

NOVO SENSOR DE PRESENÇA PARA ACIONAMENTO AUTOMÁTICO DE LUMINÁRIAS

BENJAMIN GRANDO MOREIRA^{1*}, PEDRO BERTEMES FILHO²

¹Doutorando em Engenharia Elétrica, CCT-UDESC, Joinville-SC, benjamin.grando@gmail.com

²Dr. em Física Médica, CCT-UDESC, Joinville-SC, pedro.bertemes@udesc.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Inovações que auxiliem na economia de energia e tragam maior comodidade para seus usuários são importantes por melhorarem a utilização de recursos sem dispendir esforço do utilizador. Um sensor que agrega essas características é o sensor de presença, que é muitas vezes utilizado para o acionamento de lâmpadas quando uma pessoa está no ambiente e desligando-a quando ninguém está presente. Mesmo assim esse sensor apresenta uma falha característica que é desligar, mesmo com a presença de alguém, quando esse alguém fica imóvel por um tempo. Nessas situações, quando a lâmpada se apaga, a pessoa se move para reacender a lâmpada, mas isso gera um desgaste maior de energia e da vida útil da lâmpada. Esse trabalho apresenta uma metodologia para resolver esse problema. A proposta foi avaliada através de um experimento utilizando uma luminária de mesa, pensando no acionamento automático dessa a partir da presença de uma pessoa, ligando-a e desligando-a sem intervenção direta do utilizador. A ideia foi da utilização dessa luminária para o momento de leitura, onde a pessoa realiza pouco movimento, o mais significativo quando a pessoa realiza uma virada de página. Os resultados mostram uma alternativa promissora do método, que foi aplicado em um módulo comercial do sensor de presença, permitindo melhorar suas características de detecção. Os testes efetuados alcançaram uma taxa de acerto na detecção de aproximadamente 95%.

PALAVRAS-CHAVE: Sensor de presença, sensor piroelétrico, controle, economia de energia.

A NEW PRESENCE SENSOR FOR AUTOMATIC ACTUATION OF LIGHTS

ABSTRACT: Innovations that help in energy savings and bring greater convenience to users are important for improving the use of resources without user effort. A sensor that combines these characteristics is the presence sensor that is often used to drive lamps when a person is in the environment and turning it off when no one is present. However this sensor has a fault when it turns off, even with the presence of someone when this one is immobile for a while. This paper presents a methodology to solve this problem. The proposal was evaluated by an experiment using a desk lamp, thinking of the automatic activation of this from the presence of a person, turning it on and turning it off without direct user intervention. The idea was to use this lamp for the time of reading, where the person does little movement, the most significant when the person performs a page turn. The results show a promising alternative method that has been applied on a commercial module of the presence sensor, thereby improving their detection characteristics. Tests achieved an accuracy rate in the detection of approximately 95%.

KEYWORDS: Presence Sensors, pyroelectric sensor, control, energy saving.

INTRODUÇÃO

O sensor piroelétrico (PIR) é um sensor infravermelho que detecta radiação eletromagnética que todos os objetos acima do zero absoluto de temperatura irradiam. Esse tipo de sensor recebe continuamente a radiação do ambiente em que ele se encontra e é normalmente condicionado para detectar variação dessa temperatura, associando a variação da temperatura a uma movimentação de objetos do ambiente (Assis *et al.*, 2015). O sensor PIR é feito de um material cristalino que gera um

potencial elétrico em sua superfície, quando exposto a calor emitido na forma de radiação infravermelha. Quando a quantidade de radiação muda, sua carga também muda e é possível mensurar a quantidade de radiação.

Devido sua capacidade de detectar diferença de temperatura infravermelha, uma das aplicações desse tipo de sensor é a detecção de presença baseado no movimento e com isso o transdutor que utiliza o sensor piroelétrico é conhecido como sensor de presença. O sensor piroelétrico alcança um valor pico quase instantaneamente e depois decai com o passar do tempo (Fraden, 2010) e esse pico detectado é o fator determinante na determinação do movimento.

As aplicações mais comuns do sensor de presença estão associadas com a segurança (com a identificação de intrusos e acionamento de alarmes) e o controle de iluminação. Com relação ao controle de iluminação, sensores de presença são alternativa barata e acessível devido à facilidade de utilização e instalação. Os sensores de presença são utilizados como detectores que desligam as lâmpadas automaticamente em ambientes desocupados e acendendo-as quando o ambiente é ocupado, o que se traduz em uma economia de energia (Louçano, 2009). A sensibilidade desses sensores é configurável conforme a necessidade, sendo esses equipamentos normalmente configurados para ativação pela aproximação de pessoas, grandes animais ou veículos (Feldman, 2004).

O sensor de presença identifica o movimento quando o valor medido pelo sensor é alterado pela movimentação de alguém, mas, quando uma pessoa fica parada na área sensoriada, sua presença não é considerada pois não há movimentação significativa. Uma melhoria na sensibilidade do sensor pode ser definida, mas essa opção aumenta o número de falsos positivos detectados pelo sensor, fazendo o sensor indicar uma presença mesmo sem haver uma presença no local, ou pela passagem de algum animal pequeno.

O objetivo desse trabalho consiste em desenvolver um sensor de presença que, além de identificar a movimentação de uma pessoa, identifique também que a pessoa está parada na área sensoriada e não desconsidere sua presença.

MATERIAIS E MÉTODOS

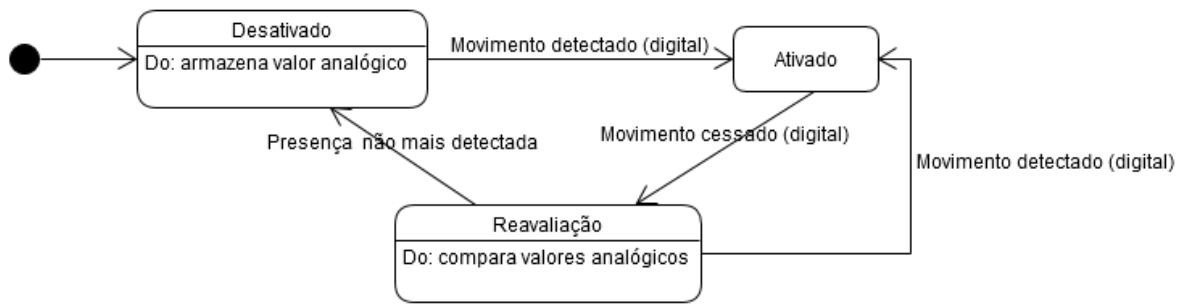
A solução apresentada consiste em armazenar a radiação medida antes da detecção da presença e comparar com novas medições para determinar se a presença ainda está no ambiente. Para realizar as comparações entre as medições é utilizado um microcontrolador que analisa os sinais lidos do sensor PIR e definirá o funcionamento do sensor. A aplicação utiliza uma iluminação que acenderá e apagará automaticamente na presença de uma pessoa e permanecerá ligada mesmo com a presença da pessoa imóvel na área sensoriada.

Foi utilizado um módulo de sensor de presença comercial que possui sensibilidade e tempo de espera entre ativações ajustáveis, permite detecção de pessoas em distância de até 7 metros e uma detecção em área em cone de 120 graus. Esse sensor fornece uma saída digital quando o circuito identifica o movimento, mas dele também é extraído o valor analógico através do acesso direto a uma saída de seu circuito integrado.

Para avaliação da proposta foi utilizada uma luminária de mesa, onde o sensor de presença está inserido na parte interna da cúpula, para detectar a presença apenas quando uma pessoa for fazer uso (a área de detecção do sensor é reduzida pela cúpula da luminária utilizada). São avaliadas as condições de funcionamento da melhoria desenvolvida na detecção de um ser humano adulto com temperatura corporal em torno de 36°C. Os dados medidos do sensor de presença são a quantidade de radiação obtida pelo sensor PIR (amplificada) e a saída digital do circuito. A avaliação é realizada através de uma matriz de confusão, para identificação dos falsos positivos, verdadeiros positivos, falsos negativos e verdadeiros negativos.

Os valores medidos do sensor de presença são tratados através de um microcontrolador onde a informação analógica complementa a informação do circuito para melhorar a detecção da presença. O resultado da detecção considera o determinado pelo algoritmo do microcontrolador e não mais o do sensor de presença. A Figura 1 apresenta um diagrama de estados do sistema.

Figura 1. Diagrama de estados do sistema.



No estado "Desativado" o valor medido será constantemente armazenado, sendo esse obtido através de uma média móvel. Esse valor não é fixo e varia devido a diversas condições, como a temperatura do ambiente e os objetos presentes no ambiente. O sensor é ativado pela detecção digital do sensor de presença. Quando o sensor digital não identificar mais movimento, antes de simplesmente ir para o estado de desativação, será avaliado se o movimento cessou por uma pessoa estar parada ou por ela ter saído do ambiente (onde é utilizada a comparação com o valor anteriormente armazenado) e, caso a presença não seja mais identificada, somente então o sensor de presença desativará. A Figura 2 apresenta os passos presentes na reavaliação.

Figura 2. Diagrama de atividades do estado “reavaliação”.

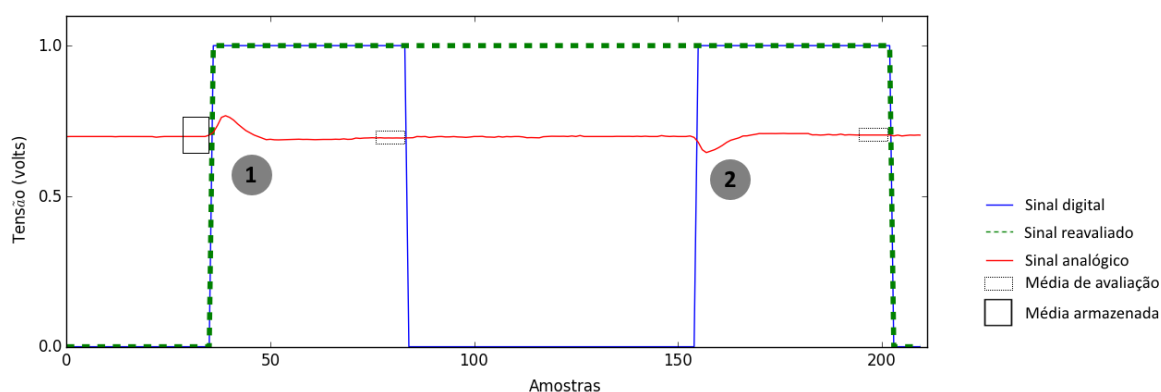


O diagrama de atividades demonstra a realização de um cálculo e uma compensação de valores baseada em uma variação. Com o passar do dia, a temperatura pode se alterar, aumentando ou diminuindo e isso pode ocasionar falsos positivos na detecção, indicando que uma pessoa está presente, embora ela não esteja e sim o ambiente está mais quente. Essa variação é compensada conforme demonstra o diagrama.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado obtido pelo sensor é apresentado através da Figura 3. A figura mostra que o sensor de presença (sinal digital) teria desligado a lâmpada em torno do instante 80 por não detectar movimento, voltando a ligar quando a pessoa realizou movimentação para sair da área sensoriada, enquanto o valor do novo sensor (sinal reavaliado) permaneceu como ativado durante todo o período, não desligando a lâmpada. “Média armazenada” é o valor da média móvel no momento da detecção de movimento através do circuito digital, enquanto a “média de avaliação” é a média móvel no instante que o sinal digital indica a ausência de movimentação e é utilizada toda vez que o sensor de presença indica o encerramento de movimentos. Pelo gráfico é percebido que o novo sensor manteria a lâmpada ligada durante todo o período, desligando a iluminação apenas depois de um tempo.

Figura 3. Composição do gráfico com os sinais mensurados e marcações de elementos observados.



As áreas determinadas pelos rótulos “1” e “2” representam, respectivamente, a chegada da pessoa na área sensoriada e sua posterior saída da área sensoriada. O circuito espera um tempo determinado até desabilitar após detecção de movimento, o que é normal nos sensores de presença.

Os testes foram realizados através de ciclos de utilização, iniciando com uma presença sem movimentação (pessoa se posiciona na área sensoriada e se mantém imóvel), seguida de uma movimentação sem manter a presença (a pessoa se move para sair da área sensoriada), o que contabiliza 1 movimentação e 1 ausência em cada teste. Em seguida foi realizado teste com uma presença, seguida de movimentação e manutenção da presença, finalizando com uma movimentação sem manter a presença (totalizando 1 presença e 1 ausência para cada um desses testes). Uma terceira avaliação foi realizada iniciando com uma movimentação sem manter a presença, uma presença sem movimentação e uma movimentação sem manter a presença (totalizando para cada um desses testes 1 presença e 2 ausências). O resultado desses testes é sintetizado na matriz de confusão apresentada na Tabela 1.

É considerado “presença” o fato da pessoa permanecer imóvel em frente ao sensor. Por imóvel é considerado que a pessoa realizou apenas movimentos sutis o suficiente para não acionar o sensor de referência. Por “ausência” é considerado que a pessoa não está mais presente na área sensoriada. A pessoa se posiciona de 60 centímetros a 1 metro de distância da luminária e a permanência foi entre 5 e 60 segundos.

Tabela 1. Matriz de confusão

Previsto/real	Presença	Ausência
Presença	56	4
Ausência	1	79

Observa-se um bom desempenho da solução, identificando corretamente todos os testes apresentados. O resultado promissor pode ter influência do cenário idealizado, sem a ocorrência de perturbações como vento. Algumas presenças (aproximadamente 7%) não foram devidamente identificadas, mesmo assim o desempenho foi melhor do que o sensor anterior que nunca identificou a presença. O falso positivo alcançado é um fator de preocupação já que a lâmpada ficaria ligada sem a presença de uma pessoa, mas ela se desligou no ciclo seguinte de avaliação. O motivo foi uma maior agitação no espaço amostral anterior da desativação do sensor. A diferença entre os valores que determinam se há presença é pequena e a agitação foi o suficiente para aumentar a média logo antes do sensor indicar o desligamento da lâmpada. Se a agitação fosse um pouco maior, o sensor já teria indicado o ligamento da lâmpada, então essa situação foi considerada uma coincidência e que foi resolvido em um instante seguinte de avaliação.

Também foram realizados 6 testes de utilização contínua com temperatura artificial variando entre 21 e 26 graus para avaliar a compensação da variação da temperatura. Em metade dos testes a temperatura foi variada de maneira crescente e a outra metade com temperatura decrescente. Na primeira metade, nas temperaturas 23 e 26 a presença foi removida e o sensor conseguiu identificar a

ausência. Na segunda metade, com a temperatura reduzindo, em 2 dos 3 testes, as presenças não foram devidamente identificadas, mostrando que compensação não foi suficiente quando a temperatura diminui com o passar do tempo. Talvez com um decaimento da temperatura com um tempo maior (mais natural) os resultados pudessem ser melhores, mas essa opção não foi testada.

CONCLUSÃO

Destaca-se a abordagem utilizada por aproveitar o sinal digital de um circuito condicionador já existente desse tipo de sensor. Isso permite o aproveitamento do circuito e estender a funcionalidade apenas quando for necessário. Por exemplo, para acionamento de alarmes, identificar se uma pessoa está imóvel na área do sensor não tem importância.

Os resultados alçados foram considerados adequados para a melhoria pretendida, pois a classificação incorreta de ausência da pessoa apenas fez com o sensor funcionasse como ele funcionaria sem a melhoria proposta. Quanto a outra classificação incorreta, essa falha foi identificada no ciclo seguinte, desligando a lâmpada.

Esse trabalho apresentou o método avaliado através de um microcontrolador de uso geral (o Arduino). Para uma solução definitiva, ainda se faz necessário criar um circuito próprio, adaptado para processar apenas o que é necessário ao sistema. Uma solução seria elaborar a solução utilizando o microcontrolador PIC, que reduziria o custo e consumo de energia necessário para o sensor.

REFERÊNCIAS

- Assis, A., Junior, J. L. C., and de Oliveira, H. B. (2015). Doi: [http://dx. doi.org/10.5007/2175-7941.2015, v32, n3, p. 809–823](http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015.v32.n3.p.809-823). Caderno Brasileiro de Ensino de Física.
- Azevedo, D. L. A., Tahara, F. M., de Andrade Sato, L., and Pedrosa, P. G. D. (2014). Implicação energética da implantação de sensores de movimento para a iluminação em diferentes ambientes. *Revista Ciências do Ambiente*, 10.
- Feldman, D. (2004). Controles de iluminação. *Revista PROARQ*, page 41.
- Fraden, Jacob (2010). *Handbook of Modern Sensors*. New York, Springer.
- Louçano, N. R. (2009). *Eficiência energética em edifícios: Gestão do sistema iluminação*. PhD thesis, Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão.