



CENTRO ESTADUAL PAULA SOUZA

Etec JARAGUÁ

Técnico em eletrotécnica

André dos Santos Silva

Estevão Gabriel Silva Toledo

Everton Pereira de Souza

Gabriel Gonçalves Herculano

Thiago Camargo Salvador

**DESENVOLVIMENTO DE UM CIRCUITO DE CONTROLE DE
BOMBA D'ÁGUA: com ajuste dinâmico de velocidade**

SÃO PAULO

2024

André dos Santos Silva
Estevão Gabriel Silva Toledo
Everton Pereira de Souza
Gabriel Gonçalves Herculano
Thiago Camargo Salvador

**DESENVOLVIMENTO DE UM CIRCUITO DE CONTROLE DE
BOMBA D'ÁGUA: com ajuste dinâmico de velocidade**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Eletrotécnica da Etec Jaraguá, orientado pelo Prof. Felix Silva de Carvalho, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em eletrotécnica.

Aprovado pelo

Orientador

São Paulo, xx de xxxxxx de 2024

RESUMO

Este trabalho aborda de maneira abrangente e detalhada o projeto e implementação de sistemas de bombeamento de água, incluindo conceitos fundamentais, funcionamento dos componentes, integração de sensores de nível para automação, descrição de materiais e equipamentos, além de procedimentos de montagem hidráulica e eletrônica. São também apresentadas sugestões para melhorias futuras e exploradas possíveis aplicações práticas desses sistemas. O desenvolvimento de um sistema de controle para bombas de água com ajuste dinâmico de velocidade é crucial devido ao crescente interesse global por eficiência energética e preservação dos recursos hídricos. As bombas de água são essenciais em diversas áreas como residências, agricultura, indústria e saneamento, porém o funcionamento constante em uma única velocidade pode resultar em desperdício de energia e desgaste prematuro. Com a implementação deste sistema, busca-se melhorar o desempenho das bombas, ajustando sua velocidade conforme a demanda real de água, promovendo um uso mais eficiente e sustentável da energia elétrica. O objetivo específico é desenvolver e implementar um sistema automatizado de controle para bombas de água, utilizando sensores de nível para monitoramento e controle do nível de reservatórios, visando a eficiência operacional e gestão econômica do abastecimento de água.

Palavras-chave: bombas de água; sensores de nível; controle de velocidade e desenvolvimento.

ABSTRACT

This work covers the design and implementation of water pumping systems in a comprehensive and detailed manner, including fundamental concepts, component operation, integration of level sensors for automation, description of materials and equipment, as well as hydraulic and electronic assembly procedures. Suggestions for future improvements are also presented and possible practical applications of these systems are explored. The development of a control system for water pumps with dynamic speed adjustment is crucial due to the growing global interest in energy efficiency and preservation of water resources. Water pumps are essential in several areas such as homes, agriculture, industry and sanitation, but constant operation at a single speed can result in wasted energy and premature wear. With the implementation of this system, the aim is to improve the performance of the pumps, adjusting their speed according to the real demand for water, promoting a more efficient and sustainable use of electrical energy. The specific objective is to develop and implement an automated control system for water pumps, using level sensors to monitor and control the level of reservoirs, aiming at operational efficiency and economic management of water supply.

Keywords: water pumps; level sensors; speed control and development.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
1.2. JUSTIFICATIVA	5
1.3. PROBLEMÁTICA	5
1.4. OBJETIVO GERAL.....	6
1.5. OBJETIVO ESPECÍFICO	6
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1. Conceitos e definições relacionados às bombas d'água	7
2.2. Funcionamento das bombas d'água e seus componentes.....	8
2.3. Implementação de sensores de nível para automação de bombas de água.....	16
3. DESENVOLVIMENTO	18
3.1. Descrição dos materiais e equipamentos utilizados	18
3.1. Procedimentos de montagem	27
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
Recapitulação dos principais pontos abordados no trabalho	34
Sugestões para melhorias futuras e possíveis aplicações práticas	35
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda de maneira abrangente e detalhada diversos aspectos relacionados ao projeto e implementação de sistemas de bombeamento de água, destacando conceitos fundamentais, o funcionamento dos componentes, a integração de sensores de nível para automação, descrição dos materiais e equipamentos utilizados, além de procedimentos de montagem hidráulica e eletrônica. Também são apresentadas sugestões para melhorias futuras e exploradas possíveis aplicações práticas desses sistemas.

1.2. JUSTIFICATIVA

O desenvolvimento de um sistema de controle para bombas de água com ajuste dinâmico de velocidade é muito importante devido ao aumento do interesse global por eficiência energética e preservação dos recursos hídricos. As bombas de água são amplamente utilizadas em várias áreas, como fornecimento de água em residências, irrigação de lavouras, indústrias e sistemas de saneamento. No entanto, o funcionamento constante em uma única velocidade pode levar ao desperdício de energia e desgaste precoce das peças da bomba. Com a implementação de um sistema dinâmico de controle de velocidade, este projeto busca melhorar o desempenho das bombas, ajustando a sua velocidade de acordo com a demanda real de água, contribuindo para um uso mais eficiente e sustentável de energia elétrica.

1.3. PROBLEMÁTICA

Diante da necessidade de um sistema capaz de ajustar a velocidade de funcionamento da bomba para atender a diversas demandas de fluxo de água, surge a demanda. Além disso, há o interesse por um sistema mais eficaz e econômico, visando a diminuição do consumo de energia e do desgaste da bomba.

1.4. OBJETIVO GERAL

Oferecer um sistema capaz de ajustar a velocidade de funcionamento da bomba conforme a necessidade de vazão de água, de maneira eficaz e econômica, a fim de destacar as vantagens e benefícios do circuito sugerido.

1.5. OBJETIVO ESPECÍFICO

O objetivo específico do trabalho é desenvolver e implementar um sistema de controle automatizado para bombas de água, utilizando sensores de nível para monitoramento e controle do enchimento de reservatórios. Este sistema visa garantir a eficiência operacional das bombas, otimizando o uso de recursos hídricos e proporcionando uma gestão mais precisa e econômica do abastecimento de água em diferentes aplicações.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conceitos e definições relacionados às bombas d'água

As bombas d'água são equipamentos desenvolvidos ao longo de várias décadas para se tornarem dispositivos avançados. Sua função é extrair água de diversos locais, como reservatórios, poços e piscinas, de modo confiável, eficiente e veloz. Podemos utilizar as bombas para descartar a água, transportá-la ou armazená-la com segurança.

Esses equipamentos têm diversas aplicações, como fornecer água para áreas rurais ou residenciais e drenar locais alagados com grande eficiência. Além de movimentar o fluxo de água em uma direção, as bombas também servem para abastecê-la, permitindo encher rapidamente piscinas, poços, caixa d'água ou qualquer lugar que necessite de armazenamento de água. Da mesma forma, podem escoar a água de maneira ágil, dando-nos liberdade para utilizá-la como quisermos.

Portanto, é importante ter em mente que as bombas de água são ferramentas essenciais em quase todos os negócios relacionados à água, desde a construção até a limpeza de ambientes alagados ou o abastecimento de água necessário para diversas finalidades. Seja para obras em andamento, para os trabalhadores, ou para a agricultura, onde garantem fácil acesso à água para plantações e animais, as bombas desempenham um papel fundamental.

Apesar da grande variedade de bombas d'água disponíveis, é crucial compreender o funcionamento de cada uma, dada a diversidade de marcas e tipos existentes. Ter um bom conhecimento sobre o funcionamento das bombas é essencial para atender às necessidades de cada tarefa e maximizar a eficiência no trabalho a ser realizado.

2.2. Funcionamento das bombas d'água e seus componentes

O mecanismo opera transformando energia mecânica em energia hidráulica, criando uma variação de pressão que facilita o transporte do líquido de áreas de baixa pressão para regiões de alta pressão. Tanto uma bomba d'água quanto uma bomba motorizada seguem o mesmo princípio fundamental presente em todas as bombas hidráulicas. Em síntese, esses equipamentos convertem energia mecânica em energia cinética, exigindo um movimento específico dos líquidos a serem deslocados através do mecanismo da bomba d'água para realizar com eficácia todo o processo de bombeamento.

Operam através de um mecanismo giratório ou alternativo e consomem energia para realizar tarefas mecânicas. As bombas que usam gasolina ou diesel, com um motor especial acoplado, são chamadas de motobombas, enquanto aquelas que dependem de eletricidade para funcionar são conhecidas como bombas elétricas. Existem também outros tipos que contam com motores externos ou determinados mecanismos, como eixos e polias, para receber a energia necessária e facilitar o fluxo de líquidos pelo equipamento.

Além disso, temos as bombas pneumáticas, que geralmente operam com ar comprimido. As bombas de acionamento incluem aríetes e rodas. Por fim, não podemos esquecer das bombas manuais, comuns em áreas rurais e pequenas cidades, que são utilizadas para retirar água de poços, funcionando como uma espécie de balança. A seguir, é descrito o funcionamento básico das bombas d'água e seus principais componentes.

Operação das Bombas d'Água:

1. **Entrada de água (sistema de sucção):** A água penetra na bomba por meio da tubulação de sucção.
2. **Transformação de energia:** No interior da bomba, a energia mecânica proveniente do motor é transmitida ao líquido. Nas bombas centrífugas, esse processo é realizado pelo rotor (ou impulsor) que gira rapidamente, aumentando a velocidade do líquido.

3. **Incremento da pressão:** À medida que a água atravessa o rotor, sua velocidade aumenta e a energia cinética é convertida em pressão.
4. **Saída da água (descarga):** A água sob pressão é depois encaminhada para o tubo de descarga, seguindo para o destino pretendido.

Componentes principais das bombas d'água:

1. **Corpo da bomba (carcaça):** Abriga todos os componentes internos e direciona o fluxo de água dentro da bomba. Também protege a bomba contra danos externos.
2. **Rotor ou impelidor:** Componente rotativo que transfere energia à água, aumentando sua velocidade e pressão. É a peça central das bombas centrífugas.
3. **Eixo:** Conecta o motor ao rotor, transmitindo o movimento de rotação.
4. **Vedação:** Gaxetas ou selos mecânicos que evitam vazamentos entre as partes móveis e fixas da bomba.
5. **Motor:** Fonte de energia que aciona a bomba. Pode ser elétrico, a combustão interna ou manual.
6. **Tubo de sucção:** Canaliza a água para dentro da bomba.
7. **Tubo de descarga:** Direciona a água pressurizada para fora da bomba.
8. **Difusor (em algumas bombas):** Reduz a velocidade do líquido, convertendo energia cinética em pressão e direcionando o fluxo de maneira uniforme.
9. **Rolamentos:** Suportam o eixo, permitindo que ele gire suavemente, reduzindo o atrito.

Parâmetros de desempenho

- ✓ **Vazão (Q):** quantidade de água que a bomba é capaz de mover por unidade de tempo, geralmente medida em litros por minuto (L/min) ou metros cúbicos por hora (m³/h).
- ✓ **Altura manométrica (H):** altura máxima que a bomba pode elevar a água, medida em metros. Inclui tanto a altura estática quanto as perdas de carga por atrito.

- ✓ **Potência (P):** quantidade de energia necessária para operar a bomba, geralmente medida em watts (W) ou cavalos-vapor (HP).
- ✓ **Eficiência (η):** razão entre a potência hidráulica entregue à água e a potência mecânica fornecida à bomba, expressa em porcentagem (%).

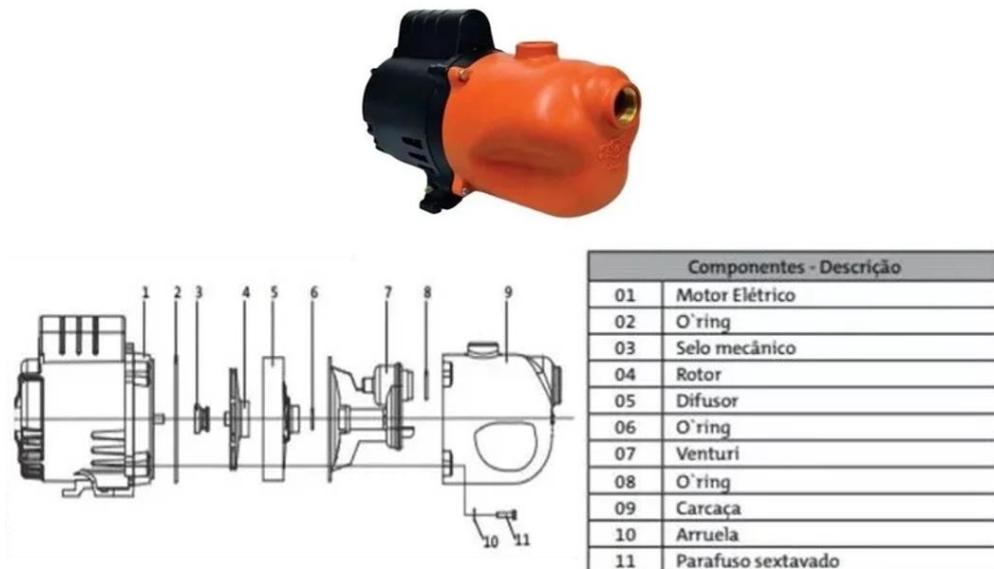
Cada tipo de bomba d'água tem suas características específicas que as tornam mais adequadas para certas aplicações e funcionalidades:

- **Bomba autoaspirante**

Funcionalidade: as bombas de vácuo são essenciais para a extração de líquidos em presença de ar na tubulação de sucção, o que as diferencia das bombas convencionais.

Aplicações: são amplamente utilizadas em fazendas, piscinas, abastecimento de água, drenagem, aplicações marítimas e náuticas, devido à sua eficiência em ambientes com presença de ar.

Figura 1: Componentes bomba autoaspirante



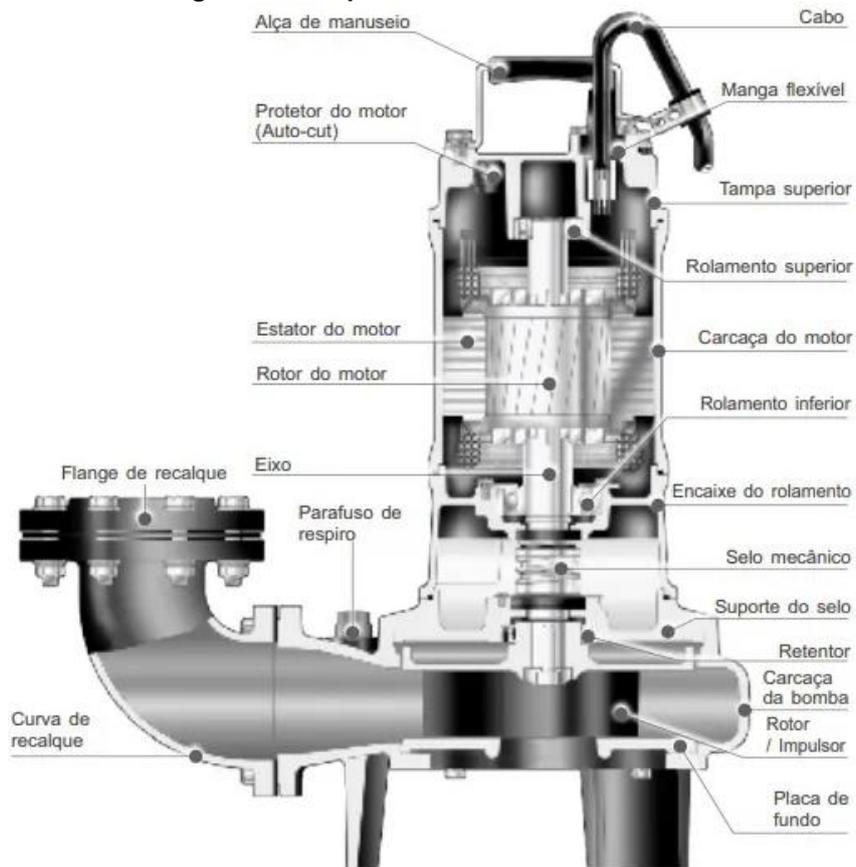
Fonte: <https://www.casaegragem.com.br/> em 10/06/2024

- **Bomba submersa ou submersível**

Funcionamento: as submersas funcionam abaixo da superfície durante toda a operação, amplamente utilizado em projetos de poços artesianos. Já as submersíveis funcionam na água por um tempo e precisam ser desmontadas, sendo recomendadas para escoamento de águas pluviais ou esgotos com detritos. Um motor elétrico selado faz girar o rotor, que aumenta a pressão do líquido e o faz subir pela tubagem de descarga.

Aplicações: excelentes para poços profundos, drenar áreas alagadas e esvaziar caves e estações de tratamento de águas residuais.

Figura 2: Componentes da bomba submersíveis



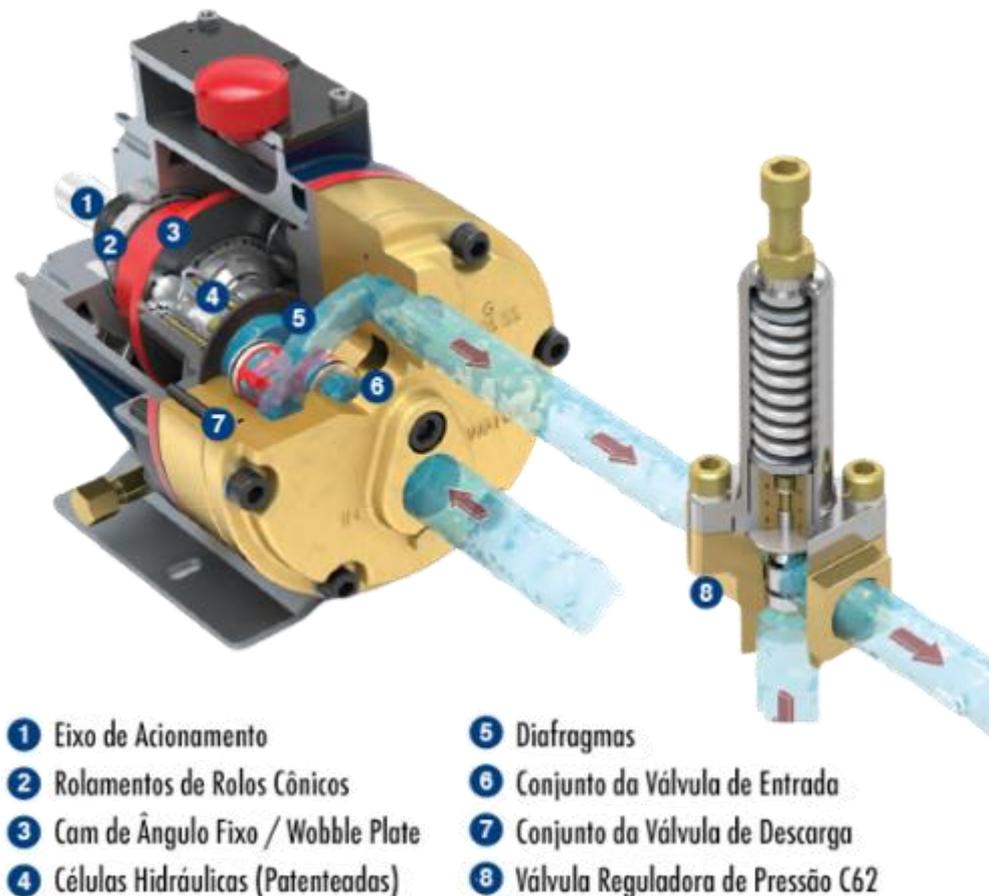
Fonte: <https://loja.aguasclarasengenharia.com.br/> em 09/06/2024

- **Bombas de deslocamento positivo**

Funcionamento: promovem o deslocamento de uma quantidade fixa de água em cada ciclo, utilizando mecanismos como pistões, êmbolos ou diafragmas. A cada movimento do pistão ou diafragma, é gerada uma sucção que aspira o líquido para dentro da bomba, seguido por uma descarga que impulsiona o líquido para fora.

Aplicações: são indicadas para situações que demandam alta pressão e fluxos contínuos, como em sistemas de fornecimento de óleo, produtos químicos e líquidos viscosos.

Figura 3: Estrutura de bomba com diafragmas



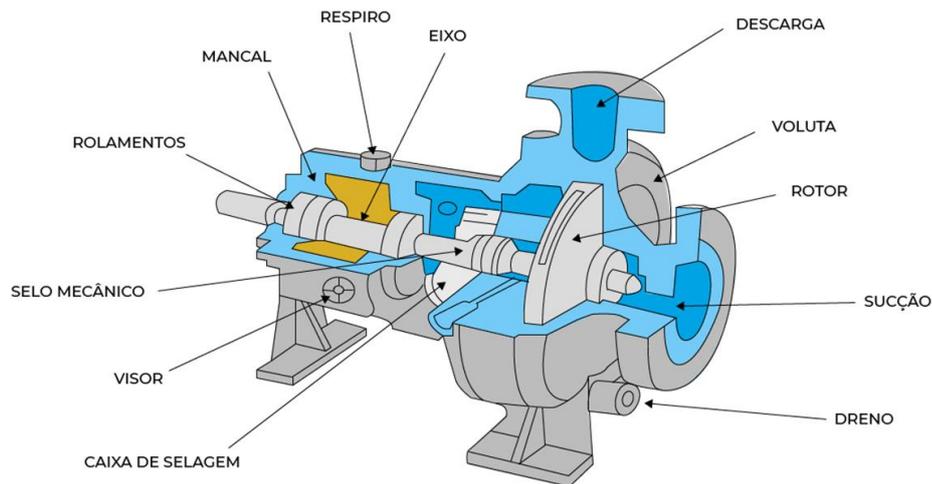
Fonte: <https://hydra-cell-pumps.com.br/> em 09/06/2024

- **Bombas de rotor centrífugo**

Funcionamento: o princípio de funcionamento consiste na rotação acelerada de um rotor (ou impelidor) para aumentar a velocidade da água. Desta maneira, a energia cinética do líquido é transformada em pressão quando a água é expelida do rotor através da estrutura da bomba.

Aplicações: são especialmente adequadas para movimentar grandes volumes de água sob baixas pressões, sendo comumente empregadas em sistemas de fornecimento de água, irrigação agrícola e processos industriais.

Figura 4: Estrutura da bomba centrífuga



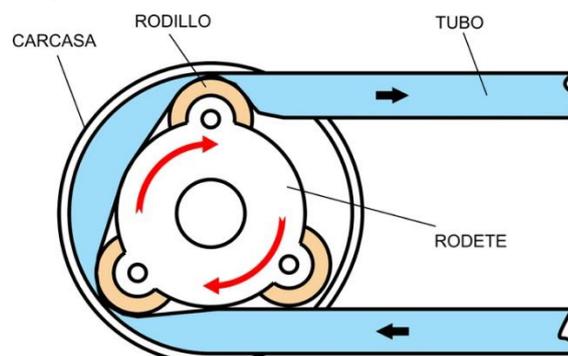
Fonte: <https://traction.com/> em 09/06/2024

- **Bombas peristálticas**

Funcionamento: utilizam um tubo flexível e um rotor com roletes que deslizam ao longo do tubo, comprimindo-o e empurrando o líquido através do mesmo. Quando os roletes soltam o tubo, este recupera a sua forma original, gerando vácuo que atrai mais líquido para dentro.

Aplicações: indicadas para lidar com líquidos delicados, corrosivos ou com sólidos em suspensão, como em laboratórios, processos alimentares e de bebidas, e tratamento de água.

Figura 5: Partes de uma bomba peristáltica



Fonte: <https://tecno-products.com/> em 09/06/2024

2.3. Importância da eficiência energética na utilização de bombas d'água

Antes de entender a importância da eficiência energética no uso de bombas d'água, é fundamental compreender o conceito de eficiência energética.

Eficácia refere-se à capacidade de alcançar o efeito desejado ou esperado, enquanto eficiência está relacionada à capacidade de utilizar recursos mínimos para alcançar um determinado resultado. Em resumo, a eficiência energética consiste em reduzir o consumo de energia para obter a mesma produção, resultando em economia financeira. Isso requer investimento em processos e produtos que sejam energeticamente eficientes.

No contexto das bombas d'água, o objetivo é operar de forma a consumir o mínimo de energia possível, garantindo segurança, impacto ambiental reduzido, facilidade de uso e manutenção adequada. Destaque-se os aspectos chave:

1. **Redução de despesas operacionais:** bombas altamente eficientes do ponto de vista energético consomem menos eletricidade para movimentar a mesma quantidade de água quando comparadas com bombas menos eficientes. Isto resulta em faturas de eletricidade mais baixas, o que se traduz numa poupança significativa a longo prazo para habitações, empresas e instalações industriais. Dado que as bombas de água frequentemente operam durante longos períodos de tempo, a poupança acumulada pode ser considerável.
2. **Escolha adequada de equipamentos:** uma estratégia fundamental para melhorar a eficiência energética passa pela seleção correta dos equipamentos de bombeamento. Ao utilizar bombas dimensionadas adequadamente conforme a necessidade real do sistema, é possível evitar o desperdício energético.
3. **Sustentabilidade ambiental:** a eficiência energética das bombas desempenha um papel crucial na diminuição da emissão de carbono e na sustentabilidade ambiental. A geração de eletricidade, especialmente a ser proveniente de fontes não-renováveis, é uma das principais causas das emissões de gases com efeito estufa. O uso de bombas mais eficientes reduz

o consumo energético, o que resulta numa diminuição das emissões de carbono e contribui para mitigar os efeitos das alterações climáticas.

4. **Aumento da vida útil dos equipamentos:** as bombas que funcionam eficazmente tendem a sofrer menos desgaste mecânico, uma vez que estão sujeitas a menores tensões e exigências operacionais. Isto leva a um aumento da vida útil dos componentes da bomba, reduzindo a necessidade de reparações frequentes e substituições, o que resulta em custos de manutenção mais baixos. Adicionalmente, a implementação de medidas preventivas e preditivas ajuda a detectar problemas antes que se tornem críticos, permitindo ajustes para manter um desempenho ideal.
5. **Monitoramento e controle avançado:** a implementação de sistemas avançados de monitorização e controlo desempenha um papel fundamental na optimização do rendimento das bombas. Sensores de pressão, fluxo e nível permitem ajustar automaticamente a velocidade das bombas de acordo com a procura em tempo real, evitando assim o funcionamento desnecessário à máxima capacidade e economizando energia.

A tecnologia é essencial na busca por uma maior eficiência energética nos sistemas de bombeamento de água. Aqui ficam algumas das tecnologias avançadas que podem ser utilizadas para melhorar essa eficiência:

- **Bombas com velocidade variável (VFDS):** estas permitem ajustar a velocidade das bombas consoante a procura atual, reduzindo assim o consumo energético ao evitar o funcionamento constante à potência máxima mesmo quando a procura é menor.
- **Sistemas de controlo inteligente:** através da utilização de sensores e algoritmos avançados, os sistemas de controlo inteligente conseguem antecipar a procura futura e ajustar automaticamente as operações das bombas, otimizando o consumo energético.
- **Baterias e armazenamento de energia:** a integração de baterias e sistemas de armazenamento permite armazenar o excedente energético durante períodos de baixa procura e libertá-lo quando necessário, reduzindo os picos de consumo.
- **Opções avançadas de bombas:** optar por tecnologias de bombas eficientes, como bombas de ímãs permanentes ou bombas de turbina submersa, pode

gerar uma diminuição significativa no consumo de energia se comparado a modelos antigos.

- **Reutilização da água:** implementar sistemas de reciclagem da água em processos industriais apropriados resulta em menos necessidade de bombeamento adicional, o que contribui para economizar energia e água.

Priorizando a eficiência energética nos sistemas de bombeamento de água é fundamental para lidar com os desafios decorrentes da escassez de recursos e das mudanças climáticas. A eficiência energética não só reduz os custos operacionais, como também desempenha um papel crucial na promoção da sustentabilidade e na preservação dos recursos hídricos e energéticos do nosso planeta.

2.3. Implementação de sensores de nível para automação de bombas de água

A gestão eficiente de recursos hídricos é um desafio crescente em diversas áreas, desde residências até indústrias. Sistemas automatizados para controle de bombas de água desempenham um papel crucial na manutenção de níveis adequados em reservatórios, evitando tanto o desperdício de água quanto o funcionamento excessivo das bombas. Este artigo propõe um método simples para automatizar o controle de uma bomba de água, utilizando sensores de nível de água e um circuito integrado.

O sistema proposto utiliza um circuito integrado (IC 4011), um relé, transistores, e sensores de nível de água. A principal função do sistema é ligar a bomba de água quando o nível de água no reservatório é baixo e desligá-la quando o nível de água atinge um valor predeterminado.

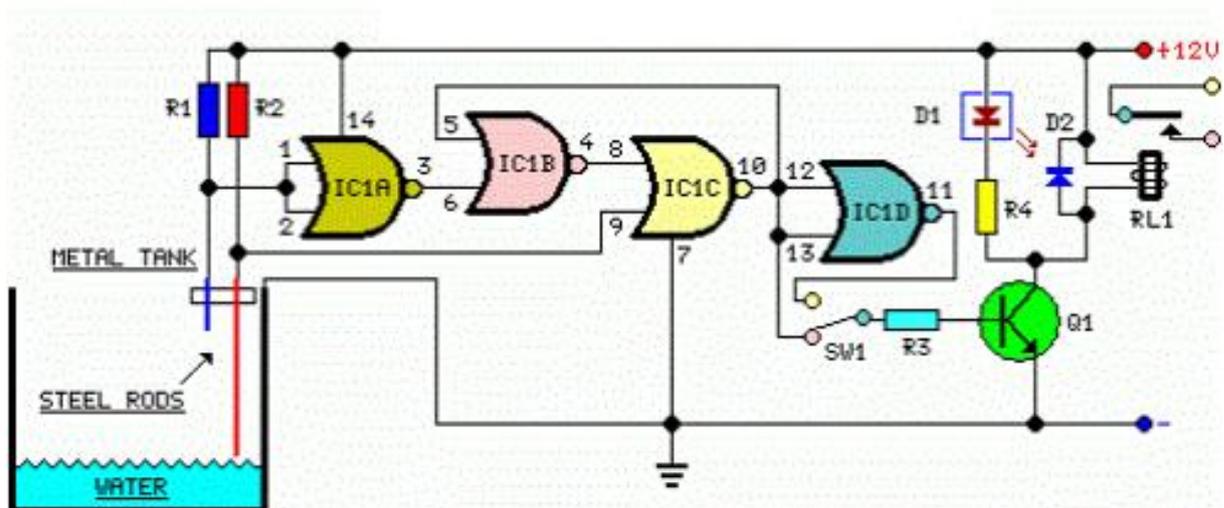
Componentes utilizados

- **Circuito integrado 4011:** utilizado para processamento lógico.
- **Relé:** Controla o acionamento da bomba.
- **Transistor Q1:** atua como amplificador de sinal para acionar o relé.
- **Sensores de nível:** Detectam os níveis mínimo e máximo de água no reservatório.

Funcionamento do circuito:

1. **Deteccção de nível baixo:** quando a água está abaixo de ambos os sensores, a saída IC1C (pino 10 do 4011) permanece em nível baixo.
2. **Ação do sensor inferior:** ao iniciar o contato com o sensor inferior, a saída IC1C (pino 10) permanece baixa.
3. **Ação do sensor superior:** quando a água atinge o sensor superior, a saída IC1C (pino 10) muda para nível alto.
4. **Ativação do relé:** o nível alto na saída IC1C ativa o relé por meio do transistor Q1.
5. **Acionamento da bomba:** O relé, ao ser acionado, liga a bomba de água para encher o reservatório.
6. **Desativação da bomba:** quando o nível de água cai abaixo do sensor superior, a saída IC1C retorna a nível baixo, desligando a bomba.

Figura 6: Circuito de controle automático de bomba de água



Fonte: <https://blog.novaeletronica.com.br/circuito-de-controle-automatico-de-bomba-de-agua-usando-o-nivel-de-caixa-dagua/> em 16/06/2024

A implementação do circuito se faz eficaz em controlar o nível de água no reservatório. A bomba acionada somente quando necessário, conforme os níveis de água predeterminados, o que resulta em economia de energia e preservação do equipamento. Além disso, o sistema pode ser adaptado para diversas aplicações, desde pequenos sistemas residenciais até grandes instalações industriais.

Para diferentes aplicações, podem ser necessárias modificações no circuito, como a inversão dos contatos do relé para ajustar o comportamento da bomba conforme os requisitos específicos do sistema.

A automação de sistemas de enchimento de reservatórios de água é uma solução prática e eficiente para gestão de recursos hídricos. O sistema proposto é simples de implementar e pode ser adaptado a diferentes contextos, garantindo o funcionamento eficaz de bombas de água e otimizando o uso de recursos. A utilização de sensores de nível e circuitos integrados permite um controle preciso e confiável, promovendo a sustentabilidade e eficiência energética.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Descrição dos materiais e equipamentos utilizados

- **Hidráulica**

- ✓ **1 Cotovelo DN 40mm:** peça que unem os canos de uma tubulação e garantem o percurso correto da água.

Figura 6: Cotovelo 40mm



Fonte: <https://www.guilore.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **1 Sifão ajustável de 660mm com saída DN 40mm:** responsável por escoar a água de pias, lavatórios e tanques para a rede de esgoto,

prevenindo vazamentos, e também evitando que os odores dos encanamentos sejam propagados no ambiente.

Figura 7: Sifão



Fonte: <https://www.fortlev.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **1 Válvula ralo de lavatório:** as válvulas de escoamento são instaladas nas pias, lavatórios e tanques e são responsáveis por canalizar a passagem da água da torneira para a tubulação da rede hidráulica.

Figura 8: Válvula de lavatório



Fonte: <https://www.construirjacana.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **1 Mangueira de saída de máquina de lavar 1,5m:** matéria prima em PP (polipropileno) no corrugado flexível e no bocal elastômero. Seu acabamento injetado, elimina o vazamento de água.

Figura 9: Mangueira máquina de lavar



Fonte: <https://www.amazon.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **2 Baldes de 8L:** reservatório móvel. Tomam conta da tarefa de transportar e despejar o material, facilitando o total aproveitamento do que for utilizado.

Figura 10: Balde transparente



Fonte: <https://www.cleanpackdistribuidora.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **1 Bomba de drenagem d'água para lavadora:** a bomba de drenagem, também conhecida como eletrobomba, é um equipamento movido por um motor elétrico, desenvolvido especialmente para uso em máquinas de lavar. Consiste em um motor elétrico ligado a um mecanismo de bomba, responsável por gerar a pressão necessária para a movimentação da água (drenando a água da máquina de lavar após os processos de lavagem e enxágue). A composição de plásticos de alta qualidade, metais resistentes e componentes eletrônicos de excelência resulta em um aparelho capaz de operar de maneira eficaz dentro das rigorosas condições de uma lavadora

de roupas, garantindo anos de serviço confiável. Os componentes principais são:

- **Motor Elétrico:** motor fornece a energia necessária para acionar a bomba. Geralmente é um motor de corrente alternada (AC) com potência adequada para o volume de água e pressão requeridos.
- **Impulsor:** uma peça rotativa dentro da bomba que cria o movimento necessário para a água ser direcionada e movida através da bomba.
- **Carcaça da bomba:** protege os componentes internos e direciona o fluxo de água.
- **Filtros:** impede que detritos e pequenos objetos entrem na bomba, protegendo o mecanismo e prevenindo obstruções.
- **Eixos e rolamentos:** facilitar a rotação do impulsor e outras partes móveis, minimizando o atrito e desgaste.
- **Selos e vedações:** evitam vazamentos de água dentro do motor e outras partes elétricas.
- **Conexões elétricas:** garante a transmissão segura e eficiente da energia elétrica para o motor da bomba.
- **Protetores térmicos e fusíveis:** protege o motor contra sobrecargas e superaquecimento, garantindo segurança operacional.

Figura 11: Eletrobomba de máquina de lavar



Fonte: <https://www.magazineluiza.com.br/> em 12/06/2024

- **Eletrônico**

- ✓ **Resistor 15k Ω 1/8w; 10k Ω 1/8w e 1k Ω 1/8w:** resistores altamente eficientes na dissipação de calor, ou seja, capazes de dissipar grandes quantidades de energia. Esses componentes são utilizados em uma variedade de campos, como soldagem elétrica, regulação de voltagem, limitação de corrente, sistemas de tração, carregadores, metrô e outras aplicações.

Figura 12: Resistores 15k, 10k e 1k



Fonte: <https://www.proesi.com.br/> em 12/06/2024

- **LED alto brilho (azul, vermelho e verde):** é um LED amplamente empregado como fonte de luz em projetos eletrônicos e em locais ou dispositivos onde a utilização do LED é mais conveniente do que a de uma lâmpada tradicional.

Figura 13: LEDS



Fonte: <https://www.fermarc.com/> em 12/06/2024

- ✓ **Diodo retificador 1N4148:** é um componente comum na eletrônica devido à sua capacidade de permitir o fluxo de corrente em apenas uma direção (do Ânodo para o Cátodo). Trata-se de um diodo de alta velocidade, com um tempo de comutação de 4ns e corrente máxima de 0.2A.

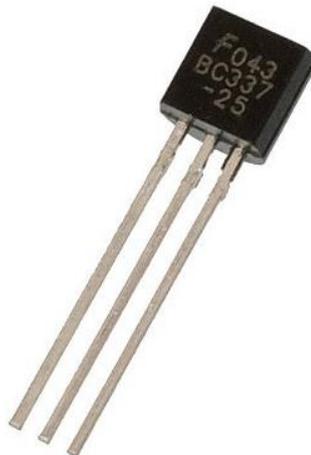
Figura 14: Diodo 1N4148



Fonte: <https://www.makerhero.com/> em 12/06/2024

- **Transistor BC337:** funciona como um interruptor controlado eletricamente ou uma resistência controlada por tensão. Por suas características, é fundamental na composição de diversos circuitos, como amplificadores, fontes de alimentação e outros.

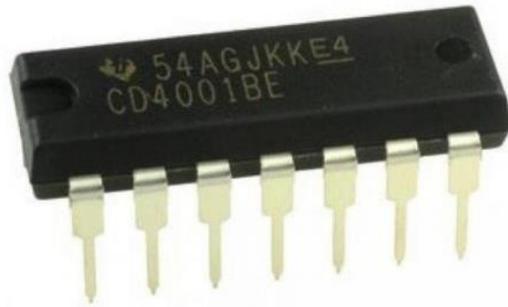
Figura 15: Transistor NPN BC337



Fonte: <https://www.sermaker.com> em 12/06/2024

- ✓ **Circuito integrado (transistor) CD4001BE:** é um circuito integrado moderno e compacto utilizado para diversas finalidades, geralmente combinando vários componentes eletrônicos para executar funções avançadas.

Figura 16: Circuito Integrado CD4001BE – NOR Gates



Fonte: <https://newportcom.com.br/> em 12/06/2024

- **Chave on/off:** efetuar o controle do fluxo de corrente elétrica para permitir ou bloquear a passagem, ativando ou desativando cargas e circuitos elétricos. Pode ser implementado em veículos, motocicletas, embarcações, residências, equipamentos, sistemas elétricos em geral, entre outros locais.

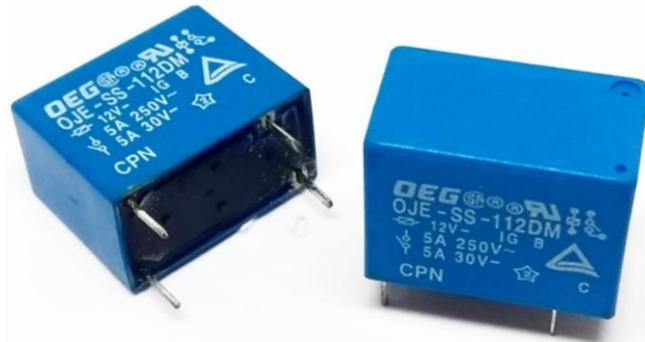
Figura 17: Chave



Fonte: <https://babypet2009.mercadoshops.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **Relé 12 Volst 5A:** opera um circuito elétrico através de um sinal elétrico em outro circuito distinto. Ao aplicar corrente à bobina do relé (com 12V), é gerado um campo magnético que aciona um interruptor interno. Esse interruptor tem a capacidade de abrir ou fechar um circuito elétrico em outra posição.

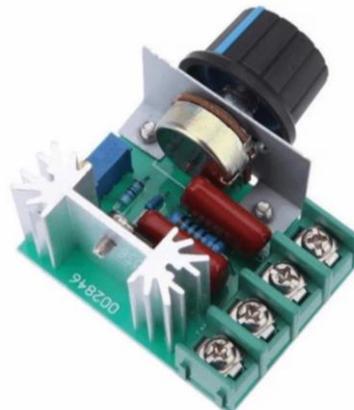
Figura 18: Relé 12v 5a 4 Pinos



Fonte: <https://www.acheicomponentes.com.br/> em 12/06/2024

- **Dimmer Triac controlador de velocidade rotação 220v 2000w:** é um aparelho que regula a intensidade da corrente elétrica média que alimenta um equipamento que funcione com corrente alternada. Ele pode ajustar a luminosidade, a velocidade dos motores, a produção de calor em resistências, entre outras funções. Este aparelho contém um controlador Triac integrado, que é utilizado para controlar a corrente alternada, e possui um dissipador de calor de alumínio para evitar o superaquecimento. A tensão de entrada do Dimmer 2000W é de 220V AC, o que permite ajustes na saída de 50 a 220V AC através de um potenciômetro integrado. Além disso, possui bornes de parafuso para fixar os fios de energia, proporcionando mais segurança no uso.

Figura 19: Dimmer triac controlador de velocidade e rotação



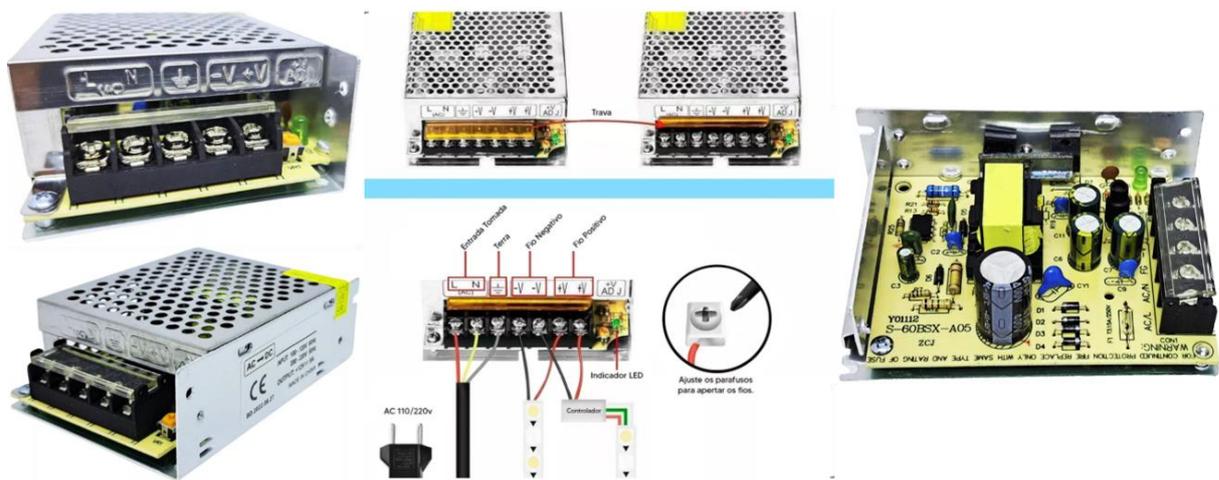
Fonte: <https://www.americanas.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **Fonte chaveada bivol 12v 5a 60w Cftv:** Garantir tensão contínua e estável, proteger equipamentos de automação (como PLC, drives e IHM) contra

sobrecargas e alterações de rede, converter a corrente de energia da rede em corrente para alimentar os equipamentos. Simplificando, as fontes de alimentação chaveadas usam circuitos integrados para regular a tensão de saída para atender às necessidades de todo o sistema. Tem proteção contra curtos circuitos, superaquecimento e sobrecarga, bem como proteção contra interferências. Informações técnicas:

- Produto: Colmeia;
- Potência: 60w;
- Voltagem de entrada: 110-220v AC;
- Frequência: 50Hz AC;
- Voltagem de saída: 12v 5A DC;
- Ligação através de terminal: 5 Bornes (fase, neutro, terra, positivo saída 12V, negativo saída 12V);
- Material: Alumínio e aço.

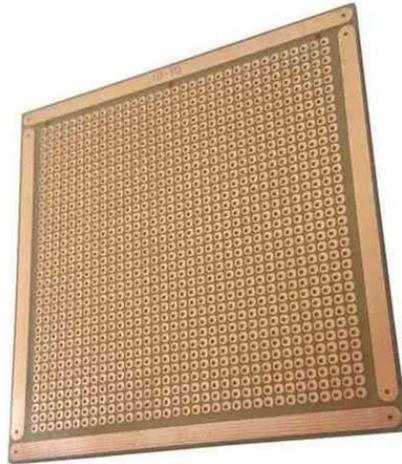
Figura 20: Fonte Chaveada 5a 60w 12v Bivolt Comeia Fita Led / Cftv



Fonte: <https://www.akmshop.com.br/> em 12/06/2024

- ✓ **Placa PBC perfurada fenolite 10x10:** utilizada como fundação para o desenvolvimento de placas eletrônicas, as quais contêm um circuito de componentes soldados à placa por meio de liga de estanho.

Figura 21: placa fenolite perfurada face simples 10x10cm com borda



Fonte: <https://m.magazineluiza.com.br/> em 12/06/2024

3.1. Procedimentos de montagem

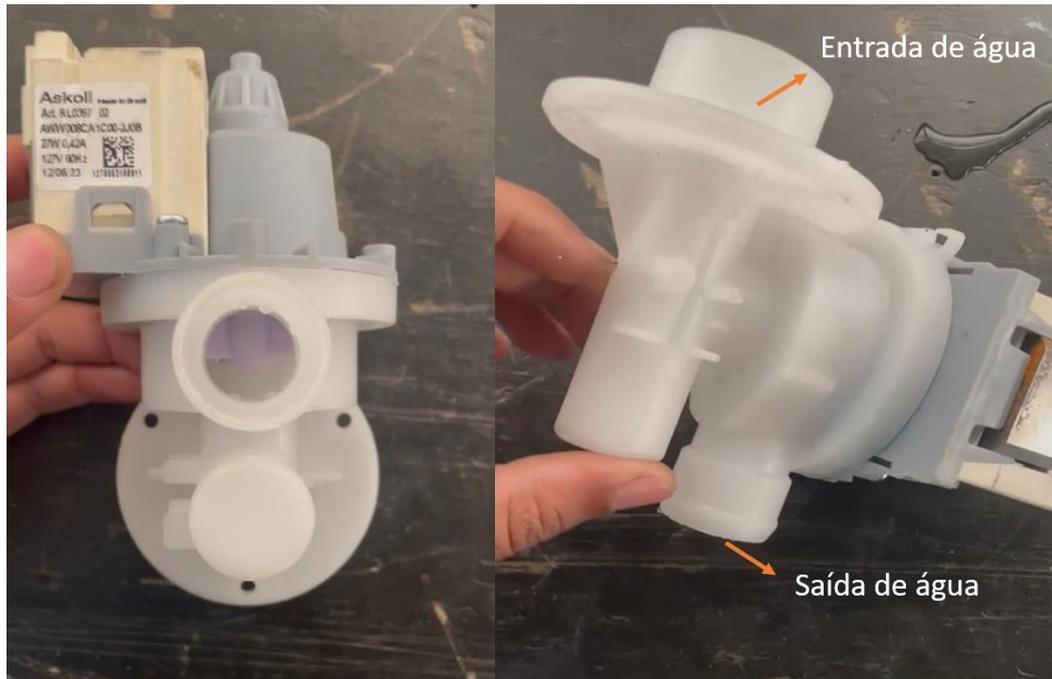
- **Hidráulica**

A bomba d'água de uma máquina de lavar, utilizada é o modelo Askoll - AWW008CA1C00-BE, que possui especificações técnicas que incluem potência de 27W, corrente de 0,42A, tensão de 127V e frequência de 60Hz. Essa bomba é projetada para rotacionar uma engrenagem interna ao ser alimentada eletricamente, comprimindo e expulsando água pela mangueira de saída.

Funcionamento Básico

1. **Alimentação elétrica:** quando a bomba é conectada à fonte de alimentação de 127V, a corrente elétrica de 0,42A ativa o motor, que consome 27W de potência.
2. **Rotação da engrenagem:** o motor faz com que a engrenagem interna gire, criando um movimento de compressão.
3. **Movimentação da água:** a rotação da engrenagem comprime a água dentro da bomba, gerando pressão suficiente para expulsar a água pela mangueira de saída.

Foto 1: Bomba



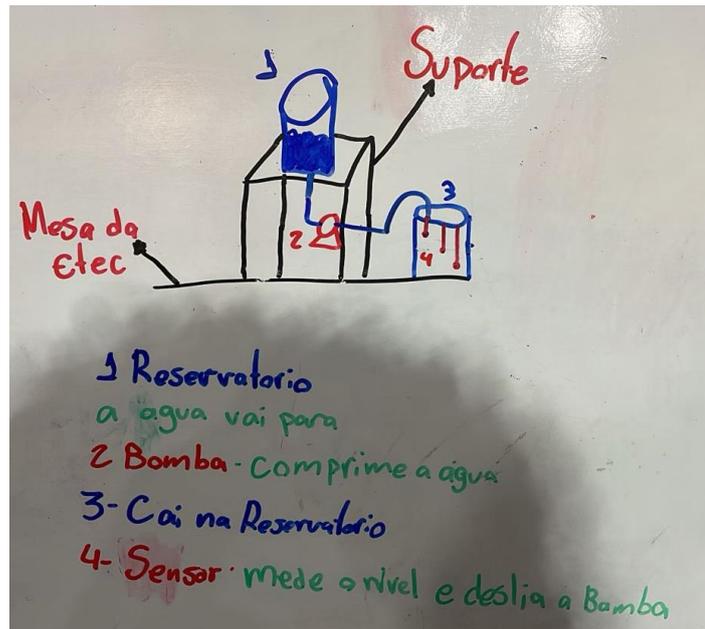
Fonte: Autor

Foto 2: Estrutura da bomba



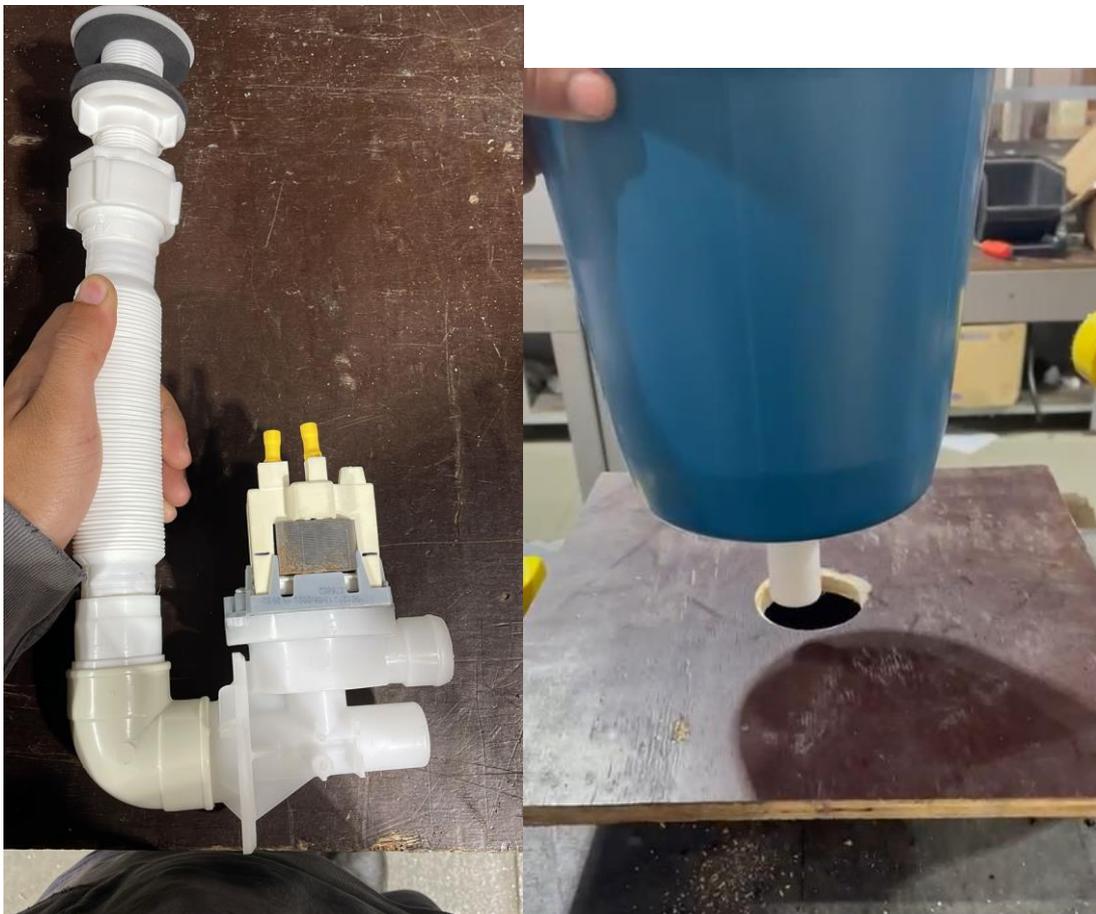
Fonte: Autor

Foto 3: Estrutura base



Fonte: Autor

Foto 4: Encaixe do sifão na bomba e construção do reservatório



Fonte: Autor

Foto 5: Estrutura base II



Fonte: Autor

Aplicação em controle de reservatórios:

Durante os horários de pico, como quando as pessoas chegam em casa e o consumo de água é alto, a bomba d'água desempenha um papel crucial no abastecimento de reservatórios de água.

Exemplo de controle de potência:

No horário de pico, quando a demanda de água é alta, a bomba opera a plena capacidade (100%) para encher rapidamente o reservatório. Isso garante que haja água suficiente para atender ao aumento no consumo. Após o horário de pico, a demanda diminui e o reservatório está pela metade, a bomba reduz sua potência para 50%. Essa redução otimiza o consumo de energia e prolonga a vida útil da bomba, mantendo um fluxo constante, mas menos intenso de água.

Os benefícios da redução de potência são:

- **Eficiência energética:** reduzir a potência da bomba durante períodos de menor demanda economiza energia, diminuindo os custos operacionais.
- **Menor desgaste:** operar a bomba a uma potência menor reduz o desgaste dos componentes internos, prolongando a vida útil da bomba.

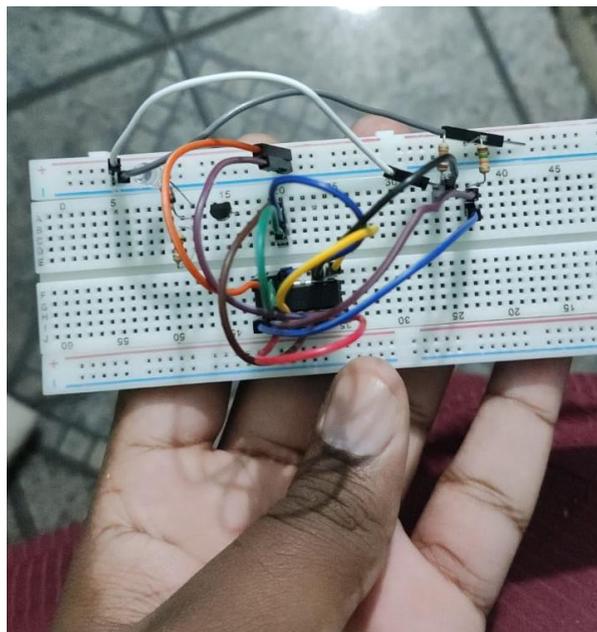
- **Fluxo constante:** mantém um fluxo constante de água para o reservatório, evitando sobrecargas e garantindo que a água esteja sempre disponível.
- **Gestão de recursos:** permite uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos, ajustando a operação da bomba conforme a demanda.

Fazendo essa estruturação, demonstra como um dispositivo simples pode ser aplicado eficientemente para o controle de abastecimento de água em residências. A capacidade de ajustar a potência da bomba conforme a demanda de água não só melhora a eficiência energética, mas também contribui para uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos, atendendo às necessidades variáveis de consumo sem desperdiçar energia ou comprometer o desempenho do sistema.

- **Eletrônica**

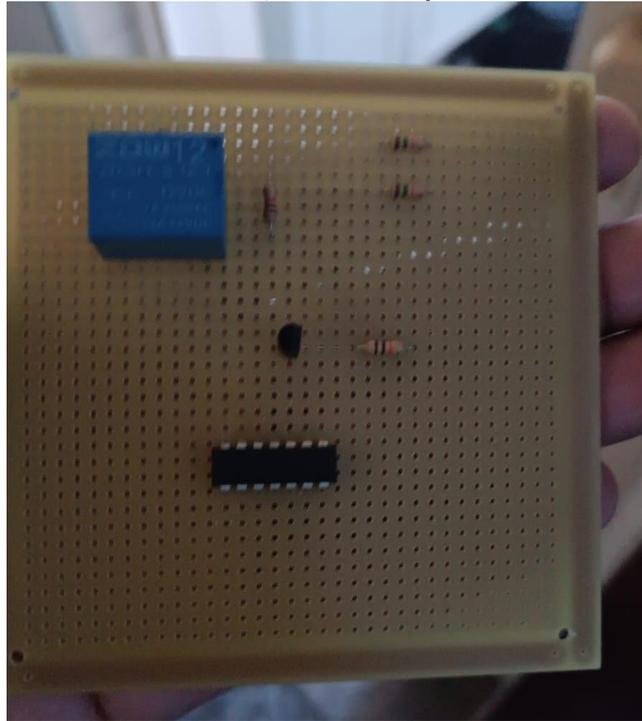
O circuito de controle de nível de água é um sistema essencial para a automação do gerenciamento de água em diversos tipos de reservatórios. Este sistema é alimentado diretamente por uma corrente alternada (AC), podendo operar tanto em 110V quanto em 220V. A seguir, detalhamos a aplicação e o funcionamento deste circuito.

Foto 6: Teste protobord



Fonte: Autor

Foto 7: Início da colocação dos componentes eletrônicos



Fonte: Autor

Alimentação e conversão de tensão

1. **Alimentação por corrente alternada:** o circuito é conectado a uma fonte de corrente alternada que pode ser de 110V ou 220V, dependendo da disponibilidade.
2. **Fonte chaveada:** a corrente alternada passa por uma fonte chaveada, que converte a tensão alternada (AC) em uma tensão contínua (DC) de 12V. Essa tensão de 12V DC é usada para alimentar todos os componentes do circuito, garantindo uma operação estável e segura.

Componentes e funcionamento

1. **Chave on-off:** o circuito possui uma chave de ligamento (on-off) que permite ao usuário ligar ou desligar o sistema manualmente. Esta chave controla a alimentação de todo o circuito, proporcionando uma forma simples de controle manual.
2. **Sensores de nível de água:**
 - **Sensor de nível baixo:** instalado no fundo do reservatório, este sensor detecta quando o nível de água está baixo, sinalizando que é necessário adicionar água.

- **Sensor de nível alto:** colocado próximo ao topo do reservatório, este sensor detecta quando o nível de água atinge o ponto máximo, indicando que o reservatório está cheio.
3. **Controlador:** o controlador recebe sinais dos sensores de nível baixo e alto. Quando o sensor de nível baixo é ativado, o controlador liga a bomba de água para adicionar água ao reservatório. Quando o sensor de nível alto é ativado, o controlador desliga a bomba para parar o enchimento.
 4. **Bomba de água:** a bomba é acionada pelo controlador quando o sensor de nível baixo detecta que a água está abaixo do nível desejado. A bomba continua operando até que o sensor de nível alto indique que o reservatório está cheio, momento em que o controlador desliga a bomba.

Operação do sistema

Detecção do nível baixo: quando a água no reservatório desce abaixo do nível baixo, o sensor correspondente envia um sinal ao controlador, então aciona a bomba, que começa a adicionar água ao reservatório.

A bomba continua a operar, elevando o nível de água no reservatório. O controlador monitora continuamente os sinais dos sensores. Quando a água atinge o nível alto, o sensor de nível alto envia um sinal ao controlador, logo, desliga a bomba para evitar transbordamentos, garantindo que o reservatório não ultrapasse sua capacidade máxima.

Com o circuito de controle de nível de água, alimentado por corrente alternada e utilizando uma fonte chaveada para conversão de tensão, representa uma solução robusta e eficiente para o gerenciamento automático de água em reservatórios. Este sistema garante que o nível de água seja mantido dentro dos limites desejados, contribuindo para a sustentabilidade e eficiência no uso de recursos hídricos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Recapitulação dos principais pontos abordados no trabalho

Neste estudo, foram analisados vários pontos essenciais sobre o desempenho e gerenciamento de sistemas de bombeamento de água, com destaque para a automatização e otimização operacional. A seguir, resumimos os pontos chave abordados durante a pesquisa.

Primeiramente, delimitamos o conceito de bombas de água e sua relevância na transmissão e deslocamento de fluidos em diferentes ambientes, abrangendo desde uso doméstico até industrial. Detalhamos os indicadores fundamentais de performance, como volume de líquido movimentado, pressão gerada e eficiência, os quais são indispensáveis para analisar a eficácia e compatibilidade de uma bomba em determinado contexto.

Na sequência, analisamos o desempenho das bombas de água, explicando os elementos fundamentais, como o motor, o rotor, as válvulas e os sistemas de vedação. Também abordamos a sinergia entre esses elementos para impulsionar a água, desde a captação até a expulsão da bomba, ressaltando a relevância de cada um no processo de bombeamento confiável e eficaz.

Uma parcela considerável da pesquisa foi focada na automatização do controle do nível de água por meio de sensores. Apresentamos o uso de sensores de baixo e alto nível para monitorar de forma contínua o nível da água no reservatório. Demonstramos como esses sensores se comunicam com um controlador para acionar e desligar a bomba de água de forma automática, mantendo o nível da água dentro dos limites estabelecidos e assegurando o funcionamento eficiente do sistema.

Foram listados os componentes e aparelhos empregados na execução do sistema de controle de altura da água. Dentre eles estão uma fonte de alimentação chaveada para alteração de voltagem, sensores de altura, um regulador, a bomba de água e luzes indicadoras de LED. Também foi citada a chave liga-desliga para controle manual do mecanismo. Montagem do relé para acionamento da bomba. Em seguida, detalhamos a conexão dos cabos de comunicação entre os diferentes dispositivos e a programação do controlador lógico PLC para garantir o funcionamento correto do

sistema de controle. Por fim, realizamos os testes de funcionamento e verificamos a eficácia do circuito montado.

Este trabalho oferece uma visão abrangente sobre as bombas d'água e a automação do controle de nível de água em reservatórios. A combinação de conceitos teóricos com a implementação prática de um sistema automatizado demonstra a importância e os benefícios de utilizar tecnologias avançadas para melhorar a eficiência e a confiabilidade no gerenciamento de recursos hídricos. A aplicação desses conhecimentos e técnicas contribui significativamente para a sustentabilidade e a operação econômica de sistemas de bombeamento de água.

Sugestões para melhorias futuras e possíveis aplicações práticas

Após explorar os conceitos e implementações relacionados ao controle de nível de água em sistemas de bombas, algumas sugestões de melhorias futuras e potenciais aplicações práticas podem ser consideradas para otimizar ainda mais o sistema e explorar novas oportunidades de uso. A seguir, destacamos algumas ideias:

1. Otimização do sistema de controle:

- Implementação de algoritmos de controle mais avançados para otimizar o funcionamento da bomba, levando em conta variáveis como demanda de água ao longo do dia, variações na pressão da rede de abastecimento, e eficiência energética.

2. Integração com tecnologias de IoT:

- Utilização de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) para monitoramento remoto e controle do sistema de bombeamento de água. Isso permitiria o acompanhamento em tempo real dos níveis de água e status da bomba através de dispositivos móveis ou computadores, facilitando a gestão e manutenção do sistema.

3. Sistemas de recuperação de água de chuva:

- Adaptação do sistema para integrar a captação e utilização de água de chuva. Sensores adicionais poderiam ser incorporados para detectar a quantidade de água disponível nos tanques de armazenamento e automatizar o uso dessa água para fins não potáveis, como irrigação ou limpeza.

4. Monitoramento da qualidade da água:

- Inclusão de sensores para monitorar a qualidade da água, como pH e turbidez, garantindo que apenas água de qualidade seja utilizada nos sistemas de bombeamento e nas aplicações finais.

5. Aplicações em sistemas de irrigação:

- Adaptação do sistema para uso em sistemas de irrigação agrícola. A automação do controle de nível de água poderia garantir uma distribuição eficiente e precisa de água nos campos, otimizando o uso de recursos hídricos e aumentando a produtividade.

6. Desenvolvimento de sistemas autônomos:

- Exploração de técnicas de energia renovável, como energia solar, para alimentar o sistema de bombeamento de água de forma autônoma e sustentável, reduzindo custos operacionais e impactos ambientais.

7. Estudos de viabilidade econômica e ambiental:

- Realização de estudos detalhados para avaliar o retorno sobre o investimento (ROI) de implementar sistemas automatizados de controle de nível de água. Isso inclui análises de custo-benefício, considerando economias de água, energia e manutenção.

8. Educação e conscientização:

- Promoção de programas educativos e de conscientização sobre o uso responsável da água e a importância da eficiência no gerenciamento de recursos hídricos. A divulgação dos benefícios dos sistemas automatizados pode incentivar a adoção em diferentes setores da sociedade.

As sugestões apresentadas representam oportunidades significativas para aprimorar os sistemas existentes de controle de nível de água em bombas, além de

explorar novas aplicações que podem contribuir para a sustentabilidade ambiental e a eficiência operacional. Ao integrar tecnologias emergentes e estratégias inovadoras, é possível desenvolver soluções mais inteligentes e adaptáveis às necessidades específicas de diferentes cenários de uso de água.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bezerra; Saulo de Tarso Marques; Corrêa, Sabrina da Silva; Oliveira, Andreia Azevedo Abrantes de; Souza, Júlia Daniele Silva de. Bombas funcionando como turbinas: uma alternativa para o controle de pressão em sistemas de distribuição de água. *Revistadae*, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.36659/dae.2021.084>. Acesso em: 11/06/2024.

Bombas de água: o que são, quais tipos e como funcionam?. *RMLmaquinas*, 2020. Disponível em: <https://www.rmlmaquinas.com.br/geral/bombas-de-agua-o-que-sao-quais-tipos-e-como-funcionam>. Acesso em: 06/06/2024

Bomba de água, os seus quatro principais componentes. *Repxpert*. Disponível em: <https://www.repxpert.pt/pt/technical-information/engine/bomba-de-agua-quatro-principais-componentes>. Acesso em: 09/06/2024

Brasil, Alex N.. Bombas - classificação e descrição. *EEL USP*, 2010. Disponível em: https://sistemas.eel.usp.br/docentes/arquivos/5817712/LOQ4015/capitulo3_bombasc lassificacaoedescricao.pdf. Acesso em: 06/06/2024.

Carvalho, Vinícius José Da Silva; Cavarzan, Valter Donizete; Silva, Jefferson Marcos Rodrigues da. Medidor de nível em caixa d'água. *Repositório Institucional do Conhecimento - RIC-CPS*, 2021. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/11090>. Acesso em: 09/06/2024

Cedovim, Rui Alexandre Alves Selores. Sistemas prediais não tradicionais de drenagem de águas residuais domésticas – sistema de drenagem por vácuo. *Repositorio-aberto*, 2013. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/68950/2/26485.pdf>. Acesso em: 16/06/2024.

Cuidados na montagem, instalação e utilização das bombas d'água. *Intechmachine*, 2019. Disponível em: <https://intechmachine.com.br/cuidados-na-montagem-instalacao-e-utilizacao-das-bombas-dagua/>. Acesso em: 06/06/2024

Dias, Renato Swerts Carneiro; Lima, Gustavo Meirelles; Viana, Lima, Augusto Nelson Carvalho. Eficiência Energética e Controle de Pressão Utilizando Bombas Funcionando como Turbina em Redes de Distribuição de Água. Disponível em: <https://doi.org/10.36659/dae.2021.084>. Acesso em: 11/06/2024.

Francato, Alberto Luiz; Pinheiro, Vinícius de Carvalho Neiva; Silva, Isabela Assis da. Otimização de funcionamento de bomba hidráulica e benefícios associados ao

armazenamento de energia. Labor e Engenho, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.20396/labore.v17i00.8674358>. Acesso em: 09/06/2024

Magina, Sandra; Pires, Rogério Fernando. Introduzindo o conceito de função de maneira significativa: a modelação do funcionamento de uma bomba d'água. Proativa, 20212. Disponível em:
<https://proativa.virtual.ufc.br/sipemat2012/papers/125/submission/director/125.pdf>. Acesso em: 09/06/2024

Monachesi. Marcelo Gaio. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS DE BOMBEAMENTO. ELETROBRÁS/PROCEL, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em:
https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/proeesa/pdf/livro_bombeamento.pdf. Acesso em: 12/06/2024.

Oliveira, Thaís Nery de. Desenvolvimento de equipamento didático para facilitar capacitação em eficiência energética em sistemas de bombeamento de fluidos. Repositório IFES, 2021. Disponível em:
<https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1229>. Acesso em: 09/06/2024

Polese, Everton Luis. Eficiência energética em sistemas de bombeamento: uso do variador de frequência. Lume UFRGS, 2010. Disponível em:
<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/26035>. Acesso em: 12/06/2024.