

MODERNIZAÇÃO DE SISTEMA DE PIVÔ CENTRAL VISANDO ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA E ÁGUA E MONITORAMENTO E CONTROLE REMOTOS

ANTÔNIO MARCOS DE M. MEDEIROS¹, JOSÉ WILSON L. NERYS², ANTÔNIO MELO DE OLIVEIRA³, CARLOS PINTO JÚNIOR⁴

¹ Eng. Elétrica, Prof. Doutor, Escola Politécnica e de Artes, PUC Goiás, Goiânia - GO, marcosmelo@pucgoias.edu.br

² Eng. Elétrica, Prof. Doutor, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação, UFG, Goiânia – GO.

³ Eng. Elétrica, Prof. Doutor, Escola de Engenharia Elétrica, Mecânica e de Computação, UFG, Goiânia – GO.

⁴ Eng. Elétrica, Eng. Graduado, Vulcanum Indústria e Comércio Importação e Exportação Eireli, Goiânia – GO.

Apresentado no

LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023

18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A grande quantidade de pivôs centrais, no Estado de Goiás, projetados em uma época em que não havia uma preocupação crítica com o consumo de energia elétrica e água, confrontada com a tecnologia já consolidada de acionamentos de motores de indução e com o crescente surgimento de novas tecnologias na área de monitoramento e controle remotos, justifica a modernização de pivôs centrais apresentada neste artigo, onde são descritas todas as etapas executadas em um dos pivôs centrais da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás. O artigo apresenta as etapas de adaptações físicas do sistema, as tecnologias implementadas visando a eficiência dos consumos de energia elétrica e água e as tecnologias implementadas para o monitoramento e controle remotos do sistema, além de prever a apresentação de relatórios de conformidade da qualidade de energia elétrica ao longo do período irrigado. O resultado é a transformação de um sistema com tecnologia antiga em um sistema de pivô central eficiente, conectado à internet e que permite uma avaliação real da produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, automação, internet das coisas.

MODERNIZATION OF THE CENTER PIVOT SYSTEM AIMING AT ELECTRIC ENERGY AND WATER SAVINGS AND REMOTE MONITORING AND CONTROL

ABSTRACT: The large number of center pivots, in the State of Goiás, designed at a time when there was no critical concern with the consumption of electricity and water, confronted with the already consolidated technology of induction motor drives and with the growing emergence of new technologies in the area of remote monitoring and control, justifies the modernization of center pivots presented in this article, which describes all the steps performed on one of the center pivots at the School of Agronomy and Food Engineering at the Federal University of Goiás. The article presents the stages of physical adaptations of the system, the technologies implemented aiming at the efficiency of the consumption of electric energy and water and the technologies implemented for the remote monitoring and control of the system, besides foreseeing the presentation of reports of conformity of the quality of energy electricity throughout the irrigated period. The result is the transformation of an old technology system into an efficient center pivot system, connected to the internet and allowing a real evaluation of productivity.

KEYWORDS: irrigation, automation, internet of things.

INTRODUÇÃO: O emprego de tecnologia na irrigação melhora a produtividade até mesmo nas áreas já irrigadas, promovendo a sustentabilidade dos sistemas rurais, sobretudo em relação à racionalização do uso da água e energia elétrica (MEDEIROS, 2010). Por conseguinte, o ajuste ou adaptação de sistemas de irrigação antigos é conhecido como reforma ou modernização, sendo uma solução para o setor agrícola que pretende continuar utilizando esses sistemas, ou seja, fazer com que o sistema de irrigação permaneça em uso, com um bom estado de conservação mecânica (LEITE, 2007). Um recurso utilizado na modernização dos sistemas de irrigação para aumentar a eficiência é a atualização tecnológica, como o uso de inversor de frequência (ALVES et al., 2002) (CENDES, 2004) (MEDEIROS, 2005), o emprego da *Interface* Homem-Máquina (IHM), presentes em boa parte dos equipamentos e sistemas automatizados, desempenhando um papel importante em diversas funções: verificação de *status* de funcionamento, acionamentos, avisos de alarme, entre outras (VIEIRA, 2004). As vantagens da modernização, além de um menor investimento, há a recuperação das condições originais do equipamento, melhoria de acesso a peças de reposição, aumento da vida útil, possibilidade do monitoramento remoto, redução no consumo de energia elétrica e água e, aumento da confiabilidade e da disponibilidade técnica (RIBEIRO et. al., 2007). O presente trabalho tem como objetivo o desenvolvimento e implementação de tecnologia embarcada para a modernização de um sistema de irrigação a pivô central tornando o equipamento mais eficiente e moderno.

MATERIAL E MÉTODOS: O processo de modernização exige a mudança de alguns componentes do sistema antigo. Assim, são apresentadas as etapas executadas no processo de modernização, começando pelas adequações elétricas, hidráulicas e de infraestrutura, necessários para permitir a implantação das novas funcionalidades do sistema. São apresentadas também a implantação da rede de comunicação de dados e dos equipamentos necessários para o monitoramento remoto das grandezas elétricas e hidráulicas, usadas para a análise de desempenho do sistema e, ainda, a implantação do inversor de frequência usado no controle de velocidade do motor de indução, responsável pelo acionamento da bomba de recalque. Finalmente, apresenta-se resultados da operação do novo sistema. Dentro da etapa de adaptações físicas, a Figuras 1 mostram alguns dos componentes que foram incorporados ao sistema como componente novo ou como substituição do componente antigo.



a) Quadro com identificação dos disjuntores



b) Multimedidor de grandezas elétricas



c) Conjunto motobomba e Inversor de frequência

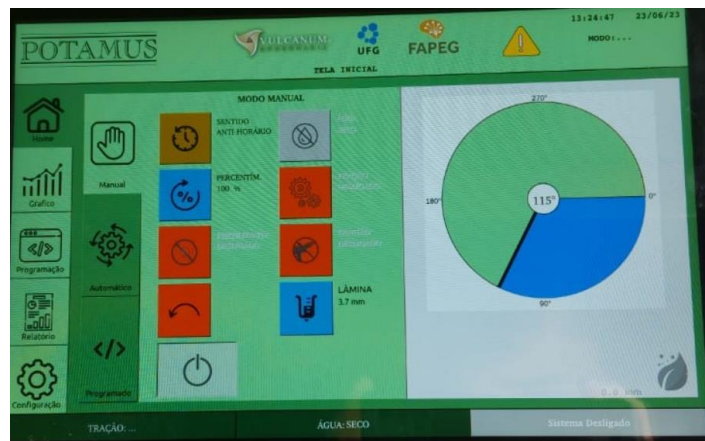
FIGURA 1. Componentes incorporados ao sistema de irrigação como parte da modernização.

A Figura mostra: (a) o novo quadro de distribuição com a identificação dos disjuntores gerais para o circuito do pivô (b) multimedidor trifásico utilizado para a aquisição de grandezas

elétricas em um período de tempo que pode ser ajustado; (c) o conjunto completo incluindo o inversor de frequência e o motor de indução. As grandezas elétricas de interesse são todas as tensões e correntes, frequência e potências aparente, ativa e reativa. O multimedidor e o inversor de frequência são equipamentos novos, previstos na modernização proposta. Esses equipamentos são essenciais para os objetivos de otimização do consumo de energia elétrica do sistema e avaliação da qualidade da energia entregue pela concessionária. O sistema tem um link de rádio que conecta a casa de bombas ao pivô central a uma taxa aproximada de 3 Mb/s e é conectado via modem a uma rede dados disponibilizada para o pivô. O sistema completo também conta com monitoramento de grandezas hidráulicas, como pressão e vazão. No processo de adaptação e modernização do sistema hidráulico, houve adaptações no sistema de sucção, no recalque e na linha lateral. Transdutores de vazão e pressão foram instalados em alguns pontos do sistema. No sistema foram instalados sensor de vazão no tubo de descida de cada aspersor, permitindo o monitoramento da vazão dos aspersores, foram instalados no pivô central na base sensor de pressão e sensor de crescimento de cultura na linha lateral. No total, foram instalados 3 (três sensores de pressão) e 2 (dois) sensores de crescimento ao longo da linha lateral. A Figura 2 mostra o novo quadro de acionamento na base do pivô, que permite o acionamento de todo o sistema, a definição de alguns parâmetros, como lâmina d'água, e permite o monitoramento de vazão e potência do sistema.



a) Quadro de comando



b) Tela do quadro de comando

FIGURA 2 – Quadro de comando na base do pivô central.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os testes de funcionamento do sistema incluem testes do acionamento do conjunto motor/bomba, testes de acionamento automático e manual, testes do sistema de monitoramento/controle remoto, verificação dos valores de pressão e vazão, verificação do consumo de energia elétrica e verificação da lâmina d'água. Algumas verificações foram feitas, antes de iniciar os testes. Os resultados mostram a eficácia do controle adotado. Verifica-se variação da potência do motor ao longo da linha lateral, como previsto; a potência atinge seu menor valor na parte mais baixa da linha lateral, por volta de 14:30h. Esse ponto de operação corresponde aproximadamente ao ponto de 12:30h, da operação sem controle. O princípio de funcionamento adotado tem a pressão na entrada dos aspersores nas extremidades da linha lateral como referência. Assim, a velocidade de rotação da bomba é ajustada de forma a manter o ponto de menor pressão no valor mínimo necessário para garantir a lâmina d'água de projeto. Como consequência da redução da potência e da variação da vazão, há uma redução do consumo de energia elétrica e de água, objetivos principais da modernização implementada. A Tabela 1 mostra os valores de consumo de energia elétrica e água para uma volta completa do pivô. Observa-se que houve uma redução de 6,58% no consumo de água e de 13,32% no consumo de energia elétrica.

TABELA 1. Redução dos consumos de água e energia elétrica

		Água	Energia elétrica
Tipo de operação	Sem controle (A)	107,52 m ³	33,34 kWh
	Com controle (B)	100,44 m ³	28,90 kWh
Economia calculada	Diferença (A – B)	7,08 m ³	4,44 kWh
	Diferença percentual (A – B)/A	6,58 %	13,32 %

CONCLUSÕES: A modernização do sistema de irrigação a pivô central apresentado incluiu a substituição de alguns equipamentos, especialmente no quadro de comando geral, inclusão de novos equipamentos, como por exemplo o inversor de frequência, e o desenvolvimento de uma plataforma de controle e monitoramento local e remoto de todo o sistema. Os resultados demonstram que, neste novo cenário de busca por desenvolvimento sustentável, a modernização apresentada é uma opção técnica viável e recomendável para os diversos sistemas de pivô centrais existentes no Estado de Goiás, que operam de forma não otimizada e sem monitoramento de grandezas elétricas e hidráulicas. A modernização permitirá ainda um planejamento assertivo de cada safra, uma vez que se pode estimar com maior precisão o consumo de água e de energia elétrica para todo o período irrigado.

AGRADECIMENTOS: A FAPEG pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS:

ALVES, J.A., et al. Verificações das relações de Rateaux pelo emprego de um inversor de frequência. In: **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande – PB, v.6, n.3, p.523-525, 2002.

CENDES, F. **Proposta de Automação de Sistemas de Irrigação com Pivô Central Baseados em Microprocessadores**. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação da Escola de Engenharia Elétrica e de Computação. Universidade Federal de Goiás, 2004.

LEITE, E. O. **Retrofitting Industrial – O Uso De Novas Tecnologias**. 2007. 36 f. Trabalho de Conclusão do Curso - Engenharia Elétrica- Universidade São Francisco, Campinas, 2007.. Disponível em: < <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/1358.pdf> > Acesso em: 20 março 2023.

MEDEIROS, A. M. M, **Potencial de economia de energia elétrica em sistemas de irrigação a pivô central com uso de inversor de frequência no estado de Goiás**. 2005.137. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação da Escola de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Federal de Goiás, 2005.

MEDEIROS, A. M. de M. **Otimização de sistema de irrigação por aspersão pivô central**. 2010. 131 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/bitstream/tde/439/1/Tese%20Antonio%20Marcos%205022010.pdf>> Acesso em: 20 março 2023.

PEIXÔTO, W. C. **Implementação e Análise de um Retrofitting Aplicado em uma Máquina de 3 Eixos**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/8956/2/arquivototal.pdf>> Acesso em: 20 março 2023.

RIBEIRO, A. S., ALMEDA A. G. S., SOUZA, M. B., LIMA, E. J. (2007). Metodologia para implementação de retrofitting de controladores de equipamentos de automação de processos. **Anais do 8º Congresso Ibero-americano de Engenharia Mecânica**, Cusco, Peru, 8.