

Aplicando o conceito de inversão de frequência visando economizar energia em uma aplicação de resfriamento com Arduino

Rafael V. da Silva¹, Alan de O. Alves¹

¹Graduação Ciência da Computação – Centro Universitário de Brasília (UniCeub)
Brasília – DF – Brasil

rafaeelvillas@gmail.com, alanmeda@gmail.com

Abstract. *This article demonstrates an application Arduino with the intention of saving energy , it is used to the concept of frequency inversion , addition of some other concepts and testing. You can see with this article so you can save energy with the concept addressed , and this is demonstrated through the prototype created , which was used in the development of the article. With the results we can get some conclusions that will be addressed at the end of the article.*

Resumo. *Este artigo demonstra uma aplicação em Arduino com a intenção de economizar energia, é utilizado para isso o conceito de inversão de frequência, além de alguns outros conceitos e testes. É possível perceber com esse artigo que sim, é possível economizar energia com o conceito abordado, e isso é demonstrado através do protótipo criado, que foi utilizado no desenvolvimento do artigo. Com os resultados é possível obter algumas conclusões que serão abordadas ao final do artigo.*

1. Introdução

Este artigo busca aplicar o conceito de inversão de frequência no Arduino, e responder se com essa aplicação, somos capazes de economizar energia, no nosso caso, economizar tempo de carga de uma bateria, que será utilizada nos testes.

O artigo tem como objetivo geral, o interesse em documentar a aplicação, os meios utilizados e seus resultados, para que assim, os resultados obtidos possam ser utilizados em outros estudos. Ainda dentro dos objetivos, o artigo responde objetivos mais específicos como a comprovação de que o resfriamento com inversão de frequência em ambientes fechados tem melhor rendimento, hipótese essa que foi levantada no começo dos estudos.

Para validação dos dados, das hipóteses e de todo o estudo, foi desenvolvido um protótipo em Arduino seguindo todas teorias abordadas no referencial teórico. Além da validação por meio de protótipo, foram utilizados também, dados estudados a partir de outros experimentos e estudos que foram mencionados nos referenciais.

2. Referencial teórico

Para entender o desenvolvimento e as ideias propostas nesse artigo, primeiro se vê necessário à compreensão de alguns conceitos que serão abordados durante o decorrer do desenvolvimento, começando pelo principal, o **inversor de frequência**, é importante enfatizar que o desenvolvimento do aparelho de ar condicionado inteligente, comumente intitulado de ar condicionado inverter é fruto também do desenvolvimento de motores elétricos com acionamento utilizando-se inversores de frequência. O inversor de frequência, muito utilizado para controlar a frequência do motor elétrico ou o torque, o faz transformando primeiramente o sinal da rede alternada em contínuo. Este, por sua vez, é transformado em um sinal alternado novamente, porém com características diferentes. O mesmo se torna pulsado e com largura de pulso modulada também, para assim poder ajustar a frequência e tensão a fim de controlar a velocidade e o torque da máquina. [Gustavo P. Dias, 2014].

Para trabalhar com esse conceito, utilizaremos em nossa aplicação, um **motor de velocidade variável monofásico**, que possui alguns controles com a finalidade de se adequar a necessidade de variações da velocidade, ou seja, a partir deste motor, é possível aplicar o conceito de inversão de frequência alterando o torque do motor, mudando a velocidade conforme necessário. Em relação à operação de um motor de indução monofásico, é importante saber quais os parâmetros que alteram a sua velocidade, os quais estão relacionados como segue: - número de polos; - frequência de alimentação do motor; - nível de tensão fornecido ao motor. Consequentemente, os projetos de controle de velocidade são baseados nos parâmetros citados. A utilização de cada controle é analisada projeto a projeto, dependendo de suas especificações, complexidade, robustez e viabilidade econômica. Um dispositivo de controle de velocidade interessante para estes motores são os inversores estáticos de frequência. [Miguelises C. Cabrera, 2013].

Partindo agora para o entendimento do algoritmo e de como será aplicado o conceito no Arduino, alguns conceitos serão necessários, para começar, a **Lógica Fuzzy**, que tem seu papel fundamental no projeto já que tem por objetivo modelar os modos de raciocínio aproximados ao invés de precisos. “Na lógica binária (clássica) as proposições são unicamente “Verdadeiras” ou “Falsas”. Na lógica difusa as proposições podem ter valores intermediários entre “Verdadeiro” e “Falso”. Para garantir a economia de energia, trabalharemos com **Sistema de tempo real**, aonde o tempo é a variável mais importante, e isso será aplicado de forma que nosso sistema obedeça claramente algumas **restrições de tempo** e alguns determinados comandos, tudo dentro de prazos específicos (que serão melhores vistos e abordados no decorrer do desenvolvimento deste artigo), com o objetivo de se obter garantias de economia de energia, utilizando **tolerância a falhas**, ou seja, o quão nosso sistema pode errar em relação ao tempo, que pode acarretar em perda de desempenho para o objetivo final. Visando ainda a performance, utilizaremos de um **Sistema embarcado**, ou seja, um sistema microprocessado no qual o computador é completamente encapsulado ou dedicado ao dispositivo ou sistema que ele controla, diferente de computadores de propósito geral, que realiza diversas tarefas, como computadores pessoais, o nosso sistema realizara apenas tarefas pré-definidas e específicas.

3. Desenvolvimento

Primeiramente, vamos entender o propósito ao qual o trabalho se propõem, a partir do estudo da inversão de frequência, que hoje é aplicado em aparelhos de resfriamento como ar condicionados, partiu-se da ideia de reproduzir em escala menor, o que se tem hoje em dia nas grandes indústrias, a fim de gerar estudos sobre economia de energia em aparelhos de resfriamento. A partir dessa premissa, elegemos o Arduino como plataforma a ser utilizada no trabalho, devido ao grande número de implementações já exploradas na plataforma, a facilidade de se encontrar material didático, a qualidade das documentações encontradas para o uso desta plataforma, além do baixo custo.

Para aplicar o conceito de inversão de frequência iremos utilizar o Arduino, sensor de temperatura e um cooler (além dos outros equipamentos básicos para que a aplicação funcione, como: cabos, resistores e a bateria(9v)).

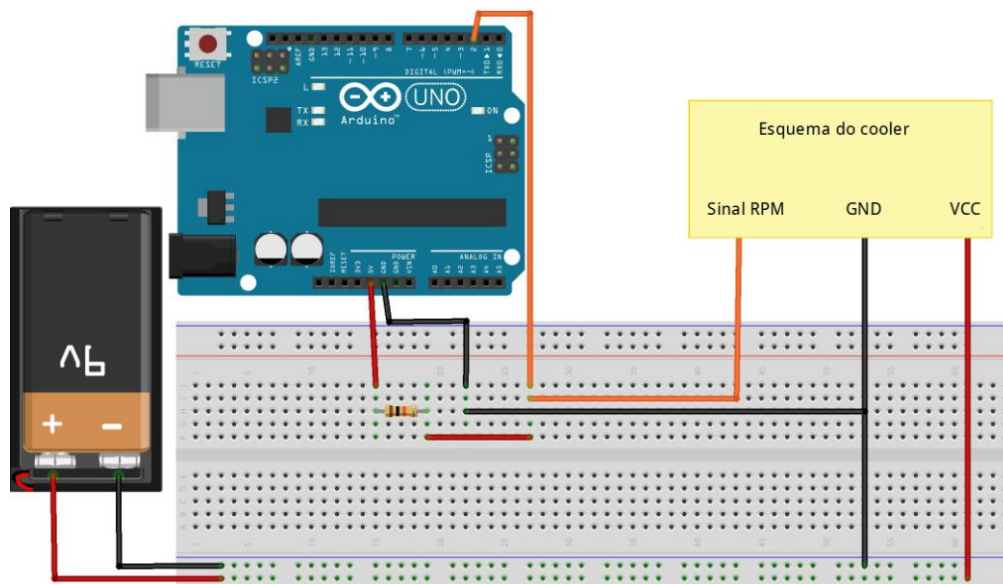


Figura 1. Teste para montagem do protótipo

No algoritmo tivemos a seguinte proposta de solução: Na aplicação, pré-definimos uma temperatura de 26° como corte para que o cooler seja desligado ou ligado, além de uma temperatura desejada a ser programada pelo usuário. Com o uso do sensor de temperatura, é possível capturar o valor da temperatura atual do ambiente, o que nos permite saber o quanto estamos próximo ou distante dessa temperatura desejada, com isso, quanto mais perto da temperatura desejada estivermos, com menos intensidade o cooler deve trabalhar e quanto mais longe, mais intenso deve ficar o seu trabalho. Diferentemente dos sistemas comuns, onde se trabalha o tempo inteiro sempre com a mesma frequência, já em nossa aplicação, buscamos reduzir esse trabalho enquanto a temperatura permanecer próxima da temperatura desejada, e executar grandes picos de frequência, enquanto a temperatura estiver distante da desejada. A ideia é que a partir dessa forma de trabalho, se evite gastos de energia desnecessários.

Para melhor entendimento do algoritmo, podemos observar o seguinte autômato ou modelo de tarefas:

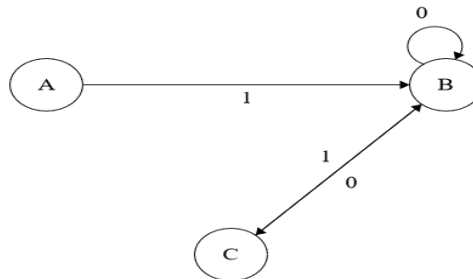


Figura 2. Autômato

Onde temos o seguinte funcionamento:

A: Desligado, B: Em funcionamento, C: Grande pico de frequência.

A->B: Liga.

B->C: Grande aumento de frequência. (se temperatura distante da ideal)

C->B: Diminui a frequência. (se temperatura próxima da ideal)

B->B: Mantém a frequência. (se temperatura igual a ideal, ou muito semelhante)

Foram realizados diversos testes durante o desenvolvimento, os principais foram os testes de duração da carga da bateria utilizando o algoritmo com a simulação da inversão de frequência e depois utilizando o algoritmo comum, aonde a frequência permanece a mesma durante todo o período. Os testes foram realizados em ambiente fechado, colocando o protótipo dentro de uma caixa e em ambiente aberto, fora da caixa. Os resultados foram diferentes de acordo com o ambiente testado, e poderão ser observados na seção 4.

Para o projeto, as restrições de tempo se tornam cruciais, e falhas não podem ser toleradas, já que, para obter o melhor resultado possível de economia de energia, a aplicação deve atender dentro dos limites, todas as tarefas no tempo correto, ou seja, a aplicação se encaixa no “Hard RTS”, sendo assim, a transição entre aumentar ou reduzir a frequência deve acontecer no tempo correto.

4. Resultados

É importante destacar nesta seção, que os resultados apresentados valem para o ambiente e os equipamentos utilizados no desenvolvimento do protótipo, e que

mudanças nas formas de realizar os testes podem acarretar em alterações nos dados. Os dados serão apresentados através de duas tabelas, uma com o protótipo sendo testado dentro de uma caixa e a outra em um ambiente aberto.

Tabela 1. Dados obtidos em ambiente fechado

Algoritmo usado:	Tempo de duração da bateria:
Sem inversão de frequência	Aproximadamente 32 minutos
Com inversão de frequência	Aproximadamente 54 minutos

Tabela 2. Dados obtidos em ambiente aberto

Algoritmo usado:	Tempo de duração da bateria:
Sem inversão de frequência	Aproximadamente 32 minutos
Inversão de frequência	Aproximadamente 50 minutos

Para obtenção desses resultados, o protótipo foi testado por cerca de 8 horas no decorrer de 3 dias, onde durante a execução, induzimos a temperatura ambiente a variar entre 24 e 29 graus, utilizando um isqueiro, para ajudar no aumento da temperatura próxima ao sensor e com a ajuda de uma pedra de gelo próximo ao sensor para diminuir. Em nossas simulações, definimos uma temperatura ideal como sendo de 27°, por entendermos que facilitaria os nossos testes, uma vez que foi mais fácil manipular manualmente a variação da temperatura nesse valor, objetivando por fim, que o nosso cooler mantivesse a temperatura nesse valor ideal de 27° graus definido.

5. Conclusão

Com a aplicação do conceito de inversão de frequência, concluímos de forma preliminar, que é possível obter economia de energia através desse sistema, pois podemos observar nos resultados, que o tempo de duração da bateria ao utilizar o algoritmo com o conceito de inversão de frequência aplicado, foi superior quando comparado com a aplicação que não faz o uso deste conceito.

Também podemos inferir através dos testes realizados, que existe vantagem quando a utilização é feita em ambientes fechados, o que potencializa o uso em aparelhos de ar condicionados domésticos, isso ocorre porque dentro de um ambiente fechado a temperatura tende a não sofrer grandes variações, sendo assim, logo após o grande pico de frequência utilizado pelo aparelho, ele passa para o modo “baixo funcionamento”, permanecendo assim por um período maior, gerando nesse momento uma maior economia de energia, pois estará trabalhando com um gasto menor.

Para trabalhos futuros, o artigo pode ser interessante para pessoas com interesse em estudar aplicações de resfriamento que possam se tornar comercializáveis, por exemplo, para fins domésticos, comerciais, entre outros. Pensamos também na utilização de um módulo Bluetooth de comunicação, para realizar troca de informações

com um celular por exemplo, abrindo a possibilidade de criação de um aplicativo que possibilite a parametrização de valores por parte do usuário, além do envio e recebimento de informações. Para nós, o artigo tem como objetivo se tornar um meio de estudo e arquivamento de conhecimento para trabalhos futuros no âmbito de economia de energia e resfriamento, podendo se tornar um trabalho maior em outras oportunidades.

Referencias

- Gustavo P. Dias, “Análise do uso de inversores para motores monofásicos em aparelhos de ar condicionado visando à eficiência energética”, Escola de Engenharia de São Carlos, 2014 disponível em: http://bdta.sibi.usp.br/bitstream/BDTA/1369/1/Dias_Gustavo_Pires.pdf, visualizado em: 20/05/2016
- Miguelises C. Cabrera, “Análise da eficiência de motores monofásicos para aplicações residenciais”, Escola de Engenharia de São Carlos, 2013 disponível em: http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce.../Cabrera_Miguelises_Colla.pdf, visualizado em: 20/05/2016
- Alessandro La Neve & Hebert R. do N. Costa, “Utilização de Controle Fuzzy nos Sistemas de Ar Condicionado em Edifícios Automatizados”, Faculdade Engenharia Industrial – FEI, disponível em: http://fei.edu.br/sbai/SBAI1997/ARTIGOS/III_SBAI_52.pdf, visualizado em: 20/05/2016.