

Automação de baixo custo para reservatórios de água

Maraiza Prescila dos Santos ^[1], José Kleber Costa de Oliveira ^[2].

[1] maraiza.i@gmail.com, (83) 9652-2921. [2] jose.oliveira@ifpb.edu.br, (83) 8828-4771. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Câmpus Cajazeiras.

RESUMO

Este trabalho apresenta uma automação de baixo custo para sistemas de abastecimento de água compostos por três reservatórios, que tem como meta amenizar um problema muito comum em reservatórios de água, principalmente naqueles denominados como elevados ou superiores: o extravasamento, responsável por causar desperdício de água e de energia elétrica. Por isso, o principal objetivo da pesquisa relatada neste trabalho foi desenvolver uma automação que permita ao sistema funcionar com eficiência e eliminar o desperdício. Para isso, foram utilizadas tecnologias e dispositivos de baixo custo. Um estudo de caso foi realizado nos reservatórios de água do IFPB – Câmpus Cajazeiras, que apresentavam as características de extravasamento, então foi implementada a automação para aplicação do modelo teórico elaborado pela pesquisa. A automação proposta foi desenvolvida com dispositivos eletromecânicos e com o Arduino Uno como plataforma de desenvolvimento lógico. Com a aplicação desta pesquisa puderam-se perceber algumas vantagens, como a eliminação do desperdício de água por extravasamento e a liberação do operador que até então era responsável pelo funcionamento do sistema. Além disso, houve uma grande satisfação por parte dos autores, por esta ter sido uma excelente oportunidade de agregar conhecimentos teóricos e atividade prática para propor uma solução diante de uma problemática real.

Palavras-chave: Reservatório de água. Desperdício de água. Automação de baixo custo. Arduino Uno.

ABSTRACT

This paper presents a low cost automation for a water supply system composed of three reservoirs. Having as goal settle a common problem in water reservoirs, especially in those termed as elevated or upper, which is responsible for causing the extravasation of water and electric energy. Therefore, the main objective of this work is to develop an automation that allows the system operate efficiently and eliminate the waste. For this, technology and low cost devices will be used. A case study was conducted in the water reservoirs of IFPB – Campus Cajazeiras, which had presented extravasation characteristics, so automation was implemented to apply the theoretical model developed by the research. The proposal was developed with automation electromechanical devices and the Arduino Uno as a logical development platform. With the application of this research some advantages could be perceived, such as eliminating water waste through extravasation and the releasing of the operator who was responsible for operating the system until then. Furthermore, there was a great satisfaction of authors part, for that was an excellent opportunity to aggregate theoretical knowledge and practical activity, to propose a solution before a real problem.

Keywords: *Water reservoirs. Water waste. Low cost automation. Arduino Uno.*

1 Introdução

A água é um recurso natural vital para a sobrevivência de todas as espécies responsáveis pela existência e manutenção dos ecossistemas do planeta Terra. A água é mais do que uma necessidade básica para os seres vivos; é um elemento essencial e insubstituível para assegurar a continuação da vida. No entanto, com demasiada frequência ela não é considerada como tal, chegando a ser desperdiçada. Além disso, sob o ponto de vista moral, o ato de desperdiçar água é inconcebível, pois sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras (ONU, 2010).

O desperdício de água se dá tanto pela falta de consciência das pessoas, que fazem mau uso dela, como por perdas técnicas, caracterizadas por vazamentos na distribuição, quando infraestruturas obsoletas, inadequadas ou imprópriamente construídas e mal conservadas provocam o desperdício.

Ocorre perda quando a água não alcança os pontos de consumo devido a deficiências ou problemas do sistema – por exemplo, vazamentos na rede, extravasamento em reservatórios, rompimento de adutoras, etc. Já o desperdício ocorre quando a água é mal utilizada pelo consumidor, ou seja, quando não é empregada segundo as finalidades a que se destina – por exemplo, uma torneira aberta sem necessidade, uma caixa extravasando continuamente, etc. A perda caracteriza-se por ser de responsabilidade do sistema, encarecendo o preço médio da conta dos usuários, enquanto o desperdício é de responsabilidade do consumidor, que arcará individualmente com seus custos. Em condições ideais, a soma perda-desperdício deveria ser nula, mas é normal que esse valor atinja 20%, não sendo novidade ele alcançar incríveis 60% do total captado em nossos sistemas (MEDEIROS FILHO, 2010). Diante da importância da água para a vida do planeta, não é difícil perceber que algo deve ser feito para diminuir e até mesmo eliminar tais perdas e desperdícios.

A maioria das edificações conta com reservatório de água elevado, com boias eletromecânicas para o acionamento e o controle do nível, para prolongar o abastecimento. No entanto, é comum ocorrerem desperdícios nesses reservatórios (CABRAL; CAMPOS, 2008), como o extravasamento provocado por defeitos físicos nas boias responsáveis pelo controle do nível, conforme ilustrado na Figura 1.

Alguns trabalhos destacam as vantagens da automação de reservatórios. Por exemplo, Marcos (2009) propôs a automatização da estação elevatória de água do Câmpus Morro do Cruzeiro da Universidade Federal de Ouro Preto, buscando viabilizar um sistema eficiente, seguro e de qualidade. Já Cabral e Campos (2008) propuseram a automação através de um controle liga/desliga da motobomba, para evitar o desperdício de água provocado pelo transbordamento em caixa d'água, gerando, assim, um maior conforto para quem a utiliza, com a vantagem de ter um baixo custo. Como se vê, cresce cada vez mais o número de sistemas de abastecimento de água automatizados e informatizados e, portanto, benefícios como a diminuição de perdas de água e energia confirmam as vantagens da utilização dessa técnica.

Diante da relevância do problema, a pesquisa objetivou elaborar uma automatização que atenda às condições de funcionamento do sistema e abasteça conforme a necessidade do usuário, sem provocar desperdício, utilizando, para isso, dispositivos eletromecânicos e eletrônicos. Além disso, foi realizado um estudo de caso; para tal estudo, foram escolhidos os reservatórios do IFPB – Câmpus Cajazeiras, pois seu funcionamento era praticamente todo manual e neles havia desperdício de água potável (como podemos ver na Figura 1) e de energia elétrica.

Figura 1 – Reservatório elevado com extravasamento.



Fonte: Foto do autor.

2 Metodologia

2.1 Painel de comandos elétricos

O primeiro passo para a automatização do sistema foi montar um quadro de comandos com chave de partida direta e dispositivos de proteção, para acionar os motores. O quadro montado pode ser visto na Figura 2, e alguns de seus componentes são descritos abaixo:

- Contator: dispositivo eletromagnético de acionamento que liga e desliga o circuito de força da motobomba;
- Relé bimetalico: utilizado para a proteção dos motores elétricos contra sobrecarga, falta de fase e tensão;
- Botoeiras: chaves elétricas para o acionamento manual liga/desliga, com um contato normal aberto e outro normal fechado;
- Disjuntor termomagnético tripolar de 10 Amperes: proteção contra sobrecarga, através de um atuador bimetalico sensível ao calor;
- Sinalização: foram utilizadas lâmpadas *Light Emitting Diode* (LED) para sinalizar tanto situações normais quanto anormais, tendo como cores, respectivamente, verde e vermelho, a cada tipo de ocorrência durante o funcionamento dos motores.

Figura 2 – Painel de comandos desenvolvido para o acionamento dos motores.

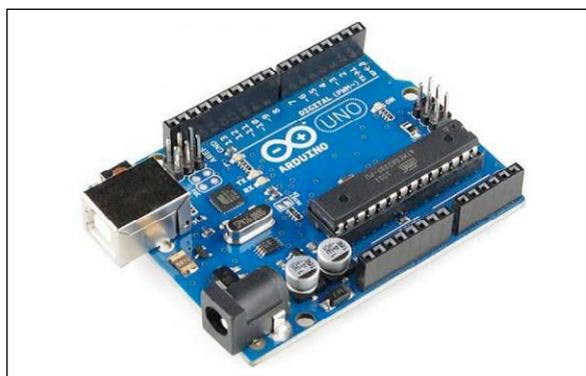


Fonte: Foto do autor.

2.2 Controlador lógico

O controlador lógico – parte lógica do sistema, que realiza as operações lógicas e é responsável por comandar os equipamentos eletromecânicos – foi projetado sobre a plataforma Arduino Uno. O Arduino é uma plataforma que foi construída para promover a interação entre o ambiente físico e o computador, utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em *software* e *hardware* livres (ARDUINO. CC, 2014).

Figura 3 – Plataforma utilizada: Arduino Uno.



Fonte: ROBOCORE, 2014.

De forma bem resumida, pode-se dizer que a plataforma (Figura 2) consiste em uma placa de circuitos com entradas e saídas para um microcontrolador, um ambiente de desenvolvimento e o *bootloader*, que já vem gravado no microcontrolador. Este, por sua vez, é constituído de um microprocessador, memória e periféricos de entrada/saída e pode ser programado para funções específicas, como o controle de máquinas e diferentes automações de baixa complexidade (CAVALCANTE; TAVOLARO; MOLISANI, 2011).

Segundo Carmo (2005), com a utilização de microcontroladores em automação, pequenos projetos tornaram-se bastante facilitados, pois diversos circuitos eletrônicos, contendo um grande número de outros componentes, podem ser substituídos por apenas um microcontrolador. Isso possibilita, geralmente, baixo custo e compactação do circuito.

Portanto, tomando como base a literatura e as especificações do sistema, o Arduino Uno foi escolhido para fazer o controle lógico da automatização. A plataforma é uma placa baseada no microcontrolador ATmega328 (Figura 2) e contém 14 pinos entrada/saída digitais, 6 pinos para entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz, conexão USB, um co-

necto de alimentação, entre outras especificações (ARDUINO.CC, 2014).

Para verificação do nível dos reservatórios, foram utilizadas chaves boia pendular (Figura 4), que indicam o nível mínimo, quando os reservatórios precisam ser abastecidos, e o nível máximo, quando estes já estão abastecidos – ambos os níveis são determinados pelo usuário. De acordo com a posição, as boias enviam um sinal de tensão para os contatores no quadro de comandos e estes ligam ou desligam os dois conjuntos motobombas (Figura 5).

Figura 4 – Sensor de nível utilizado nos reservatórios.



Fonte: MERCATO AUTOMAÇÃO, 2014.

Foi observado ainda que, na montagem dos conjuntos motobombas, faltava um dispositivo que extraísse o ar da tubulação de recalque, pois, quando o ar fica preso dentro da tubulação, ocorre a falta de circulação do líquido através da bomba, provocando efeitos danosos como o aquecimento nos mancais das bombas, que levava ao travamento do eixo, e a quebra da tubulação devido à pressão interna. A solução adotada para esse problema foi a instalação de ventosas simples nos orifícios de saída das bombas, como podemos observar na Figura 5. As ventosas simples são próprias para adutoras de pequenos diâmetros, para deixar sair o ar que estiver acumulado nos pontos altos das tubulações de adutoras, linhas de recalque e mesmo de aspiração das bombas (GOMES, 2012). As válvulas de retenção são utilizadas para evitar danos ao sistema, para que a água que foi bombeada não retorne quando a bomba for desligada.

Figura 5 – Conjuntos motobombas com válvulas de retenção e ventosas instaladas.



Fonte: Foto do autor.

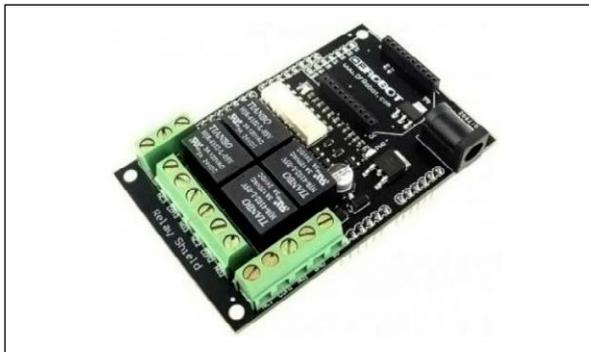
2.2.1 *Shield* para Arduino Uno

As placas que aperfeiçoam as capacidades do Arduino são denominadas de *shields* e podem ser plugadas na parte superior da placa do Arduino, onde já existem conectores ligados aos pinos do microcontrolador. Elas se baseiam nos mesmos princípios do Arduino: facilidade de montagem e baixo custo de produção.

A *shield* utilizada neste trabalho (Figura 6) permite chavear até quatro cargas independentes com tensão alternada (AC). Neste caso, a referida *shield* está sendo utilizada como interface de saída para permitir que o Arduino atue como controlador lógico, tendo em vista que suas entradas e saídas têm limitações referentes a corrente e tensão alternadas. Sendo assim, a *Relé Shield* proporciona a interface entre a plataforma Arduino Uno e a carga.

O programa lógico implementado no ATmega328 direciona os comandos para os pinos do Arduino, que envia um sinal para acionar a bobina dos relés (5 VDC), os quais chaveiam os contatos NA/NF (normal aberto/normal fechado), permitindo ativar os contatores responsáveis por acionar ou não as motobombas (220 VAC).

Figura 6 – Relé Shield.



Fonte: ROBOCORE, 2014.

O controlador desenvolvido executa as seguintes lógicas:

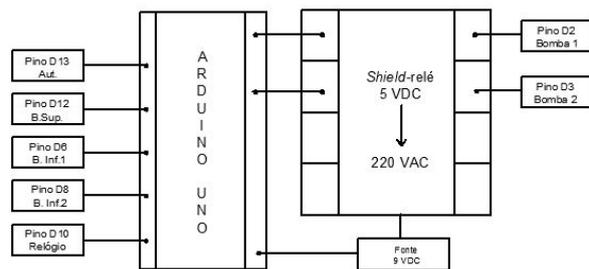
- faz o revezamento na operação entre os conjuntos motobomba a cada hora;
- faz a substituição pelo conjunto motobomba que se encontra parado, caso um conjunto apresente defeito enquanto está funcionando;
- não permite que as bombas entrem em operação se o nível dos respectivos reservatórios semiapoiados se encontrar abaixo do mínimo recomendável;
- caso o nível da água no reservatório elevado atinja o nível máximo estabelecido, o controlador recebe o sinal do sensor boia e envia o comando para desligar o conjunto que se encontra em operação, evitando assim o desperdício de água e de energia elétrica.

2.3 Montagem física do controlador lógico

Pensar no desenvolvimento de um controlador lógico (CL) projetado a partir do Arduino Uno é pensar em algo que possa ser simples, barato, de arquitetura aberta e que ofereça fácil entendimento para as pessoas que poderão vir a fazer manutenções ou até mesmo reprogramar o controlador de acordo com a necessidade do sistema. Para isso, basta ter um breve conhecimento em linguagem C.

O controlador lógico desenvolvido tem como função a alternância na operação dos dois conjuntos motobomba instalados para recalcar água dos reservatórios semiapoiados para o reservatório elevado, mediante uma lógica desenvolvida e implementada em linguagem C, e de acordo com os sinais das entradas.

Figura 7 – Diagrama de blocos do controlador lógico.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 1 – Definição para as abreviações da Figura 7.

Entradas	Descrição
Pino D13=Aut.	Botão da condição automático
Pino D12=B.Sup.	Boia do reservatório elevado
Pino D6=B.Inf.1.	Boia do reservatório semiapoiado 01
Pino D8=B.Inf.2.	Boia do reservatório semiapoiado 02
Pino D10= Relógio	Programador do horário de revezamento das bombas (b1 e b2)
Saídas	Descrição
Pino D2=Bomba1	Saída para acionar o motor 1
Pino D3=Bomba2	Saída para acionar o motor 2

Na Figura 8, podemos observar o controlador lógico montado, com o Arduino Uno, a Relé *Shield*, o programador horário, a fonte VDC e um disjuntor.

Figura 8 – Controlador lógico montado.



Fonte: Foto do autor.

3 Resultados e discussão

O presente trabalho buscou solucionar um problema existente em reservatórios de água, que envolve desperdício de água potável e de energia elétrica, bem como a irregularidade do fornecimento de água no câmpus Cajazeiras do IFPB. A solução adotada foi a montagem de um painel elétrico equipado com um controlador lógico que executa uma programação capaz de operar as bombas sem a presença do homem.

Neste trabalho foi realizado ainda um estudo de caso dos reservatórios do IFPB – Câmpus Cajazeiras. Após a implantação da automatização (em fevereiro de 2013), não foi observado nenhum extravasamento no reservatório elevado – de acordo com os dados de vazão da bomba (18 m³/h), eram desperdiçados cerca de 300 litros de água por minuto quando ocorria extravasamento. Também não ocorreu nenhuma falta de água nas dependências da instituição, o que corrobora a eficiência do projeto. Com a eliminação dos desperdícios, o Instituto foi favorecido nas questões da preservação do meio ambiente e de atitudes morais frente aos alunos.

Outro aspecto que podemos destacar como importante foi a oportunidade de aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos no Curso de Tecnologia em Automação Industrial no desenvolvimento de uma solução para um problema cotidiano.

Essa solução foi fundamentada nos conceitos de uma tecnologia de baixo custo, para possibilitar a sua utilização por usuários de baixo poder aquisitivo. Assim como foi implementada nos reservatórios do IFPB – Câmpus Cajazeiras, essa automatização poderá vir a ser instalada em reservatórios que necessitem eliminar os desperdícios citados ao longo do trabalho. Para essa implementação, é bastante fazer uma breve avaliação do sistema e condicionar a programação de acordo com a lógica desejada pelo usuário para o funcionamento do sistema que se deseja automatizar.

Com a intenção de demonstrar os gastos com os materiais utilizados nesta pesquisa, apresentam-se os custos desses materiais na Tabela 2.

Tabela 2 – Custos financeiros do projeto.

Quantidade	Descrição	Valor (R\$)
01	Quadro de comandos	570,00
03	Boias com cabos	160,00
01	Controlador lógico	230,00
Valor total (R\$)		960,00

Se tomarmos como referência a Tabela 2 e compararmos o custo do controlador lógico produzido nesta pesquisa com o de um controlador lógico comercial, podemos dizer que a relação custo-benefício é vantajosa em favor do primeiro, visto que ele apresenta características semelhantes, mas custos mais baixos.

4 Conclusões

A questão do desperdício de água tornou-se uma preocupação para a população mundial, pois a água é um recurso natural esgotável e deve ser gerida de forma sustentável. Este trabalho apresentou uma pesquisa com aplicação prática que teve como objetivo geral solucionar problemas existentes nos reservatórios de água do IFPB – Câmpus Cajazeiras (como também em diversos outros reservatórios de água): o desperdício de água potável e de energia elétrica e a irregularidade do fornecimento de água na instituição. A solução proposta foi a montagem de um painel elétrico equipado com um controlador lógico, o qual executa uma programação capaz de operar as bombas sem a presença do operador. Neste trabalho, foi dada ênfase à montagem do controlador lógico integrado ao painel de comandos elétricos como uma alternativa a controladores comerciais, que são mais custosos, mesmo para aplicações simples, como é o caso relatado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO.CC. 2014. Disponível em: <<http://arduino.cc/>>. Acesso em: 27 fev. 2014.
- CABRAL, M. M. A.; CAMPOS, A. L. P. D. S. Sistemas de automação residencial de baixo custo: uma realidade possível. **Holos**, Natal-RN. v. 3, 2008.
- CARMO, V. do. **Protótipo de controle de acesso para academias de ginástica utilizando microcontrolador PIC e o padrão RS – 485**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011.
- GOMES, H. P. **Sistema de bombeamento: eficiência energética**. 2. ed. João Pessoa: Universitária - UFPB, 2012.

MARCOS, E. C. P. **Proposta de automatização da estação elevatória de água do Campus Morro do Cruzeiro da UFOP**. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2009.

MEDEIROS FILHO, C. F. de. **Abastecimento de água**. Apostila. Campina Grande: ago. 2010. Disponível em: <<http://www.dec.ufcg.edu.br/saneamento/Agua.html>>. Acesso em: 27 out. 2012.

MERCATO AUTOMAÇÃO. **Chave Bóia – Regulador de nível** (Bóia pendular Tipo pera). 2014. Disponível em: <http://www.webmercato.com.br/ecommerce_site/produto_3124_6377_Chave-Boia-Regulador-de-nivel-Boia-pendular-Tipo-pera-CB2012>. Acesso em: 27 fev. 2014.

ONU. **The Right to Water**. Genebra: Organização das Nações Unidas, 2010. p. 61. ISSN 1014-5567.

ROBOCORE. **Arduino UNO R3** - Original da Itália. 2014. Disponível em: <https://www.robocore.net/modules.php?name=GR_LojaVirtual&prod=120>. Acesso em: 27 fev. 2014.

AGRADECIMENTOS

Este projeto foi financiado pelo PIBICT. Os autores agradecem a disponibilização dos reservatórios de água do IFPB – Câmpus Cajazeiras para o estudo de caso.