

CENTRO PAULA SOUZA
ETEC PAULINO BOTELHO
TÉCNICO EM MECATRÔNICA

Adayuque Yamada

Davi Golias

Helton Emerson de Sousa Dario

Karina de Mendonça Trindade da Silva

SISTEMA DE BOMBEAMENTO POR SUPERVISÓRIO

São Carlos – São Paulo

2025

Adayuque Yamada

Davi Golias

Helton Emerson de Sousa Dario

Karina de Mendonça Trindade da Silva

SISTEMA DE BOMBEAMENTO POR SUPERVISÓRIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso Técnico em
Mecatrônica da Etec Paulino Botelho,
orientado pelos professores Cláudio
Torres Gonçalves e Luiz Schiavone,
como requisito parcial para obtenção
de título de técnico em Mecatrônica.

São Carlos

2025



Curso Técnico em Mecatrônica apresentado à Etec Paulino Botelho,
constituído por Adayuque Yamada, Davi Golias, Helton Emerson de Sousa
Dario e Karina de Mendonça Trindade da Silva.

Aprovado em _____ de _____ de 2025.

Aprovado por:

Claudio Torres Gonçalves

Luiz Schiavone

Anderson Beluco

Evandra Maria Raimundo

DEDICATÓRIA

Este trabalho é todo dedicado primeiramente a Deus (o maior orientador de nossas vidas), aos nossos familiares e ao corpo docente da Etec, pois graças a todos, executamos este projeto com maestria.

Dedicamos ainda, para as pessoas que nos aconselharam e nos apoiaram quando precisamos e que fizeram toda a diferença em nossas vidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, que nos ajudou e nos capacitou.

Aos nossos familiares que de maneira direta ou indiretamente apoiaram os nossos esforços.

Aos professores Cláudio e Luiz Schiavone que nos orientou a fim de que este projeto pudesse ser concretizado.

Ao corpo docente que com paciência dividiram conosco os seus conhecimentos e habilidade técnicas, pois sem eles este projeto não teria se transformado em realidade.

A todos, o nosso muito obrigado!



“Trabalhei muito para chegar ao sucesso, mas não conseguiria nada se Deus não ajudasse.”

Ayrton Senna

Controlar e supervisionar uma indústria ou um processo, pode parecer uma tarefa complexa. No entanto, com o avanço da tecnologia, é possível facilitar o processo industrial.

Diante desse cenário tecnológico podemos incorporar todo o processo industrial em um único sistema, reduzindo custos com mão de obra e otimizando processos.

Após estudos e pesquisas, este projeto tem como objetivo simular através do Arduino e sistema por supervisório, como é feito o controle em processos industriais (esse sistema é também conhecido como automação industrial/processos).

No caso deste projeto, simularemos o controle de bombeamento de água, porém existe a possibilidade de se aplicar em qualquer tipo de sistema hidráulico industrial.

Esse sistema de controle de bombeamento apresenta as mesmas características que se utiliza em indústrias e empresas, onde o sistema supervisório do projeto foi desenvolvido a programação no sistema Arduino (hardware), utilizando a linguagem C++. Em conjunto com o Arduino foi utilizado o software ELIPSE SCADA, onde os mesmos se comunicam e, através de um monitor temos a visão de todo o processo do nosso controle de bombeamento de água.

Palavras-chave: Supervisório, Arduino, ELIPSE SCADA.

ABSTRACT

Controlling and supervising na industry or process may seem like a complex task. However, with technological advancements it is possible to simplify industrial processes.

Given this technological landscape, we can incorporate the entire industrial process into a single system, reducing labor costs and optimizing processes.

After studies and research, this Project aims to simulate, through Arduino and a supervisory system, how control ir performed in industrial processes (this system i salso known as industrial/ process automation).

In this case, we will simulate water pumping control, but it can be Applied to any type of industrial hydraulic system.

This pumping control system has the same characteristics used in industries and companies, Where the project's supervisory system was developed and programmed on the Arduino system (hardware), using the C++ language, ELIPSE SCADA software was used in conjunction with Arduino, through which They communicate, and through a monitor, we have a view of the entire water pumping control process.

Keywords: Supervisory, Arduino, ELIPSE SCADA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Microcontrolador (Arduino Mega).....	pág 16
Figura 2: Programação linguagem C++.....	pág 17
Figura 3: Medidor de Vazão.....	pág 18
Figura 4: Ponte H.....	pág 18
Figura 5: Sensor de distância ultrassônico.....	pág 19
Figura 6: Medidor de corrente.....	pág 19
Figura 7: Sensor de tensão.....	pág 19
Figura 8: Bomba de água 12v.....	pág 19
Figura 9: Módulo relé.....	pág 20
Figura 10: Fonte de alimentação 12v.....	pág 20
Figura 11: Regulador de tensão.....	pág 20
Figura 12: Materiais utilizados.....	pág 21
Figura 13: Montagem do projeto.....	pág 21
Figura 14: Tela do Supervisório.....	pág 24
Figura 15: Mensagem MODBUS.....	pág 24
Figura 16: Diagrama do sistema em bloco.....	pág 25
Figura 17: Esquema Elétrico.....	pág 27
Figura 18: Projeto Concluído.....	pág 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cronograma de tarefas.....pág 14

Tabela 2: Lista de Materiais.....pág 15

ABREVIATURAS

Volts (v)

kilo bits (kb)

IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado)

PWM (Modulação por Largura de Pulso)

PVC (Cloreto de polivinila)

Mbps (Megabits por segundo)

RTU (Unidade Terminal Remota)

USB (Universal Serial Bus)

SRAM (Memória estática de acesso aleatório)

CM (Centímetros)

MDF (Medium density Fiberboard)

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. CRONOGRAMA DE TAREFAS.....	13
3. LISTA DE MATERIAIS.....	14
4. METODOLOGIA	14
5. MICROCONTROLADOR (ARDUINO).....	15
5.1 Origem e história do arduino.....	15
5.2 O que é arduino? e para que serve?	15
6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA	17
7. MATERIAIS UTILIZADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS	21
8. SISTEMA SUPERVISÓRIO	22
9. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	22
10.VANTAGENS DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO.....	23
11.DESVANTAGENS DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO.....	23
12.ELIPSE SCADA.....	23
13.PROTOCOLO MODBUS RTU	24
14.FLUXOGRAMA DO SISTEMA SUPERVISÓRIO	25
15.SISTEMA HIDRÁULICO	26
16.SISTEMA ELÉTRICO.....	26
17.CONCLUSÃO.....	28
18.REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

O sistema supervisório tem se tornado um software muito importante dentro do âmbito industrial, que permite um controle eficiente do processo produtivo. Automatizar um processo reduz as atividades manuais que envolvem tomadas de decisão. Um dos pontos importantes é que os reservatórios são sempre instalados em uma altura muito elevada e, através do supervisório é possível visualizar todo o conteúdo armazenado nos reservatórios e controlar a velocidade de distribuição do conteúdo.

Como o processo de controlar e regular os reservatórios demanda tempo e mão de obra, o objetivo principal deste projeto é reduzir a quantidade de mão de obra e otimizar o tempo.

O projeto foi planejado para que qualquer organização industrial possa utilizá-lo de maneira fácil e eficaz.

2. CRONOGRAMA DE TAREFAS

Tabela 1: Cronograma de tarefas

ATIVIDADES/TAREFAS	DATA
Definição do projeto	07/02/2025 ao 14/02/2025
Definição da lista dos materiais	14/02/2025 ao 21/02/2025
Início da escrita do projeto	21/02/2025
Compra dos materiais	28/02/2025
Programação do arduino	28/03/2025
Programação do Supervisório	11/04/2025
Furação da madeira	01/06/2025
Revisão da escrita	28/07/2025
Montagem da maquete	11/08/2025
Teste do funcionamento do sistema	29/09/2025
Conclusão do sistema	30/10/2025

3. LISTA DE MATERIAIS

Tabela 2: Lista de materiais

ITENS	QUANTIDADE	ORÇAMENTO	CUSTOS TOTAL
Arduino mega	1	DOAÇÃO	139,90
Bomba	2	58,00	58,00
Sensor ultrassônico	1	DOAÇÃO	18,99
Mangueira	3 metros	1,50	4,50
Fonte 12v	1	34,52	32,52
Resistores	6	DOAÇÃO	1,56
Medidor de vazão	1	56,62	56,62
Fio/Conectores	120	28,89	28,89
Shild/ponte h	1	30,51	30,51
Tubo de PVC	1 metro	DOAÇÃO	20,00
Madeira mdf	50 cm	DOAÇÃO	100,00
Sensor de tensão	1	24,96	24,96
Módulo sensor de corrente	1	19,90	19,90
Módulo de relé	1	34,90	34,90
Mini poste	10	33,00	33,00
CAP	2	6,90	13,80
Pé	4	21,40	21,40
Conexão cotovelo Pneumático	5	22,00	22,00
TOTAL			661,45

4. METODOLOGIA

Ao longo do desenvolvimento deste projeto, foi aplicada uma metodologia a partir dos conteúdos das disciplinas do curso técnico em mecatrônica como por exemplo: microcontroladores, metrologia, programação, instalações elétricas, eletrônica digital, entre outras.

5. MICROCONTROLADOR (ARDUINO)

5.1 Origem e história do arduino

O Arduino foi desenvolvido em 2005, por um grupo de engenheiros e designers italianos, que criaram uma plataforma para facilitar a criação de protótipos eletrônicos principalmente para ambientes educacionais.

O nome Arduino teve sua origem inspirada em um bar da Itália, onde esse grupo de engenheiros e designers se reuniam para debater e trabalhar no projeto.

Em resumo dessa história inovadora, o projeto Arduino surgiu no ano de 2005, em 2006 foi lançado as primeiras placas, em 2010 foi lançado o Arduino uno e a grande expansão global aconteceu.

5.2 O que é arduino? e para que serve?

O Arduino é uma placa eletrônica constituída por um hardware e software que nos traz a possibilidade de desenvolver projetos eletrônicos interativos.

Essa placa é um componente microcontrolador e uma IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), que executa diversos programas, estabelecendo uma comunicação digital simples. Para que essa comunicação seja efetivada, a placa do Arduino foi desenvolvida com códigos abertos, mais conhecido como OPEN-SOURCE e hardware livre.

Através do Arduino é possível uma interação com o mundo físico através de sensores, atuadores, leds e outros componentes eletrônicos. O Arduino pode ser usado em: automação residencial, robótica, internet das coisas, sistema de monitoramento e controle, projetos educacionais, arte interativa, instrumentos musicais e áudio, experimentos científicos, entre outros.

Para cada projeto a ser desenvolvido, tem-se diversos tipos de Arduino a serem utilizados, de acordo com a complexidade e número de portas necessárias. Os principais tipos de Arduino são:

1. Arduino Uno
2. Arduino Nano
3. Arduino Leonardo

4. Arduino Due
5. Arduino Micro
6. Arduino Mini
7. Arduino MKR1000
8. Arduino Yun
9. Arduino Zero
10. Arduino 101
11. Arduino Pro mini
12. Arduino Lilypad
13. Arduino Mega 2560

Neste projeto de controle de bombeamento apresentamos as mesmas características utilizadas em indústrias, onde no sistema supervisor do projeto foi desenvolvida uma programação no (hardware) Arduino Mega 2560 (figura 1), utilizando a linguagem C++ (conforme figura 2), onde possui uma maior versão, ideal para projetos mais elaborados e com maior capacidade de processamento:

- A placa possui um microcontrolador AT mega 2560 de 8 bits
- 54 pinos de entrada e saída, dos quais 15 pinos podem ser usados como saídas PWM (modulação por largura de pulso)
- 16 entradas analógicas
- 4 portas seriais
- 256 KB de memória flash
- 8 KB de SRAM
- 4 KB de EEPROM
- Conexão via USB
- Porta de alimentação externa (7 a 12V)

Figura 1: Microcontrolador (Arduino Mega)



Figura 2: Programação linguagem C++

```
Controle_de_bombas.ino
1  #include <Modbusino.h>
2
3  //
4  int corrente = 0;
5  int CCsistema = 140;
6  int CCbo1 = 0;
7  int CCbo2 = 0;
8  int CCrele1 = 0;
9  int CCrele2 = 0;
10
11 float voltage;
12
13 //TENSÃO
14 unsigned long delaytensao = 0;
15 int leitura; //Variável para leitura da porta analógica
16 float volts; //Armazenar o cálculo
17
18 //RELÉS
19 int rele1;
20 int ENrele1 = 50;
21 int rele2;
22 int ENrele2 = 48;
23 int rele3;
24 int ENrele3 = 46;
25 int rele4;
26 int ENrele4 = 44;
27
28 //MOTORES
29 int enableB01 = 3;
30 int B01;
31 int controlB01 = 4;
32 int PWMB01;
33 int enableB02 = 5;
34 int B02;
35 int controlB02 = 6;
36 int PWMB02;
37
38 //SONAR
39 int SonarTrigger = 7;
40 int SonarEcho = 8;
41 int distancia = 0;
42 int tempo = 0;
43
44 //MEDIDOR DE VAZÃO
45 //definicao do pino do sensor e de interrupcao
46 const int INTERRUPTAO_SENSOR = 0; //interrupt = 0 equivale ao pino digital 2
47 const int PINO_SENSOR = 2;
48
49 //definicao da variavel de contagem de voltas
50 unsigned long contador = 0;
51
52 //definicao do fator de calibracao para conversao do valor lido
53 const float FATOR_CALIBRACAO = 9;
54
```

6. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema é composto por 9 componentes principais, onde o sensor (figura 5) ultrassônico faz a leitura do nível da água, em seguida envia um sinal para o microcontrolador Arduino com a distância medida em cm e faz a comunicação serial para enviar o nível de água da caixa. O Arduino faz todo o trabalho de receber o sinal e executar o código e, ao mesmo tempo, transmite no sistema de supervisão ELIPSE SCADA o nível de água existente na caixa através da barra de nível (representada pela cor vermelha).

Para verificarmos o estado de consumo do sistema geral temos o medidor de corrente capaz de monitorar a intensidade da corrente elétrica que está fluindo no circuito e, temos também o medidor de tensão para monitorar a diferença de potencial elétrico entre os pontos do circuito (representados no sistema supervisorio).

A bomba 1 é responsável por transferir o fluido do reservatório 1 para o reservatório 2, onde a bomba 2 faz o trabalho inverso: transfere o fluido do reservatório 2 para o reservatório 1. No sistema supervisorio temos o botão de liga/ desliga para ambas as bombas e, temos também o botão de controle de rotação das bombas, onde podemos aumentar ou diminuir a velocidade na qual o fluido passará pelas tubulações até chegar aos reservatórios.

Ao efetuar a transferência do fluido do reservatório 1 para o reservatório 2, há um medidor de vazão (figura 3) na saída da tubulação da bomba 1, onde é realizada a leitura da quantidade de fluido por ele passado e acumulado.

Figura 3: Medidor de vazão

Capaz de regular a taxa de vazão;



Figura 4: Ponte H

Drive que controla cargas indutivas como: motores, servo motor e moto redutor.



Figura 5: Sensor de Distância Ultrassônico

Mede a distância entre um ponto de referência e/ ou um objeto desejado;



Figura 6: Medidor de Corrente

Capaz de medir a intensidade da corrente elétrica que passa no circuito;



Figura 7: Sensor de tensão

Capaz de fazer a leitura da tensão e enviar o sinal para um dispositivo eletrônico inteligente de medição.



Figura 8: Bomba de Água 12v

Dispositivo projetado para transferir água ou outros líquidos de um ponto a outro, sendo por pressão ou sucção;



Figura 9: Módulo relé

Componente utilizado para controlar dispositivos elétricos de alta potência;



Figura 10: Fonte 12v

Fornece energia elétrica estável e segura aos equipamentos eletrônicos;



Figura 11: Regulador de tensão

Mantém a saída de circuito em um nível de tensão constante, independente das variações na entrada ou mudanças de carga.



7. MATERIAIS UTILIZADOS E SUAS CARACTERÍSTICAS

O projeto do sistema de bombeamento foi desenvolvido em uma escala menor (miniatura) do que a projeção real utilizada em uma indústria, no entanto:

- A base do sistema de bombeamento foi utilizada madeira em MDF, que se compõe no núcleo de um material homogêneo de superfície lisa e com fibras de média densidade e, se bem conservada, pode durar de 10 a 15 anos.
- Para reproduzir o reservatório foram utilizados 2 tubos de PVC (policloreto de vinila) composto por cloro e etileno, e a durabilidade dos tubos de PVC pode chegar a mais de 60 anos.
- Para transportar o fluido de um reservatório para o outro foi utilizado mangueira cristal (transparente) fabricada em PVC (policloreto de vinila) que oferece boa resistência e durabilidade na condução de fluídos e gases de baixa pressão.

Figura 12: materiais utilizados



Figura 13: montagem do projeto



8. SISTEMA SUPERVISÓRIO

O sistema supervisório, como o próprio nome já nos indica, é um sistema de supervisão e controle de dados de processos. Atualmente as empresas precisam saber tudo o que acontece dentro da sua linha de produção, por isso usa-se o sistema supervisório.

Esse sistema possui um conjunto de ferramentas e métodos que faz o monitoramento do processo produtivo e das instalações da empresa em tempo real e de forma remota, através de sensores que fornecem os dados, permitindo assim que diversas ações sejam executadas, como detecção de erros, falha no processo, melhorias, reconfiguração, entre outras ações.

Neste projeto o sistema supervisório tem como objetivo facilitar o monitoramento do sistema de bombeamento de água junto ao Software ELIPSE SCADA, possibilitando o acionamento e a visualização do funcionamento dos equipamentos remotamente, tais como: rotação bomba, tensão do circuito, corrente do motor, nível de água do reservatório e o fluxo de água bombeada.

O software foi elaborado de forma interativa, onde é possível qualquer pessoa operar o sistema de bombeamento.

9. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

No software ELIPSE SCADA foi desenvolvido de forma prática e interativa todo o funcionamento e controle do sistema de supervisório.

Para iniciarmos o controle de fluído no sistema é necessário que o reservatório 1 esteja abastecido, sendo assim através da tela principal do software temos o botão de liga/ desliga da bomba 1, que ao acionar na condição “liga” a bomba 1 irá transferir o fluído para o reservatório 2 e, ao acionar o botão “liga” da bomba 2 o fluído existente no reservatório 2 é devolvido ao reservatório 1. Ao selecionar o set-point de rotação, a bomba irá alterar sua rotação aumentando ou diminuindo a vazão do fluído nas tubulações.

10. VANTAGENS DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO

Bem sabemos que a maior vantagem do sistema supervisório é a facilidade do controle dos processos com maior eficácia, identificando de forma mais rápida os problemas, permitindo uma supervisão constante para que não haja oscilações no meio produtivo que possam trazer prejuízos financeiros. Podemos levar em consideração que o erro humano em relação ao processo produtivo, são consideravelmente reduzidos.

11. DESVANTAGENS DE UM SISTEMA SUPERVISÓRIO

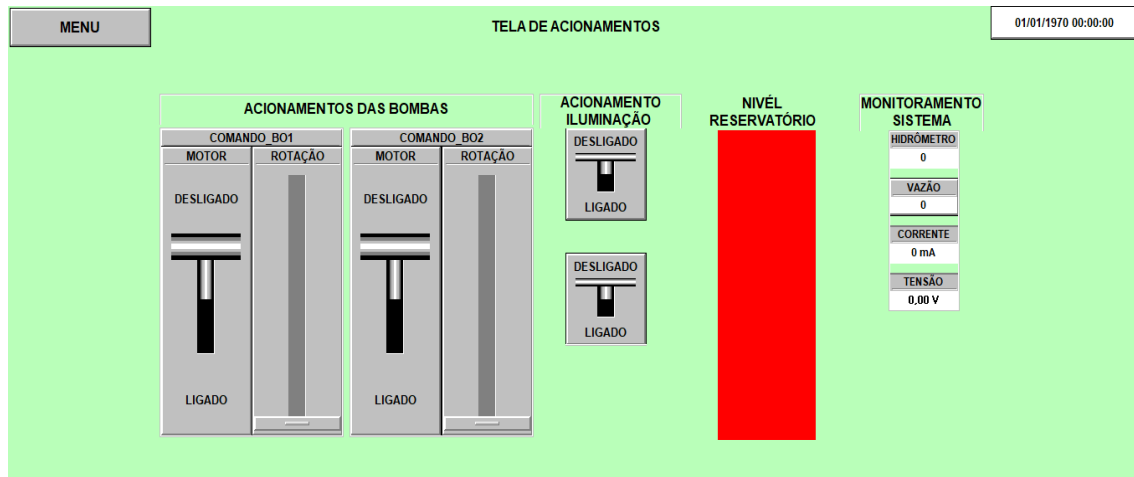
A única desvantagem que o sistema supervisório trás, é a necessidade da mão de obra qualificada para realizar alterações e manutenções, sendo assim a empresa necessita de um investimento inicial para a implementação desta tecnologia.

12. ELIPSE SCADA

Elipse Scada é um software gratuito para desenvolvimento de aplicações de automação, aquisição de dados e controle supervisório à distância, em tempo real.

O Elipse Scada permite que o operador visualize os dados em tempo real, por meio de interfaces gráficas, ajustar parâmetros. O software permite ser configurado para gerar alarmes ou notificações quando algo no processo sai fora do esperado e, também possibilita que o operador possa emitir um relatório detalhado do processo, para que quando necessário gestores e operadores tomem decisões baseadas nos relatórios.

Figura 14: Supervisório do projeto.

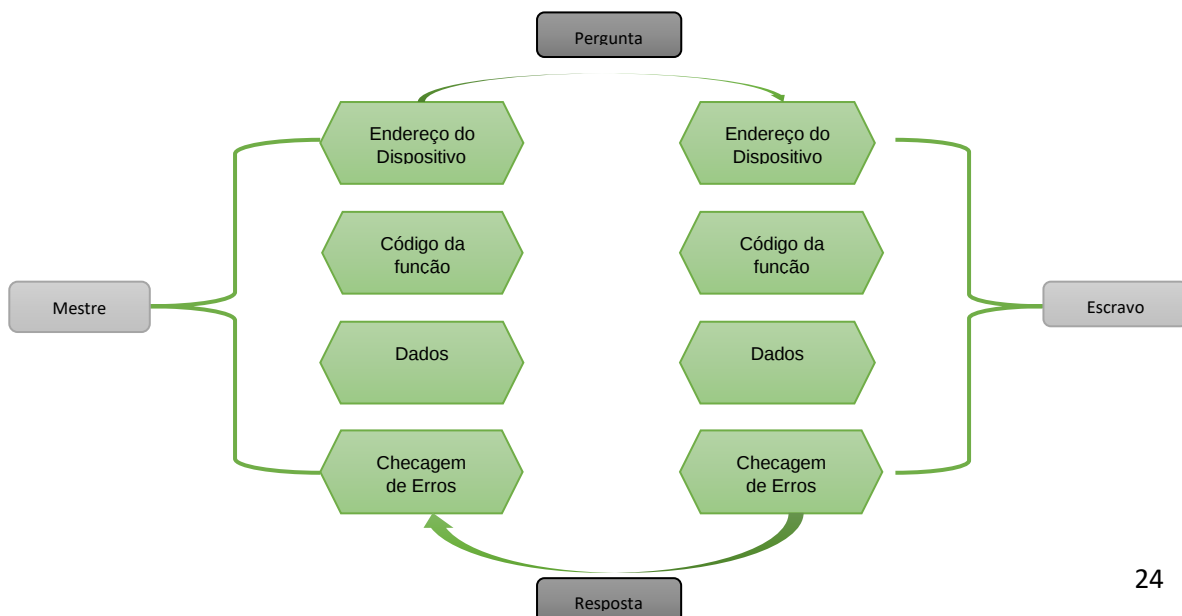


13. PROTOCOLO MODBUS RTU

Protocolo Modbus é um protocolo de comunicação entre dispositivos (mestre-escravo/ cliente-servidor) mais utilizados em automação industrial, podendo ser utilizado em diversos modelos, como: RS-232, RS-485 e MODBUS TCP.

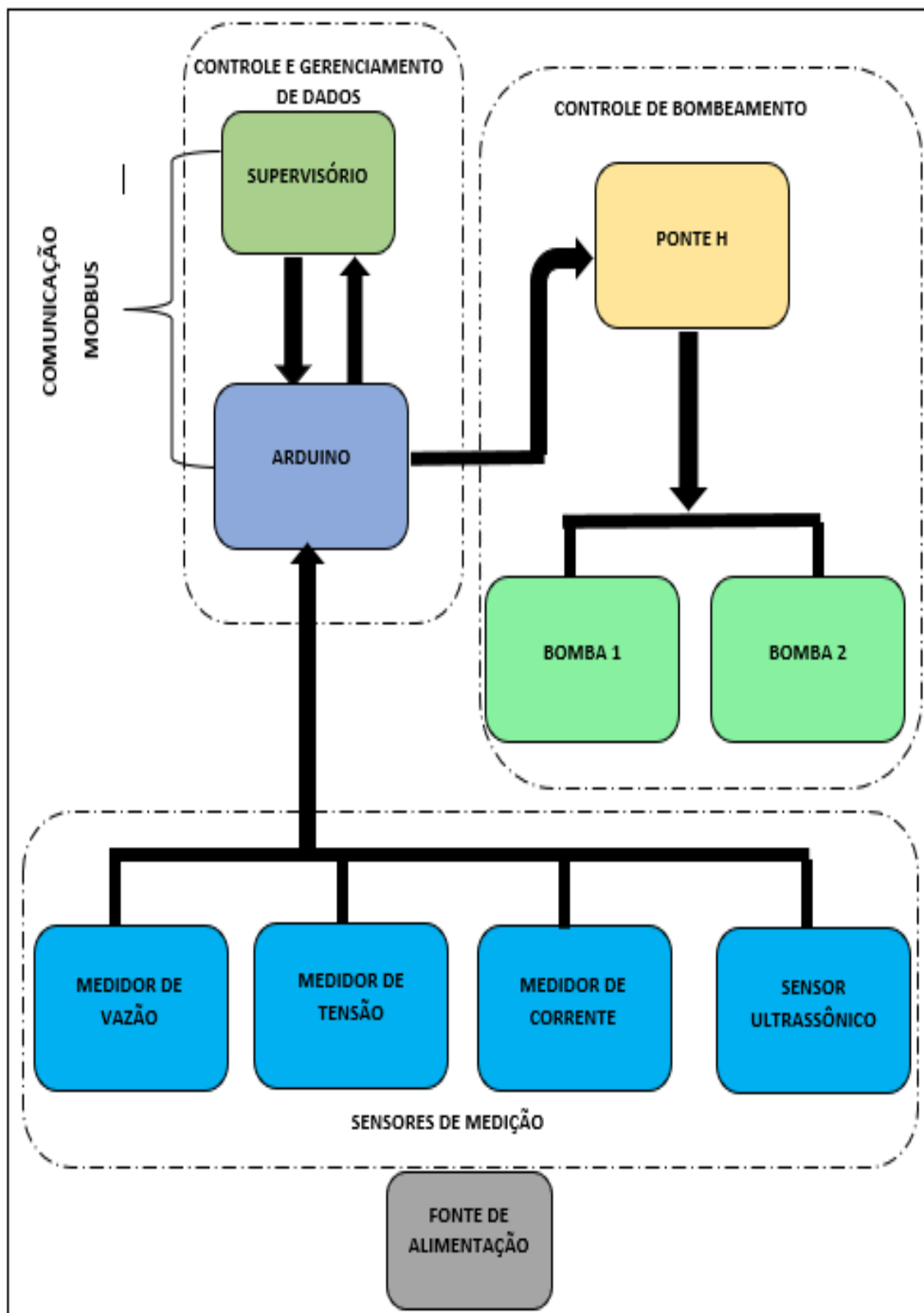
Neste projeto utilizamos o padrão RS-485 com taxas de comunicação que chegam a 12Mbps e, através de mensagens podemos checar os erros, monitorar os dados, visualizar o código das funções e o endereço do dispositivo.

Figura 15 - Mensagem MODBUS



14. FLUXOGRAMA DO SISTEMA SUPERVISÓRIO

Figura 16: Diagrama do sistema em bloco



15. SISTEMA HIDRÁULICO

Sistemas hidráulicos são utilizados no meio industrial e residencial, compostos por diversas formas de distribuição alinhadas com as normas da ABNT, tais como: sistema direto, sistema indireto sem bombeamento, sistemas indiretos com bombeamento e sistema misto.

A estrutura do sistema hidráulico é composta por diversos componentes como: bombas, válvulas, atuadores, filtros, reservatórios, entre outros.

O sistema hidráulico funciona com o acionamento de uma bomba, que pressuriza o fluído dentro do circuito, as válvulas direcionam e regulam o fluxo.

16. SISTEMA ELÉTRICO

No esquemático abaixo podemos observar todo o sistema elétrico utilizado no projeto para o funcionamento eficaz de todos os componentes de acordo com a figura 17.

O sistema é alimentado por uma fonte de 12v que possui um circuito de proteção interno para que caso haja sobrecarga no sistema a fonte possa interromper a saída de 12v voltando a religar somente após a retirada da sobrecarga ou curto-circuito.

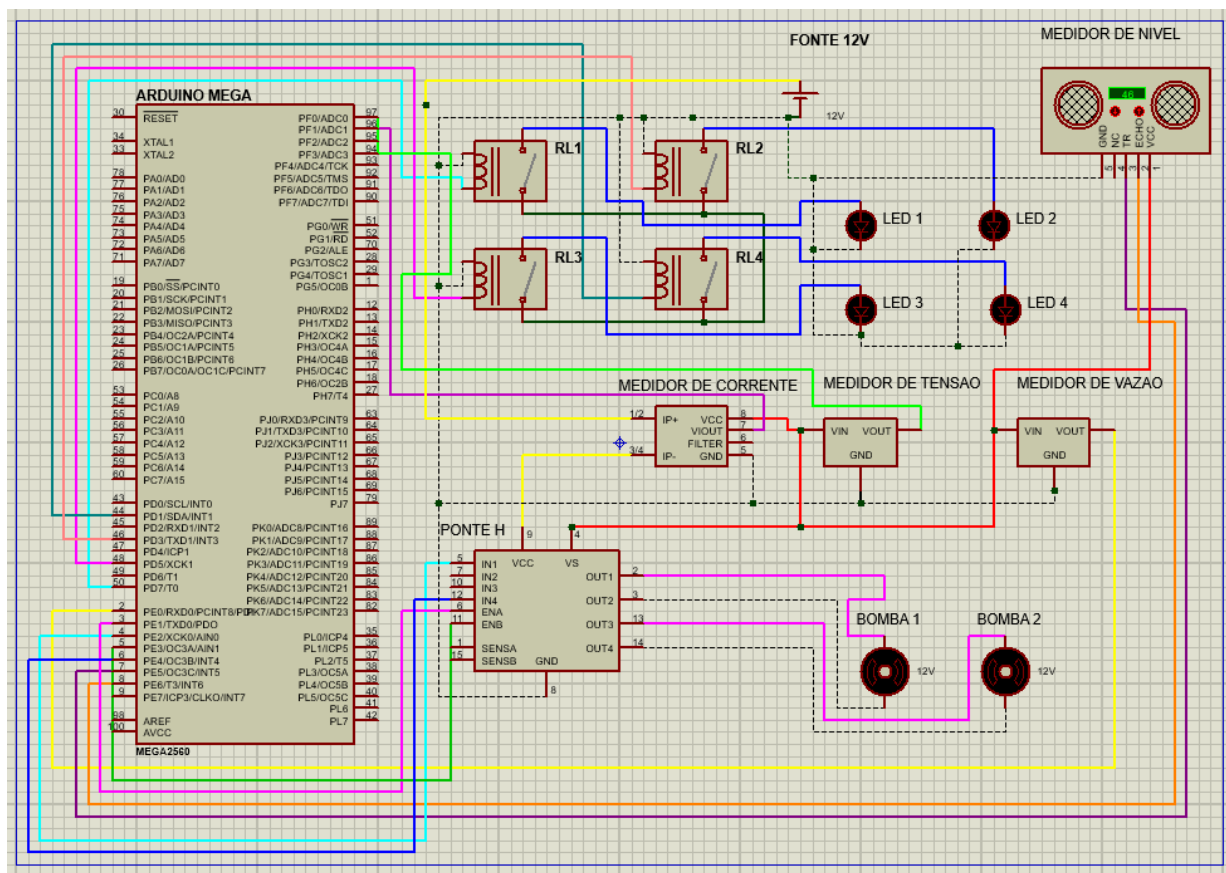


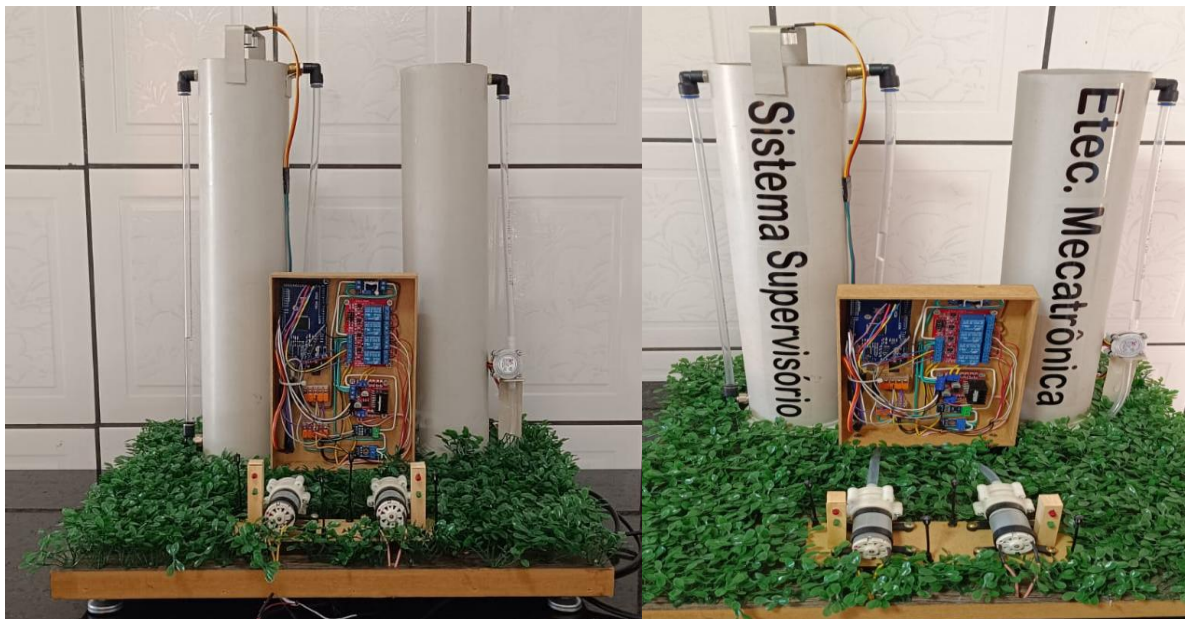
Figura 17: Esquema elétrico

17. CONCLUSÃO

Este projeto se iniciou com a proposta de facilitar o controle do sistema de bombeamento, ou seja, reduzir mão de obra e otimizar o processo na indústria através do sistema supervisorio, facilitando a detecção e solução de problemas.

Todos os objetivos e metas traçados durante o planejamento deste projeto, foram executados com êxito. Não encontramos dificuldades durante a elaboração do projeto, pois mediante o ensino dos nossos professores durante todo o curso desenvolvemos com facilidade todas as etapas, sendo elas: programação, desenvolvimento, escrita e conclusão.

Figura 18: Projeto concluído



18. REFERÊNCIAS

<https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/>

.

<https://embarcados.com.br/protocolo-modbus/>

<https://provincia.casa/blogs/magazine/qual-guarda-roupa-e-melhor-mdf-ou-mdp#:~:text=O%20MDF%20tem%20maior%20durabilidade,varia%C3%A7%C3%B5es%20de%20temperatura%20e%20umidade.>

<https://pvc.org.br/o-que-e-pvc/>

<https://youtube.com/@brincandocomideias?si=21FknuXqCF-b4UNX>

<https://www.robocore.net/tutoriais/usando-sensor-fluxo-de-agua?srsId=AfmBOorbLEnyHl4wadrGjgKKPoNw5QLbEbld51dmlwwkElRcmLpVENww>

<https://youtu.be/q4Pa-3ZIKP8?si=6sIH5OrJa1Z2frHA>

<https://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/>

https://youtube.com/playlist?list=PLSDLCW5chINopzYLdu-O751E_dud8n8EH&si=LpFQp1cwwdodj4H4W

<https://www.makerhero.com/guia/componentes-eletronicos/regulador-de-tensao/>