

AUTOMAÇÃO DE UM SISTEMA VISANDO A RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PERÍMETROS IRRIGADOS

ELOINY GUIMARÃES BARBOSA¹, MARIA JOSELMA DE MORAES² ANTÔNIO CRUVINEL BORGES NETO³

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, UEG/Anápolis-GO, (62) 91329745, eloinyguimaraes@outlook.com

² Prof^o DSc em Engenharia Agrícola, UEG/Anápolis-GO, (62)92464108, mjmoraes60@gmail.com

³ Prof^o MSc em Engenharia Agrícola, UEG/Anápolis-GO, (62)99735800, antonio@cruvinel.com.br

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A irrigação é de extrema importância para a produção de alimentos, mas o consumo de energia elétrica na agricultura irrigada é de aproximadamente 25% do custo de produção, sendo que grande parte deste custo é gerado pelo sistema de bombeamento. Objetivou-se com a realização desse trabalho o controle automatizado das rotações de um motor elétrico, visando a economia de energia. Após experimentos realizados em laboratório utilizando um inversor de frequência, obteve-se a rotação específica do motor para garantir a pressão mínima necessária de diferentes combinações de lotes sendo irrigados ao mesmo tempo (4,3,2,1) assim como a frequência específica para cada combinação. Após a obtenção destes dados, foi montado um sistema de automação utilizando uma placa de Arduino Duemilanove w/ATmega328, que por meio de um driver ULN2003, controlava o motor de passo 28BYJ-48 de 5V, conectado por meio de um tubo de polietileno ao potenciômetro do inversor. Para este controle foi elaborado um software, utilizando linguagem de programação C. O sistema automatizado mostrou-se capaz de controlar as rotações do motor elétrico ocasionando uma redução no consumo de energia, sendo uma ferramenta eficiente e de baixo custo para realizar a automação do sistema pretendido.

PALAVRAS-CHAVE: Motor elétrico, arduino, economia de energia.

AUTOMATION SYSTEM AIMED AT A RATIONAL USE OF ELECTRICITY IN IRRIGATED

ABSTRACT: The irrigation is extremely important for food production, but the consumption of electric energy in irrigated agriculture is of approximately 25% of the cost of production, while a great part of this cost is generated by the pumping system. The aim of the realization of this work was automated control of the rotations of an electric motor, aiming the energy economy. After experiments conducted in laboratory using a frequency inverter, the specific rotation of the motor was obtained in aim to guarantee the minimum pressure needed of different combinations of batches being irrigated at the same time (4,3,2,1) as well as the specific frequency for each combination. After obtaining these data, an automated system was assembled, using an Arduino Duemilanove w/ATmega328 board, which through a ULN2003 driver, controlled the 28BYJ-48 stepper motor of 5 volt, connected by a polyethylene tube to the potentiometer of the inverter. For this control was elaborated a software, using the programming language C. The automated system showed being able to control the rotations of the electric motor resulting in a reduction in energy consumption, being an efficient and inexpensive tool, to make the automation of the desired system.

KEYWORDS: Electric motor, arduino, energy saving.

INTRODUÇÃO: A água é um recurso essencial para a produção agrícola, e é necessário disponibilizá-la no momento que a planta necessite, para que seu desenvolvimento ocorra de forma plena e a eficácia na produção seja alcançada (FREITAS et al., 2003). A irrigação é responsável por um elevado consumo de energia elétrica. Geralmente, os sistemas de irrigação são projetados para fornecer a máxima vazão requerida e a máxima altura manométrica, sendo assim o sistema de motobomba também é dimensionado para suprir esta condição. Entretanto não é necessária a utilização de sua potência máxima constantemente. Existe, portanto, a necessidade de buscar ferramentas ou equipamentos que permitam gerenciar esta variação de carga e com isto aumentar a eficiência do consumo de energia na irrigação. Uma alternativa viável utilizada para reduzir os custos com energia elétrica em sistemas de irrigação onde existe variação de carga é o uso de inversores de frequência (CAMPANA et al., 2003). A automatização do processo de irrigação é de suma importância para a redução de custos e desperdício de água e energia elétrica, levando em consideração que com a utilização dos inversores de frequência se pode controlar o motor de forma que o mesmo trabalhe uma frequência específica, podendo também atender a mais de uma cultura, com necessidades diferentes. Assim a economia gerada em projetos eficientes pode influenciar o custo de implantação de perímetros irrigados, considerando-se que o custo da eletrificação rural pode ser até cinco vezes mais do que em sistemas urbanos similares (JUCÁ e RIBEIRO, 1998). Portanto, objetivou-se com a realização desse trabalho o controle automatizado das rotações de um motor elétrico, visando a economia de energia em sistemas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no Laboratório de Engenharia agrícola na Universidade Estadual de Goiás, em Anápolis, GO. A situação hipotética para o perímetro irrigado, e os valores de frequências específicas a serem utilizadas para cada combinação de lotes em irrigação (4 lotes – 60,0 Hz; 3 lotes – 55,3 Hz; 2 lotes – 52,1 Hz; 1 lote – 50,0 Hz) foram estabelecidas segundo Moraes (2013). Para o controle automático do inversor de frequência foi utilizado uma placa de arduino Duemilanove w/ATmega328 que ligada a um driver ULN2003 controlava a rotação de um motor de passo 28BYJ-48 de 5V, esse conjunto era controlado por meio do acionamento de botões integrados ao arduino, que simulavam abertura e fechamento dos sistemas de irrigação para os lotes. O motor de passo foi conectado ao potenciômetro do inversor, por meio de um tubo de polietileno, e quando era acionado reduzia ou aumentava sua velocidade de rotação e conseqüentemente alterava também a frequência do inversor de acordo com a quantidade de lotes irrigados (4,3,2,1). O software utilizado na programação foi criado na própria interface do arduino e foi utilizada a linguagem de programação em C. A Figura 1 ilustra a montagem desse sistema:

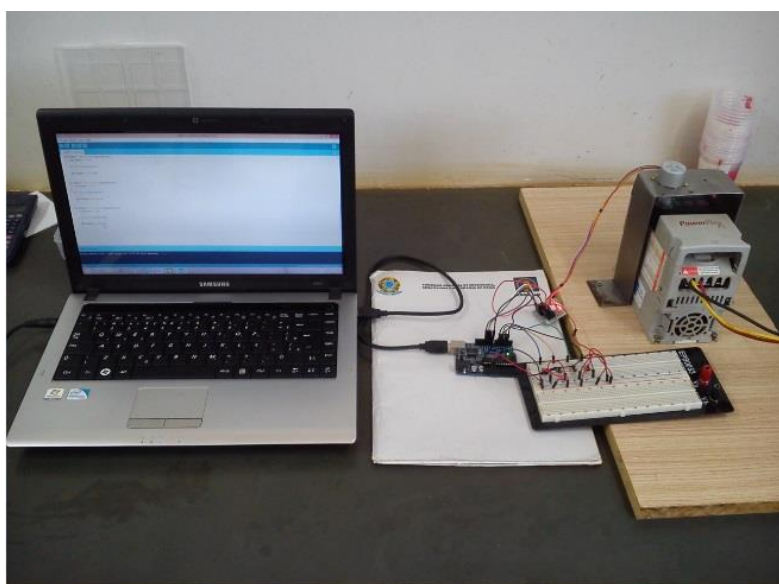


FIGURA 1: Montagem completa do sistema de automação (Arduino + motor de passo + inversor de frequência).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A Figura 2 mostra a interface do arduino e o código de programação (Linguagem em C) desenvolvido para obtenção das determinadas frequências.



```

CODIGO_1 | Arduino 1.0.1
File Edit Sketch Tools Help
CODIGO_1 $
#include <Stepper.h>
int pinobotao1= 2;
int pinobotao2= 3;
int pinobotao3= 4;
int pinobotao4= 5;
int leitura1= 0;
int leitura2= 0;
int leitura3= 0;
int leitura4= 0;

const int stepsPerRevolution = 64;
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8,9,10,11);

void setup() {
  pinMode (pinobotao1, INPUT);
  pinMode (pinobotao2, INPUT);
  pinMode (pinobotao3, INPUT);
  pinMode (pinobotao4, INPUT);
  myStepper.setSpeed(200);
}

void loop() {
  leitura1= digitalRead(pinobotao1);
  if (leitura1 != 0)
  {
    for(int i=0;i<32;i++)
    {
      myStepper.step(-64);
    }
  }
  leitura2= digitalRead(pinobotao2);
  if (leitura2 != 0)
  {
    for(int i=0;i<32;i++)
    {
      myStepper.step(14);
    }
  }
  leitura3= digitalRead(pinobotao3);
  if (leitura3 != 0)
  {
    for(int i=0;i<32;i++)
    {
      myStepper.step(2.8);
    }
  }
  leitura4= digitalRead(pinobotao4);
  if (leitura4 != 0)
  {
    for(int i=0;i<31;i++)
    {
      myStepper.step(2);
    }
  }
}
Clipboard does not contain a string
45 Arduino Duemilanove w/ ATmega328 on COM3

```

FIGURA 2: Interface Arduino (Software para controle de rotação).

Já na Tabela 1, verificamos a quantidade de giros do motor de passo usados no programa para controlar a frequência necessária para atingir a rotação do motor elétrico que atende a determinados pontos de carga (pressão e vazão) em função do número de lotes(4,3,2,1) sendo irrigados ao mesmo tempo .Verifica-se também na tabela os valores das quantidades de voltas que o motor de passo teve de realizar para alcançar as determinadas frequências no inversor, o sinal na quantidade de voltas demonstra o sentido de giro, sendo que o negativo determina o sentido horário de rotação. A tabela apresenta também as rotações que o motor elétrico alcançou, além da porcentagem de rotação atual em comparação com as rotações nominais encontradas em literatura.

TABELA 1. Valores de frequência para cada combinação de lotes a serem irrigados, assim como a rotação do motor e a porcentagem em relação a rotação nominal.

Nº de lotes com irrigação	Freq. do inversor (Hz)	Quant. de voltas do motor de passo (nº de voltas)	Rotação do motor elétrico(Rpm)	% da rotação atual /a rotação nominal (%)
4	60,0	-64	3455	100
3	55,3	+14	3211	93
2	52,1	+2,8	3047	88
1	50,0	+2	2892	84

Com a utilização do sistema automatizado, foi possível diminuir as rotações do motor elétrico, atendendo as combinações de lotes que não necessitavam da utilização de sua máxima rotação (3,2,1)

que ocasionou uma redução do consumo de potência elétrica, e conseqüentemente uma redução no consumo de energia, como afirmou Oliveira et al. (2011).

O uso da programação em C facilitou o processo de elaboração do software, pois esta linguagem se mostrou de fácil compreensão e muito eficiente para ser utilizado como ponte de ligação e entendimento lógico entre a placa de arduino e o driver que controlava o motor de passo.

O sistema apresentou pequenas variações em relação aos valores de número de voltas do motor de passo e conseqüentemente dos valores de frequências obtidos pelo inversor, quando testado repetidamente, o que pode ser explicado pelo fato do potenciômetro do inversor ser muito sensível ao movimento e a adaptação com o tubo de polietileno transferir ao potenciômetro variações produzidas pelo movimento alheias as produzidas pelo motor de passo. Esse fato poderia ter sido evitado se fosse utilizado no experimento um inversor de frequência com entrada digital, mas que pelo seu custo muito elevado foi descartado sua utilização.

CONCLUSÕES: Verificou-se a eficácia do sistema automação no controle de frequência do inversor e conseqüentemente a rotação do motor elétrico. O software elaborado na interface do arduino mostrou-se uma ferramenta eficiente, de fácil elaboração e de baixo custo para realizar a automação do sistema pretendido. A otimização das rotações do motor elétrico para cada situação específica proporcionou a economia de energia pretendida.

REFERÊNCIAS:

CAMPANA, S.; OLIVEIRA FILHO, D.; SOARES, A.A.; OLIVEIRA, R. A.; HERMSDORFF, W., Inversores de frequência - uma alternativa para racionalização do uso da energia elétrica em sistemas de irrigação pivô central. **In:** Encontro de energia no meio rural, 2003.

FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MANTOVANI, E. C.; FRIZZONE, J. A. Viabilidade de inserção dos efeitos da uniformidade de irrigação em modelos de crescimento de culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.437-444, 2003.

JUCA A. S; RIBEIRO F.S.; A importância da norma técnica no custo da eletrificação rural; **In:** CONGRESSO LATINO AMERICANO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA; v.1.; p.678-682; 1998 .

MORAES, M.J. **Racionalização do uso de energia elétrica no bombeamento de água em sistemas de irrigação** . 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

OLIVEIRA FILHO, D ; .SAMPAIO, R. P. ; MORAES, M. J. ; PIZZIOLLO, T. A. ; DAMIAO, J. H. A. C. Metodologia diagnóstica energética em estação de captação de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 10, p. 1097-1103, 2011.