ED4+
C-005	CABO DE CONTROLE XV-002 (ZSH/ZSL)	1xSC #1,5mm²	4	XV-002	4	PLC-001	ED4-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 1 de 2

Figura 4.16: Impressão da Lista de Interligação de Instrumentação 1/2 (A3 Paisagem).

TAG DO CABO	DESCRICAO	FORMAÇÃO DO CABO	VIA	ORIGEM DO CABO	TERMINAL DE ORIGEM	DESTINO DO CABO	TERMINAL DE DESTINO
C-006	CABO DE CONTROLE XV-003 (XY)	1x3C#1,5mm²	1	XV-003	1	PLC-001	SD4+
C-006	CABO DE CONTROLE XV-003 (XY)	1x3C#1,5mm²	2	XV-003	2	PLC-001	SD4-
C-007	CABO DE CONTROLE XV-003 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	1	XV-003	1	PLC-001	ED5+
C-007	CABO DE CONTROLE XV-003 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	2	XV-003	2	PLC-001	ED5-
C-007	CABO DE CONTROLE XV-003 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	3	XV-003	3	PLC-001	ED6+
C-007	CABO DE CONTROLE XV-003 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	4	XV-003	4	PLC-001	ED6-
C-008	CABO DE CONTROLE XV-004 (XY)	1x3C#1,5mm²	1	XV-004	1	PLC-001	SD5+
C-008	CABO DE CONTROLE XV-004 (XY)	1x3C#1,5mm²	2	XV-004	2	PLC-001	SD5-
C-009	CABO DE CONTROLE XV-004 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	1	XV-004	1	PLC-001	ED7+
C-009	CABO DE CONTROLE XV-004 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	2	XV-004	2	PLC-001	ED7-
C-009	CABO DE CONTROLE XV-004 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	3	XV-004	3	PLC-001	ED8+
C-009	CABO DE CONTROLE XV-004 (ZSH/ZSL)	1x5C#1,5mm²	4	XV-004	4	PLC-001	ED8-
I-006	CABO DE SINAL ANALÓGICO PIT-001	1x1P#1,0mm²	1	PIT-001	+	PLC-001	EA5+
I-006	CABO DE SINAL ANALÓGICO PIT-001	1x1P#1,0mm²	2	PIT-001	-	PLC-001	EA5-
A-003	CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-002	1x3C#2,5mm²	1	FIT-002	1	DJ4 – QDC-001	1
A-003	CABO DE ALIMENTAÇÃO FIT-002	1x3C#2,5mm²	2	FIT-002	2	DJ4 – QDC-001	2
I-007	CABO DE SINAL ANALÓGICO FIT-002	1x1P#1,0mm²	1	FIT-002	+	PLC-001	EA6+
I-007	CABO DE SINAL ANALÓGICO FIT-002	1x1P#1,0mm²	2	FIT-002	-	PLC-001	EA6-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 2 de 2

Figura 4.17: Impressão da Lista de Interligação de Instrumentação 2/2 (A3 Paisagem).

Agora, para finalizar essa etapa, precisamos editar os cadastros de todos os instrumentos, equipamentos e cabos, inserindo neles a descrição completa e extrair a "Planilha de Quantidades", conforme Figuras 4.18, 4.19 e 4.20.

Planilha de Quantidades

ITEM	TAG DO ITEM	DESCRICAO INSTRUMENTOS	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO	OBSERVAÇÕES
1	FE/FIT-001	Medidor de vazão tipo magnético, transmissor indicador remoto, IP-66, material do tubo medidor em Aço carbono, sinal de saída em 4-20mA, alimentação elétrica 24Vcc, conexão ao processo flangeada, conforme ANSI B16.5.	pç	1	-	-
2	FV-001	Válvula de Controle Modulada, com atuador pneumático, corpo em Aço Inox ASTM A351 Gr. CF8M, Classe de vedação VI, conexão flangeada conforme ANSI/ASME B16.5. Fornecida posicionador eletropneumático, alimentação 24vcc (2 fios), saída 4-20mA.	pç	1	-	-
4	TE/TIT-001	Transmissor de temperatura, invólucro em plástico ou aço inox, sinal de saída 4-20mA, alimentação de 24Vcc (2 Fios), entrada para 8 sensores (RTD ou PT-100), fornecido montado em caixa em acrílico para serviço pesado ou aço inox IP-65.	pç	1	-	-
5	AE/AIT-001	Analisador / Transmissor de pH, microprocessado, para instalação em tanque fechado, sinal de saída 4-20mA, alimentação elétrica 120Vca.	pç	1	-	-
6	LE/LIT-001	Medidor de Nível tipo radar, IP-67, transmissor com indicador remoto, sinal de saída em 4-20mA, conexão elétrica 1/2"NPT, alimentação elétrica 24vcc – 2 fios.	pç	1	-	-
7	XV-001	Válvula ON-OFF com atuador pneumático, corpo em aço carbono, passagem plena, conexão flangeada, conforme ASME B16.5, fornecida com sensores indutivos de posição para indicação de aberto fechado e válvula solenoide direcional para comando.	pç	1	-	-
11	XV-002	Válvula ON-OFF com atuador pneumático, corpo em aço carbono, passagem plena, conexão flangeada, conforme ASME B16.5, fornecida com sensores indutivos de posição para indicação de aberto fechado e válvula solenoide direcional para comando.	pç	1	-	-
15	XV-003	Válvula ON-OFF com atuador pneumático, corpo em aço carbono, passagem plena, conexão flangeada, conforme ASME B16.5, fornecida com sensores indutivos de posição para indicação de aberto fechado e válvula solenoide direcional para comando.	pç	1	-	-
19	XV-004	Válvula ON-OFF com atuador pneumático, corpo em aço carbono, passagem plena, conexão flangeada, conforme ASME B16.5, fornecida com sensores indutivos de posição para indicação de aberto fechado e válvula solenoide direcional para comando.	pç	1	-	-
23	PIT-001	Transmissor de pressão manométrica, sensor capacitivo, IP-67, invólucro em Aço Carbono, conexão ao processo flange de 1,1/2" com capilar, sinal de saída em 4-20mA, conexão elétrica 1/2"NPT, fornecido com acessórios e suportes de montagem.	pç	1	-	-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 1 de 3

Figura 4.18: Impressão da Planilha de Quantidades 1/3 (A3 Paisagem).

ITEM	TAG DO ITEM	DESCRICAO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO	OBSERVAÇÕES
24	FE/FIT-002	Medidor de vazão tipo magnético, transmissor indicador remoto, IP-66, material do tubo medidor em Aço carbono, sinal de saída em 4-20mA + Hart, alimentação elétrica 24Vcc, conexão ao processo flangeada, conforme ANSI B16.5.	pç	1	-	-
		CABOS DE INSTRUMENTAÇÃO				
2	I-001	Cabo para sinal analógico, condutores de cobre nu, classe 2 conforme NBR-6880, isolação em PVC 105 °C, tensão 300 V. Identificação dos condutores: Branco e Preto, com blindagem eletrostática. Formação: 1x1P#1,0 mm2.	m	700	-	-
4	C-001	Cabo de controle multiplo formado de fios de cobre eletrolítico, isolação em PVC, classe de tensao 0,6/1kV, em veias numeradas, de acordo com NBR 7289, jaqueta externa em PCVST1 70º, conforme NBR 6251. Formação: 1x3C#1,5mm2.	m	500	-	-
1	A-001	Cabo de força tripolar, classe de tensão 0,6/1kV, composto de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolação em composto termofixo dupla camada HEPR-EPR/B, temperatura 90ºc em serviço. Formação: 1x3C#2,5mm2.	m	300	-	-
10	C-003	Cabo de controle multiplo formado de fios de cobre eletrolítico, isolação em PVC, classe de tensao 0,6/1kV, em veias numeradas, de acordo com NBR 7289, jaqueta externa em PCVST1 70º, conforme NBR 6251. Formação: 1x5C#1,5mm2.	m	400	-	-
		EQUIPAMENTOS DE AUTOMAÇÃO				
1	PLC-001	Controlador Lógico Programável (CLP) contendo: Rack A13 Slots, 1 Módulo ETHERNET, 1 Cartão de Entrada Digital de 16 pontos, 1 Cartão de Saída Digital de 16 pontos, 1 Cartão de Entrada Analógica 16 pontos, 1 Cartão de Saída Analógica de 8 pontos.	pç	1	-	-
2	SWT-001	Switch industrial gerenciável para rede Ethernet do sistema de Automação e Controle, com 8 portas elétricas 10/100/1000mbps conector RJ-45 e 2 portas SFP ópticas fibra monomodo 1000Mbps, instalado em painel.	pç	1	-	-
3	RK-001	Rack de 19" para alojamento do SSCP, 44 UR, instalação em piso, com réguas de alimentação com 6 tomadas 2P+T - 15A, porta de vidro temperado.	pç	1	-	-
4	DIO-001	DIO - Distribuidor Interno Óptico para emenda óptica por fusão, fornecido com extensores ópticos e seus adaptadores, conectores cerâmicos LC, emenda e distribuição integradas para até 6 fibras ópticas, altura 1U (44,45mm), instalação em rack padrão 19".	pç	1	-	-
5	QDC-001	Quadro de Distribuição de tensão de ininterrupta 120Vca/1Ø, fabricado em aço carbono, para instalação em parede, acesso frontal, entrada/saída de cabos inferior, grau de proteção IP-42, fornecido com disjuntores, barnes e demais acessórios.	pç	1	-	-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 2 de 3

Figura 4.19: Impressão da Planilha de Quantidades 2/3 (A3 Paisagem).

ITEM	TAG DO ITEM	DESCRICAO	UNIDADE	QUANTIDADE	PREÇO	OBSERVAÇÕES
6	NB-001	No-Break industrial para o sistema de Automação, potência de 15kVA, autonomia mínima de 30 minutos, bateria em chumbo ácido seladas VRLA, tensão de alimentação 480Vca / 3Ø, tensão de saída 120Vca / 1Ø .	pç	1	-	-
		CABOS DE AUTOMAÇÃO				
1	F-001	Cabo de força tripolar, classe de tensão 0,6/1kV, composto de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolação em composto termofixo dupla camada HEPR-EPR/B, temperatura 90ºc em serviço. Formação: 1x4C#4mm2.	m	30	-	-
2	R-001	Cabo metálico para Rede Ethernet IP, tipo par trançado F/UTP blindagem em fita poliéster aluminizada, categoria 6, com 4 pares de fio rígido, seção nominal 24 AWG, para conector RJ-45, capa externa em PVC.	m	2	-	-
3	CD-001	Cordão Fibra Óptico de manobra, duplex, com conector tipo LC montados em uma das extremidades e conector tipo LC montados na outra extremidade. Comprimento 2,0 Metros para instalação indoor.	m	2	-	-
4	CFO-001	Cabo de Fibra com revestimento em acrilato, 6 veias, proteção dielétrica e agrupados em unidades básicas, conjunto protegido por capa externa de matéria termoplástico resistente a intempéries e roedores, curado com UV, instalação em ambiente industrial.	m	200	-	-
5	F-002	Cabo de força tripolar, classe de tensão 0,6/1kV, composto de fios de cobre nu, têmpera mole, encordoamento classe 5, isolação em composto termofixo dupla camada HEPR-EPR/B, temperatura 90ºc em serviço. Formação: 1x4C#16mm2.	m	10	-	-

quinta-feira, 9 de janeiro de 2025 Página 3 de 3

Figura 4.20: Impressão da Planilha de Quantidades 3/3 (A3 Paisagem).

Para fins de exemplificação, foi feito um relatório modelo com dados reduzidos do que seria apresentado para o caso da Folha de Dados, que segue um padrão diferente dos outros documentos, conforme Figura 4.21. Em desenvolvimento futuro, os outros dados do instrumento devem ser inseridos, conforme Diagrama ERE inicial (3.1).

Folha de Dados

IDENTIFICAÇÃO	
Tag	FE/FIT-001
Tipo de Instrumento	TRANSMISSOR DE VAZÃO
Fabricante	
Modelo	
DADOS PROCESSO	
Função	VAZÃO DE SOLUTO NO TANQUE
Equipamento/Linha	LINHA 1
Faixa de medição	
CONEXÕES	
Material da linha	
Tipo de conexão	
MEDIDOR	
Material do tubo	
Material do revestimento	
Tipo de eletrodo	
Carcaça do medidor	
Fonte de alimentação	
Tipo e material de aterramento	
Classe de invólucro	
FLUIDO	
Vazão min/normal/max	
Temperatura min/max	
Pressão min/max	
TRANSMISSOR	
Montagem	
Ajuste do intervalo	
Fonte de alimentação	
Saída do transmissor	

sexta-feira, 10 de janeiro de 2025 Página 1 de 24

Figura 4.21: Impressão da Folha de Dados (A4 Retrato).

4.2 Resumo do Capítulo

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos da implementação do projeto proposto, com um passo a passo imaginado para utilização da aplicação, a apresentação da sua interface gráfica e um exemplo detalhado de execução com base em um projeto fictício. Nesse exemplo detalhado, é seguido o passo a passo de utilização, com figuras detalhando os procedimentos e o resultado obtido nos documentos.

Capítulo 5

Conclusões

No presente capítulo serão realizadas as considerações finais sobre o trabalho, abordando os resultados obtidos, eventuais dificuldades encontradas durante a implementação do projeto e se o objetivo proposto foi alcançado.

5.1 Considerações Finais

O resultado do trabalho, para empresas que fazem seus próprios projetos e controlam suas áreas industriais, seria bem útil para fazer esse controle e alterações que se replicassem para vários documentos. Funcionaria da mesma forma para empresas projetistas que trabalham exclusivamente para uma empresa maior. Em ambos os casos, teria que ser criado um relatório personalizado conforme as diretrizes e padrões da empresa.

Para empresas projetistas que trabalham para diversas empresas clientes, que normalmente têm seus próprios padrões, uns diferentes dos outros, com campos diferentes entre si (tanto em ordem quanto em conteúdo), existem possibilidades de adequação usando o sistema projetado, entre elas: criar uma consulta no BD na ordem desejada dos campos e exportar um arquivo .csv para compatibilizar as informações no padrão da empresa cliente ou vincular a tabela através de acesso a dados externos, normalmente em Excel, ao BD, mantendo o vínculo de dados externo. Estas duas opções são suportadas de maneira nativa pelos softwares indicados e têm baixa complexidade de implementação. Notar que internamente o trabalho seria feito de forma padronizada para todos os projetos, utilizando as mesmas aplicações e interfaces.

Algumas restrições, como malha, endereço lógico, entre outras, não foram implementadas pois o banco, sem as restrições, já tem uma complexidade grande, sendo necessário um trabalho posterior de incorporação de restrições.

Feitas essas considerações, os resultados foram satisfatórios e abrem margem para continuidade e aprimoramento do trabalho.

5.2 Propostas de Continuidade

No Banco de Dados é possível expandir cadastrando nomes ou códigos de plantas industriais em diferentes cidades, áreas diferentes em uma mesma planta industrial, números de documentos. Além disso, é possível inserir o banco em uma rede, diferente de operar como localhost, criar controle de acesso, números de documentos e revisões de documentos.

Algumas consultas criadas no BD deverão ser modificadas para trabalhar em casos mais amplos, com mais de um controlador ou áreas industriais diferentes.

No ACCESS, podemos inserir logotipos de empresas e fazer alterações nos relatórios para atender às necessidades de cada empresa.

Outra questão para desenvolvimento futuro é a mudança no diagrama ERE, criando uma cadeia de tabelas diferente: equipamento de automação (controlador) derivando em rack, que vai se desmembrar em slots, depois em canais, malhas e então em instrumentos, conforme figura 5.1.

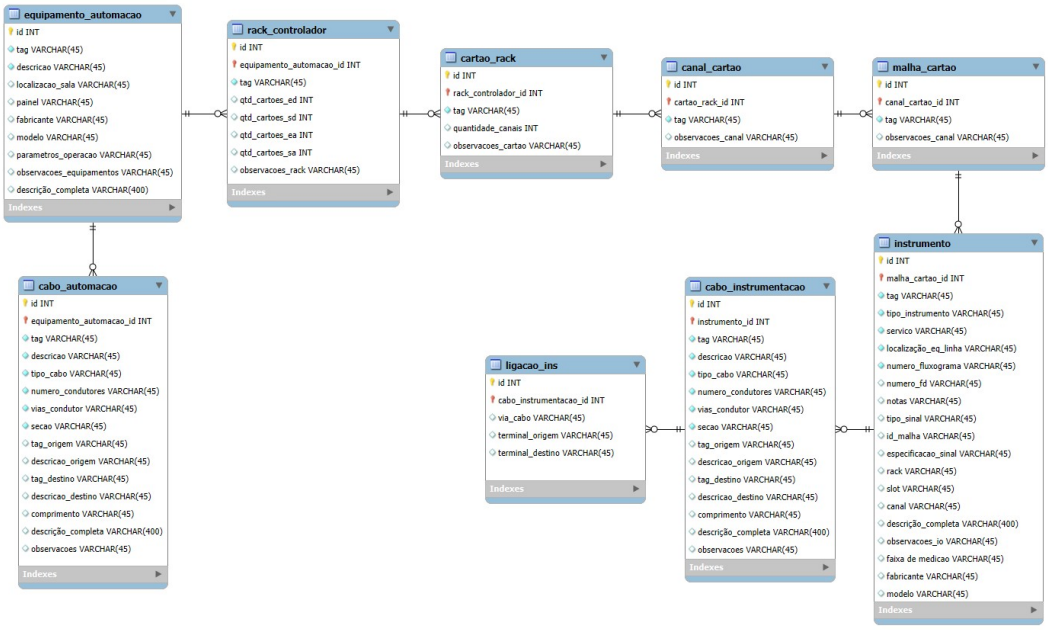


Figura 5.1: Diagrama ERE Futuro, ainda sem itens para folha de dados.

Nesse caso, até que sejam definidos os dados do projeto, deve ser criado um rack genérico, com um slot de cada tipo, cada um desses slots com numerosos canais, que poderão atender o projeto inteiro, até que as informações sejam confirmadas. Dessa tabela de instrumentos poderão ser derivadas as tabelas específicas por tipo de instrumento, conforme o diagrama ERE inicialmente desenvolvido (Figura 3.1), para a elaboração completa da Folha de Dados.

Referências Bibliográficas

[1] PROFERTIL, Argentina. Https://aliresources.hexagon.com/case-studies/profertil-argentina?$_g a = 2.7391857.21099998.1696278431 - 1762412039.1696278431_g l = 1 * f58294 *_g a * MTc2MjQxMjAzOS4xNjk2Mjc4NDMx *_g a_8 GP55DHNB6 * MTY5NjI3ODQzMS4xLjEuMTY5NjI3ODQ2NC4yNy4wLjA.(Accessedon10/02/2023)$.

[2] BIRLA, S. *SmartPlant Enterprise and offshore engineering projects*. Dissertação (Mestrado) — Høgskolen i Vestfold, 2013.

[3] GIKAS, A. J.; KASSAS, A. A. Smart p&ids. 2017.

[4] INTERGRAPH Smart® Instrumentation. Https://aliresources.hexagon.com/brochures/intergra smart-instrumentation?$_g a = 2.180997220.21099998.1696278431 - 1762412039.1696278431_g l = 1 * p9dn1v *_g a * MTc2MjQxMjAzOS4xNjk2Mjc4NDMx *_g a_8 GP55DHNB6 * MTY5NjI3ODQzMS4xLjEuMTY5NjI3ODY4OC41MS4wLjA.(Accessedon10/02/2023)$.

[5] DATASHEET_AVEVA_PID_07-20_FINAL.PDF.COREDOWNLOAD.INLINE.PDF. Https://www.aveva.com/content/dam/aveva/documents/datasheets/Datasheet$_A VEVA_P ID_0 7-20_F INAL.pdf.coredownload.inline.pdf.(Accessedon10/02/2023)$.

[6] SUCCESSSTORY_AVEVA_VISTAPROJECTS_06-20.PDF.COREDOWNLOAD.INLINE.PDF. Https://www.aveva.com/content/dam/aveva/docum stories/SuccessStory$_A VEVA_V istaProjects_0 6-20.pdf.coredownload.inline.pdf.(Accessedon10/02$

[7] COMOS Automation. Https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:07aeba5a-3abe-4cc2-a941-3503541afaa1/COMOS-Automation.pdf. (Accessed on 10/02/2023).

[8] O que é FEL: conceito da metodologia, como aplicar e benefícios - Verum Partners. 2023. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://verumpartners.com.br/o-que-e-fel-conceito-da-metodologia-como-aplicar-e-beneficios/>.

[9] FUNDADOR, A. escrito por: Daniel Eller CEO e. *PLCs: O que são e quais as suas vantagens | Velki Instrumentos de Medição e Controle*. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://velki.com.br/pt/blog/aprenda-com-a-velki/plcs–o-que-sao-e-quais-as-suas-vantagens>.

[10] SILVA, G. *Funcionamento do CLP: O que são Entradas e Saídas?* 2022. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://www.saladaeletrica.com.br/entradas-e-saidas-clp/>.

[11] INSTRUMENTOS industriais: conheça as principais soluções. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://www.elektra.net.br/blog/detalhe/instrumentos-industriais-conheca-as-principais-solucoes>.

[12] CABOS Industriais - Eurocabos. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://eurocabos.com.br/linha-de-produto/cabos/>.

[13] International Society of Automation (ISA). *Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments: ISA-20-1981*. Research Triangle Park, NC, 1981. Standard for process control and instrumentation.

[14] PROJECTS, C. to W. *Outline of MySQL - Wikipedia*. 2015. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Outline$_of_MySQL$>.

[15] PROJECTS, C. to W. *XAMPP - Wikipedia*. 2005. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/XAMPP>.

[16] PROJECTS, C. to W. *Microsoft Access - Wikipedia*. 2002. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft$_Access?utm_source = chatgpt.com$>.

[17] DATABASE Software and Applications | Microsoft Access. [Online; accessed 2024-12-27]. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365/access?utm$_source = chatgpt.com$>.