

AUTOMAÇÃO INTELIGENTE PARA MOTOBOMBA UTILIZANDO INVERSOR DE FREQUÊNCIA E ARDUINO*

Francisco Aécio de Lima Pereira¹, Suedêmio de Lima Silva², José Francismar de Mediros²,
Vladimir Batista Figueirêdo², Idalmir de Souza Queiroz Júnior²,
Marinaldo Pinheiro de Sousa Neto³

RESUMO: Dentre os insumos da agricultura irrigada destacam-se dois, a água e a energia, mas usando tecnologias existentes é possível melhorar a eficiência no uso, especialmente com relação energia. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma automação inteligente para controle de pressão nas válvulas de sistemas de irrigação fixos. Para conduzir o experimento construiu-se uma bancada com 6 válvulas hidráulicas e simulando diferentes perdas de cargas, permitindo ainda avaliação de um conjunto motobomba que foi acionando por um inversor de frequência, e esse por sua vez foi controlado por uma placa com arduino. O programa instalado foi desenvolvido para deixar a pressão de saída em 20 kPa, independente da perda de carga localizada causadas pelas válvulas. Em cada repetição o experimento durou duas horas sendo 20 minutos para cada válvula. Os resultados foram que o sistema arduino gravou 2.478 dados para cada parâmetro analisado o que equivale a 413 por válvula. Observou-se que a pressão média de saída foi de 19,95 kPa, comprovando a eficiência do sistema de automação. Já a pressão de entrada apresentou variação para compensar as perdas de cargas nas válvulas, variando de 101,43 a 197,61 kPa, provocado pela variação da rotação do motor de 2924 a 3646 rpm, o que equivale a uma frequência de 49,67 a 62,29 Hz respectivamente. Conclui-se que o sistema desenvolvido controla de forma satisfatória a pressão de saída nas válvulas independentemente das perdas de cargas inseridas no sistema.

PALAVRAS-CHAVE: válvulas hidráulicas; pressão; rotação.

* Parte da tese de Doutorado do primeiro autor

¹ Prof. Doutor. UFERSA – Campus Caraúbas, Avenida Universitária” Leto Fernandes”, Sítio Esperança II - CEP: 59780-000, Caraúbas/RN – Brasil - Tel: (84) 3317 – 8505

² Prof. Doutor, Centro de Engenharias – UFERSA- Mossoró, RN.

³ Prof. Doutor, Instituto Federal de Educação do Rio Grande do Norte IFRN - Mossoró, RN.

SMART AUTOMATION FOR WATER PUMP USING FREQUENCY CONVERTER AND ARDUINO

ABSTRACT: Among the inputs of irrigated agriculture, two stand out, water and energy, but with the use of existing technologies it is possible to improve efficiency in use, especially with regard to energy. So the aim of this work was to develop intelligent automation for pressure control in valves of fixed irrigation systems. To conduct the experiment, a workbench with 6 hydraulic valves was constructed, simulating different pressure losses, allowing the evaluation of a pump set that was driven by a frequency inverter, and this in turn was controlled by an arduino plate. The installed program is designed to leave the outlet pressure at 20 kPa, regardless of the localized pressure drop caused by the valves. In each repetition the experiment lasted two hours being 20 for each valve. The results were that the arduino system recorded 2,478 data for each parameter analyzed which is equivalent to 413 per valve. It was observed that the outlet pressure averaged 19.95 kPa, and may consider that the system works, while the inlet pressure had variation to compensate for pressure losses in the valves, ranged from 101.43 to 197.61 kPa. For this, the rotation ranged from 2924 to 3646 rpm, which is equivalent to a frequency of 49.67 to 62.29 Hz respectively. It is concluded that the developed system satisfactorily controls the outlet pressure in the valves.

KEYWORDS: hydraulic valves; pressure; rotation.

INTRODUÇÃO

Além da água, outro insumo importante em sistemas irrigados é o consumo de energia elétrica, que é necessária para acionar bombeamento. Mas com uso de tecnologias existentes é possível melhorar consideravelmente a eficiência tanto no uso da água como no da energia (Gornat & Silva, 1990). A automação convencional é uma dessas tecnologias que melhora a eficiência, mas existe as perdas com ajuste de pressão de forma mecânica, o que na automação inteligente é de acordo com a necessidade, utilizando a variação de rotação do motor, porém para isso necessita de uma quantidade de equipamento maior, destacando-se o inversor de frequência, Controlador Lógico Programável – CLP e o Arduino (Evans et al., 2013). Esses equipamentos fazem com que o custo inicial seja maior quando comparado com sistema tradicional, porém a economia gerada ao longo do tempo faz com que compense o investimento (Lima et al., 2015).

A utilização de inversor de frequência em pivôs centrais trabalhando em áreas inclinadas promoveu uma economia de 4 a 67% energia, sendo que a maiores reduções ocorrem em áreas de maior inclinação (Masiero et al., 1999; Moreno et al., 2010). A irrigação utilizando válvulas hidráulicas instaladas em terrenos planos se equipara a um pivô em áreas inclinadas, e se as válvulas estiverem em área inclinadas equivale a pivô central com muita inclinação (Bernardo et al., 2006); e quanto mais inclinado mais viável é o uso desses equipamentos. Então o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma automação inteligente para controle de pressão nas válvulas de sistemas de irrigação fixos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Instrumentação de Máquinas e Mecanização Agrícola (LIMMA), pertencente ao Centro de Engenharias da UFRSA. Para realizar o experimento foi construído uma bancada para os ensaios (Figura. 1).

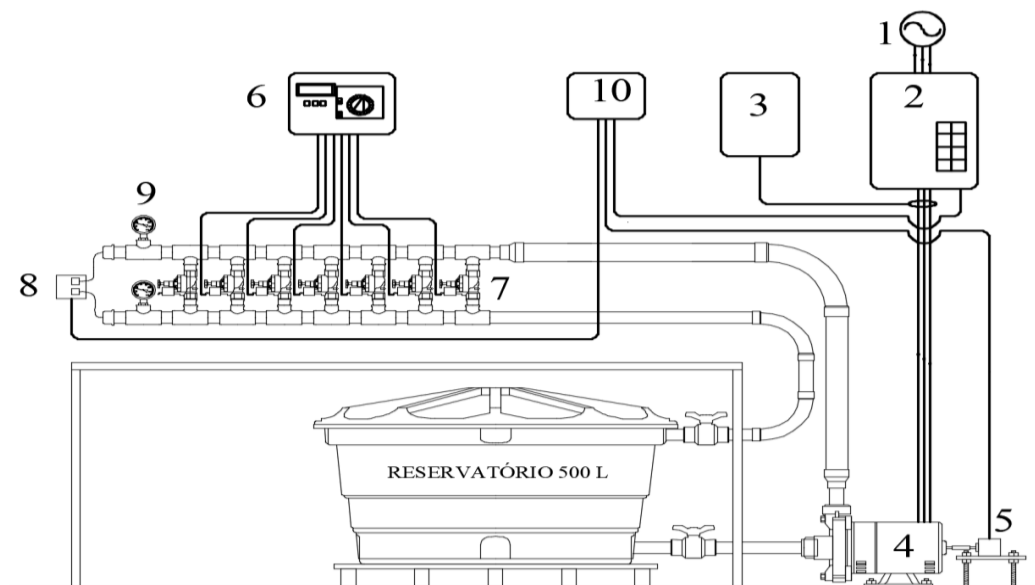


Figura 1. Desenho esquemático da bancada composta por: 1- Alimentação trifásica 380 V 60 Hz; 2- inversor de frequência AAB, mod. ACS355-03E; 3- analisador de energia; 4- Bomba Dancor 3 cv mod. CAM-W21; 5- Encoder S&E mod. GI-U; 6- Controlador de irrigação Rain Bird, mod. ESP-4Mi; 7- Válvulas Rain Bird, mod. DVF 100; 8- Transdutor Honeywell, mod. ASDX100G24R; 9 - manômetros analógicos; 10- sistema microcontrolado com placa Arduino.

O trabalho consistiu no acionamento da motobomba utilizando um inversor de frequência, que por sua vez estava sendo controlado por uma placa microprocessada acoplada

placa arduino Mega 2560@R3. O programa inserido destinava-se a manter a pressão de saída das válvulas constantes em 20 kPa, mesmo quando submetidos a seis perdas de cargas. O sistema arduino executava 10 leituras por segundo e calculava a média, em seguida armazenava esse valor.

Foram feitas quatro repetições, sendo em cada repetição 20 mim por válvulas totalizando 120 mim por repetição. O controlador de irrigação foi responsável por mandar sinal das mudanças de válvulas de 1 a 6, que foi captado pelo sistema arduino. Já a válvula 7 ficou sempre aberta para manter a vazão da bomba dentro da curva recomendada pelo fabricante.

Para monitorar a pressão de entrada e saídas das válvulas utilizou-se transdutores de pressão no final de cada linha de PVC com Ø 50 mm, sendo previamente calibrados com manômetro digital Z-10-B da ZURICH. Além dos transdutores foram instalados manômetro analógicos para acompanhar o experimento.

O sistema de controle atuava no formato de malha fechada, que monitorava e armazenava os dados das leituras de pressão, rotação, status de acionamento das válvulas e atuava no inversor de frequência, ligando ou desligando e também acelerando ou desacelerando a rotação do motor. Devido a diferentes tensões de trabalho dos sensores e das placas, variando de 24 VAC até 5 VDC, foi necessário vários circuitos complementares para fazer as leituras e atuações no sistema, alguns utilizando opto acopladores para isolar em caso de curto.

Para monitorar a frequência da tensão de alimentação do motor, utilizou-se um analisador de energia da marca Minipa, modelo ET 5061C, que foi instalado após o inversor de frequência. Essas medições foram parametrizadas no analisador de energia para fornecer médias a cada 5 segundos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para cada parâmetro foram armazenadas 413 leituras médias por válvula, totalizando 2.478 leituras durante uma repetição do experimento com as seis válvulas. Em relação a pressão de saída observou-se que ficou quase constante, com valor médio de 19,95 kPa (Figura 2), esse valor é 0,25% menor em relação os 20 kPa planejado, provavelmente devido a uma pequena faixa de pressão trabalho, inserida no programa, isso para evitar constante oscilação de acelerar e desacelerar o motor pelo inversor de frequência. Como o arduino

estava acelerando da válvula 1 para 6, chegava primeiro a pressão mínima dessa faixa, fazendo o sistema não promover mais alteração na rotação do motor. Mesmo assim, o sistema arduino controlou a pressão de saída de forma eficiente.

Já as pressões de entrada tiveram uma elevada variação para compensar as perdas de cargas localizadas nas válvulas, com valores médios de 101,43 e 197,61 kPa, respectivamente para mínimo e máximo. Dados similares foram publicados por Araújo et al. (2004) que trabalhou com inversor de frequência em aspersão convencional, mantendo abertas de um a quatro linhas de aspersores e também obteve pressão de saídas constantes, consequentemente também variou a pressão de entrada com variação na rotação do motor.

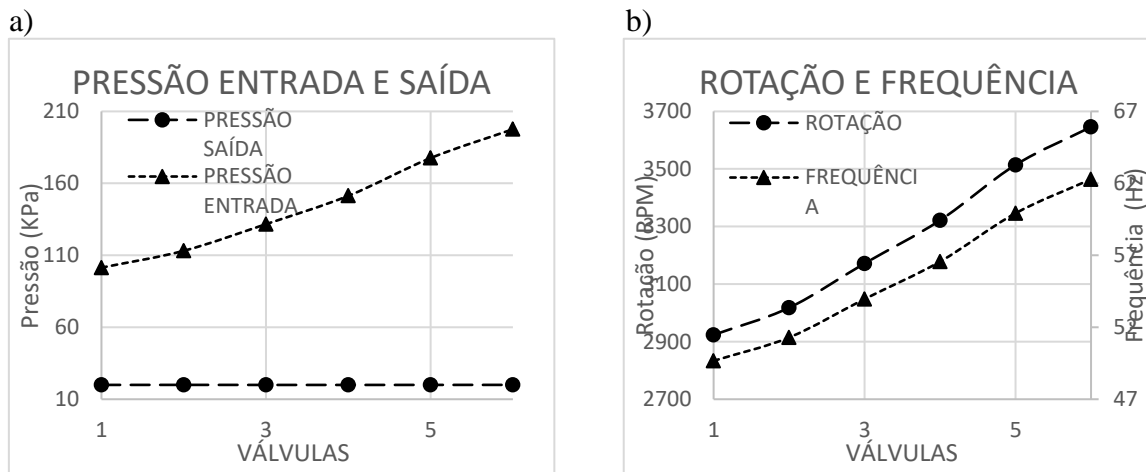


Figura 2. a) Gráfico de pressão de entrada e saída; b) Gráfico de rotação e frequência

Considerando isso uma situação prática, a pressão de entrada variou de 101,43 para 197,61 kPa, que considerando do maior para menor teve uma redução de 48,7%. Lima et al., (2015) obteve uma redução de 37% na pressão de entrada quando trabalhou com inversor de frequência no pivô central em aclave e declive.

A rotação é dependente da frequência, e nos dados técnicos do motor quando em 60 Hz a rotação é de 3.460 rpm conforme o fabricante. Durante o experimento teve variação de 2924 para 3646 rpm, respectivamente para válvula 1 e 6, o que equivale as frequências de 49,67 e 62,29 Hz. Para a válvula 5 a rotação foi 3514 em 59,92 Hz, tendo uma pequena variação a mais em relação ao fabricante. Resultados similares foram verificados em pivô central em áreas inclinadas que utilizaram inversor de frequência, sendo que na linha lateral alinhada na posição de mais aclave com maior frequência, e na de declive maior com menor frequência (MORAIS et al., 2014).

CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido controlou de forma eficiente a pressão de saída nas válvulas por meio da alteração da rotação do motor provocado pelo inversor de frequência, e este, controlado pela placa arduino.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Programa de Pós-graduação Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água da UFERSA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. A. B. de, SERAPHIM, O. J.; SIQUEIRA, J. A. C. Avaliação de um sistema irrigação por aspersão com aplicação do inversor de frequência. *In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL*, 5. 2004

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. *Manual de Irrigação*. 8ª ed. Viçosa, MG: UFV. 2006. 625 p.

EVANS, M.; NOBLE, J.; HOCHENBAUM, J. *Arduino em ação*. Primeira edição. São Paulo: Novatec, p. 24 – 45, 2013

GORNAT, B. E SILVA, W. L. C. Sistemas de Controle e Automatização da Irrigação. *Irrigação e Tecnologia Moderna*, Brasília, DF, v.41, p 20 a 24, 1990

LIMA, A. dos S.; ZOCOLER, J. L.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; AMARANTE, R. R. Desempenho Operacional no Bombeamento em Pivô Central utilizando Inversor de Frenquência. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, v. 8, n. 2, 2015.

MASIERO, L.A.M., OLIVEIRA FILHO, D., OLIVEIRA, R.A. Utilização de inversores de frequência para racionalização do uso da energia elétrica em sistemas de irrigação por pivô central. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa; v.7.; p.35-45, 1999

MORAIS, M. J.; OLIVEIRA FILHO, D.; MANTOVANI, E. C.; MONTEIRO, P. M. B.; MENDES, A. L. C.; DAMIÃO, J. H. A. C. Automação em sistema de irrigação tipo pivô central para economia de energia elétrica. *Engenharia Agrícola*, v. 34, n. 6, p. 1075-1088, 2014.

MORENO, M. A., CÓRCOLES, J. I., TARJUEL, J. M., ORTEGA, J. F. Energy efficiency of pressurized irrigation networks managed on-demand and under a rotation schedule. *Biosystems Engineering*, London, p. 349-363, 2010.