

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21-25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

PROTÓTIPO DE UM CIRCUITO DE CONTROLE PARA UM SISTEMA DE ILUMINAÇÃO DE INTERIORES À LED ALIMENTADO POR ENERGIA SOLAR

Maely da Silva Campos, maelyscampos@gmail.com¹

Brenna Theodora Machado Matos, – brennatheodora@hotmail.com²

José Janiere Silva de Souza, janiere_cedro@hotmail.com³

Letícia Ainoan Nunes de Sousa, leticia_ainoan@hotmail.com⁴

Sinara dos Santos Bezerra, sinara.ifce@hotmail.com⁵

Pedro Henrique Almeida Miranda – pedrohenriqbg@gmail.com⁶

¹Universidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia da Computação,

²CENTEC, Departamento de Manutenção Industrial,

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Departamento de Mecatrônica Industrial ,

⁴UFERSA, Departamento de Ciência e Tecnologia,

⁵Técnica em Eletrotécnica, IFCE- Campus Cedro,

⁶ Professor Mestre- IFCE-Campus Caucaia.

Resumo: A elevada demanda por novas fontes de energia aliada ao desenvolvimento sustentável e a garantia dos anseios das gerações atuais, sem comprometer as necessidades das gerações futuras, torna evidente a busca por fontes alternativas de energia. O presente trabalho tem como objetivo expor os resultados obtidos no desenvolvimento de um protótipo de sistema de iluminação a LED para interiores. A utilização do LED na iluminação de interiores tem como principais objetivos: elevar a vida útil do sistema, baixa necessidade de manutenção e alta eficiência. Além disso, a implementação do circuito de controle propiciará ao sistema maior confiabilidade e autonomia no seu funcionamento uma vez que será realizada, automaticamente, a comutação entre as fontes de energia utilizadas.

Palavras-chave: circuito de controle, sistema de iluminação, LED

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do setor industrial mundial aliado ao aumento da utilização de equipamentos elétricos nas mais diversas atividades humanas resultou no aumento exponencial da demanda por energia elétrica nas últimas décadas (MIRANDA, 2003). De acordo com o Ministério de Minas e Energia do Brasil (2007), atualmente, a matriz energética é composta, em sua grande maioria, por combustíveis fósseis. Em virtude da dependência por esse tipo de energia nas últimas décadas tornaram-se mais nítidas os efeitos provocados pelas mudanças climáticas a nível global. As emissões de gases poluentes como o dióxido de carbono vêm provocando o aquecimento demasiado da atmosfera terrestre o que implica diretamente no degelo de geleiras, por exemplo. Além disso, os combustíveis fósseis, como o petróleo, são recursos não renováveis, ou seja, são elementos que possuem reservas finitas (SEGUEL, 2009).

Diante do exposto, as fontes de energia renováveis como: a energia solar, a eólica, a biomassa e pequenas centrais hidroelétricas começam a despertar a atenção mundial, uma vez que, algumas dessas tecnologias já são utilizadas em larga escala para aplicações específicas o que provoca a redução dos custos de produção dos seus componentes, além de tornarem o preço da energia produzida competitiva comercialmente quando comparada com a energia produzida através de recursos não renováveis (GALDINO *et al*, 2009).

A energia solar é umas das fontes de energia renováveis que vêm se tornando mais atraente para o futuro, visto que, possui um conjunto de características que a torna viável comercialmente, como o fato de não serem poluentes, converterem a energia do sol, que é maior cerca de 10.000 vezes a energia elétrica demandada pela humanidade, seus componentes necessitam de pouca manutenção e terem longa vida útil. Merece destaque, também, a modularidade dos sistemas de geração de energia solar, uma vez que, podem ser utilizados em localidades de difícil acesso como no caso da eletrificação rural (ALTERNATIVAS 2011; GALDINO *et al*, 2009; JUNGES 2001).

Por ser um país tropical, o Brasil apresenta grande potencial de aproveitamento solar, visto que, o sol está presente durante todo o ano (PEREIRA *et al*, 2006). Além disso, a região brasileira que apresenta menor radiação solar é 40% superior a região com maior radiação solar na Alemanha, uma dos países líder na produção de energia elétrica no mundo (INSTITUTO IDEAL, 2007; VAZ, 2012).

Nos últimos anos, a energia solar vem apresentando grandes avanços, assim como, os projetos luminotécnicos. Visto que, é notória a busca, ascendente, por novas tecnologias que permitam maior eficiência na iluminação aliado a maior vida útil dos materiais empregados e melhor custo benefício. Dentro deste contexto os LEDs (*Light Emitting Diode*) vêm se tornando cada vez mais uma alternativa viável no emprego na iluminação de interiores (SÁ JÚNIOR, 2007).

Os Diodos Emissores de Luz (LEDs) já são amplamente empregados em aplicações especiais como, por exemplo, em projetos arquitetônicos de iluminação, em painéis luminosos, em semáforos e em sinalização de trânsito. Todavia, essas aplicações representam apenas um pequeno nicho de possibilidades de aplicações quando se é levado em conta o seu uso para iluminação em geral. Embora possuam um alto valor, os LEDs apresentam elevada vida útil, em alguns casos podendo ser superior a 50.000 horas, o que justifica e torna atrativa sua utilização, uma vez que, diminui a necessidade de manutenção (SÁ JÚNIOR, 2010).

Em se tratando de aplicações que apresentam características específicas, como localização de difícil acesso, a redução da necessidade de manutenção propicia que o retorno do investimento inicial aconteça de forma mais rápida. Em comparação com os outros modelos de lâmpadas disponíveis no mercado, as lâmpadas que utilizam LEDs, apresentam perdas de luminosidade de forma lenta com o decorrer do tempo de uso, diferenciando-se das demais que extingue sua capacidade de iluminação de forma súbita quando estão operando em condições normais (SÁ JÚNIOR, 2010).

Os sistemas de geração de energia fotovoltaica podem ser classificados com isolados, ou autônomos, e interligados a rede. Os isolados, alvos desse estudo, são aqueles que necessitam de um meio para o armazenamento, como um banco de baterias, da energia produzida durante o dia para que possa ser posteriormente utilizada durante a noite ou quando as condições climáticas não forem favoráveis para a produção de energia solar (GREENPRO, 2004).

Segundo Rocha Filho (2013), os sistemas isolados convencionais, Fig. 1, são constituídos basicamente por: módulos ou painéis fotovoltaicos que são os responsáveis pela conversão direta da radiação solar em eletricidade; banco de baterias que tem como função o armazenamento da energia produzida para posterior utilização; controlador de carga que são dispositivos utilizados para evitar a carga e descarga excessiva do banco de bateria proporcionado assim o aumento da vida útil do sistema de armazenamento e os inversores que são utilizados para adequar as características da energia gerada, como tensão e corrente, de acordo com os parâmetros solicitados pela carga.

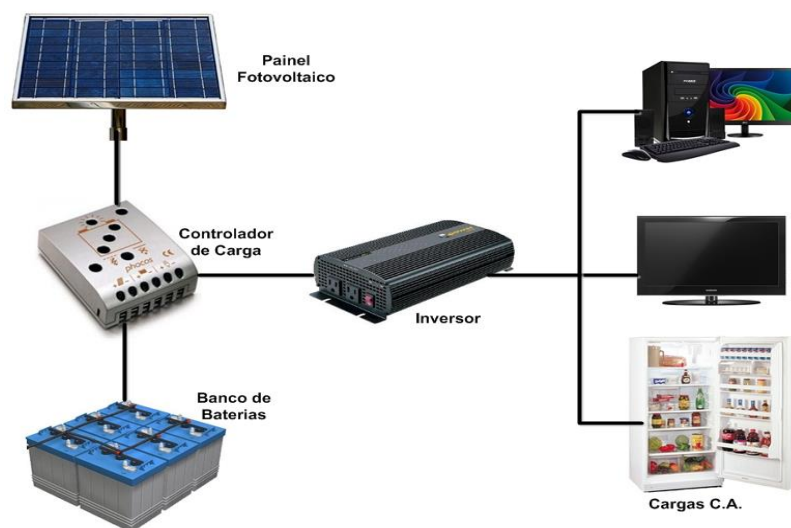


Figura 1. Sistema fotovoltaico isolado convencional. Fonte: Autor.

Diante do contexto apresentado esse trabalho tem como finalidade apresentar propor um circuito de controle a ser empregado num sistema de iluminação a LED alimentado por energia solar para iluminação de interiores do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Cedro.

2. PROJETO PROPOSTO

2.1. Materiais e Métodos

Esse trabalho foi realizado, inicialmente, através de consultas a acervos bibliográficos físicos e digitais nas áreas de engenharia elétrica e engenharia de energias, objetivando obter conhecimento sobre o funcionamento dos sistemas de

geração fotovoltaica e suas aplicações mais usuais, além, de consultas sobre o funcionamento e empregos dos LEDs em sistemas de iluminação de interiores.

Concluída a etapa de revisão bibliográfica e fundamentação teórica foi iniciada a simulação do circuito de controle através de programas de computadores, o que proporcionou economia de tempo, uma vez que, não foi necessária a modificação constante no circuito físico.

Após a realização das simulações e efetuadas as alterações necessárias o circuito foi montado em laboratório e, posteriormente, testado nas situações para o qual foi projetado. Por ter apresentado resultados satisfatórios durante o teste o circuito foi confeccionado em uma placa de fenolite e terminada a sua montagem foi implementado no quadro de controle do sistema.

O sistema de iluminação alimentado por energia solar proposto nesse trabalho diferencia do sistema isolado, mostrado na Fig. 1, por que além de fazer uso da energia armazenada no banco de baterias fará uso da rede elétrica convencional para alimentar a carga, quando necessário. Além disso, a comutação entre essas duas formas de alimentação será realizado através de um circuito de controle, dessa forma, o sistema proposto pode ser representado pelo diagrama de blocos apresentado na Fig. 2.

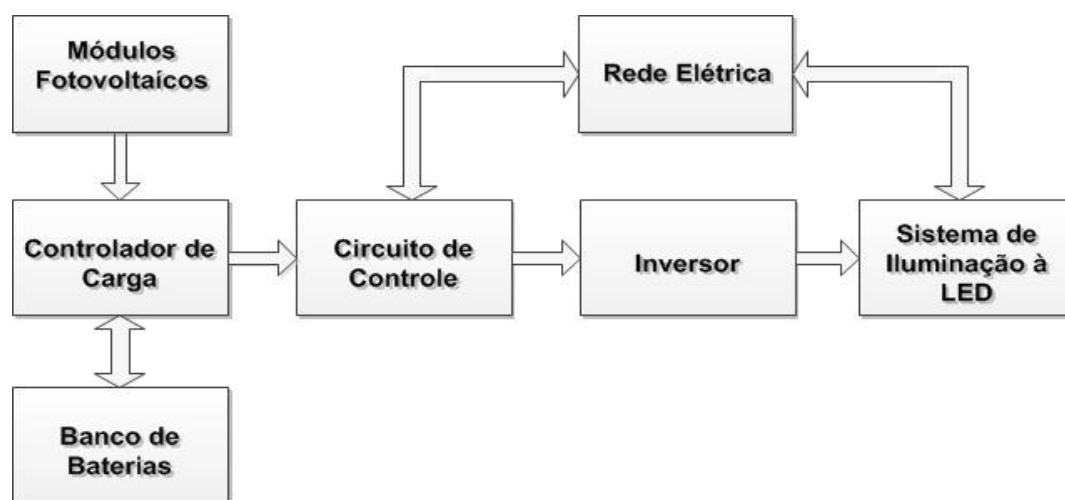


Figura 2. Sistema de iluminação alimentado por energia solar proposto. Fonte: Autor.

Vale ressaltar que a energia fornecida pela concessionária só será utilizada quando o banco de baterias estiver descarregado e será desligada quando o banco de baterias estiver totalmente carregado. Essa metodologia de comutação irá proporcionar ao sistema maior vida útil, visto que contribuirá para a elevação do tempo de vida do banco de baterias, pois evitará o efeito memória. Isso ocorre quando uma célula é parcialmente descarregada e em seguida é carregada por um longo período, excedendo o limite da energia removida durante a descarga parcial (SÁ JÚNIOR, 2004). Ademais, proporcionará maior confiabilidade e autonomia ao sistema de iluminação, uma vez que permitirá a utilização do ambiente independentemente do estado da carga do banco de bateria, pois o sistema terá outra fonte de alimentação, caso necessite.

O circuito de controle será o elemento responsável por monitorar os estados do banco de bateria e a partir dos níveis de tensão fornecidos. Dessa forma quando a tensão for de 13,8 V o banco de baterias estará completamente carregado, logo o sistema será alimentado, somente, pela energia solar armazenada. Já quando a tensão for inferior a 11,2 V o banco de baterias estará descarregado, portanto, o sistema será alimentado pela energia elétrica fornecida pela concessionária.

2.2. Resultados e Discursões

Inicialmente, o circuito de controle foi projetado para ter contatores como o meio de fazer a comutação entre as duas formas de alimentação, como mostrado na Fig. 3. Entretanto, ao ser testado constatou-se que os contatores eram inviáveis, isso porque, em algumas tentativas, o tempo de resposta dos contatores mostrou-se alto para essa aplicação provocando assim um curto-circuito, pois o sistema de iluminação seria alimentado, simultaneamente, pela rede elétrica e pelo banco de baterias. Desta forma, tanto o sistema quanto os usuários seriam submetidos a situações de perigo.

Diante dessa problemática decidiu-se fazer a substituição dos contatores por relés, como mostra a Fig. 4. Assim, a comutação pode ser feita de forma segura uma vez que o curto-circuito é evitado em decorrência da alta velocidade de resposta na mudança de estado de chaveamento dos relés. Além disso, o espaço que os relés ocupam também se apresentou como uma vantagem na constituição do circuito de controle, pois são menores e mais leves que os contatores.

Nesse novo método de transmissão os terminais da rede são ligados nos contatos normalmente fechado, o que garante que a rede elétrica somente será utilizada quando o banco de baterias estiver descarregado e consequentemente as bobinas dos relés não estarão sendo alimentadas. Já os terminais do inversor são ligados nos contatos normalmente

abertos, pois os contatos iram fechar quando a bobina for energizada pela energia fornecida pela bateria quando totalmente carregada. Os comuns de cada relé serão para fornecer energia à carga no final do processo.

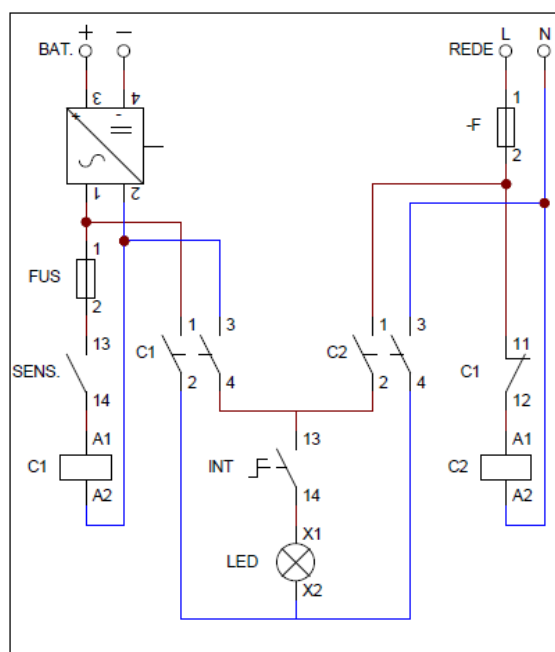


Figura 3. Circuito de controle com contatores. Fonte: Autor.

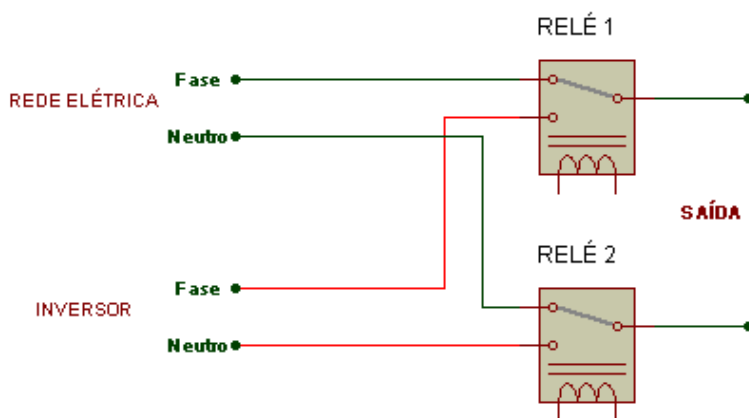


Figura 4. Esquema de ligação dos relés. Fonte: Autor.

Para que seja possível a transmissão entre a rede elétrica convencional e a bateria totalmente carregada, o sistema necessitará de um circuito que detectará a tensão da bateria e informará ao usuário através de LEDs de indicação os níveis de tensão na bateria, assim quando a bateria estiver descarregada o circuito irá detectar uma tensão menor ou igual a 12 V e acionará o LED vermelho, quando a bateria estiver totalmente carregada o circuito detectará uma tensão igual a 13,8 V e acionará o LED verde, já o LED amarelo será acionado apenas quando a tensão no banco de baterias for igual ou superior a 14 V, permitindo assim, que o usuário identifique que está ocorrendo alguma anormalidade no processo de carga das baterias.

2.3. Circuito Implementado

Após a montagem e teste, em laboratório, do circuito de detecção de controle juntamente com os relés utilizado para realização da comutação entre as fontes de alimentação utilizadas, foi confeccionada a placa de circuito impresso e providenciada a montagem do quadro de controle do sistema proposto, conforme Fig.5.

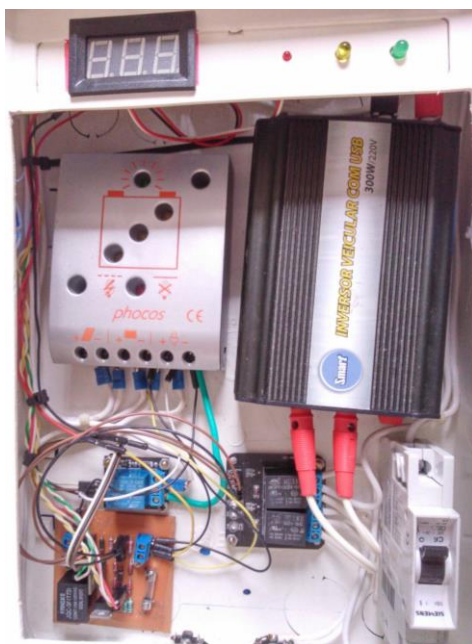


Figura 5. Quadro de controle do sistema proposto. Fonte: Autor.

Concluída a montagem foram simuladas, de forma prática, todas as situações a qual o sistema pode ser submetido, ou seja, num primeiro momento o sistema sendo alimentado pelo banco de baterias, posteriormente, pela rede elétrica convencional, além disso, foi testado o correto funcionamento, conforme descrito, dos LEDs de indicação. Vale ressaltar que para facilitar a visualização dos níveis de energia fornecidos para carga foi instalado, ao lado dos LEDs, um display que indicará a tensão fornecida à carga. Finalizadas as simulações constatou-se que o circuito de controle montado atendia a todas as especificações impostas pelo sistema proposto, cujo funcionamento já ocorre a nove meses.

2.4. Conclusão

A utilização de fontes renováveis de energia torna-se precípua contemporaneamente. Tendo em vista que, o Planeta precisa imprescindivelmente de novas tecnologias que caminhem aliadas com as ideais do desenvolvimento sustentável, ou seja, a capacidade de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações.

O banco de baterias, empregado no sistema, irá garantir autonomia ao sistema em situações de baixa insolação, porém é imprescindível que haja uma comutação com a rede convencional de distribuição de energia elétrica, visando garantir mais praticidade, comodidade e confiabilidade ao sistema de iluminação proposto. Além disso, a utilização da tecnologia LED na iluminação de interiores propiciará um menor consumo, elevará a vida útil do sistema e proporcionará melhor conforto visual aos usuários do ambiente, justificando assim sua utilização quando comparado com lâmpadas que utilizam tecnologias mais tradicionais para iluminação.

Durante os últimos nove meses, o sistema de iluminação funciona regularmente no IFCE – Cedro. O sistema está aliado ao circuito de controle que permanece atendendo as expectativas e seguindo, fielmente, os resultados obtidos em testes realizados anteriormente à sua instalação. Propiciando, o consumo de uma fonte de energia renovável e garantindo a sua comutação com a rede elétrica convencional.

3. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Cedro, Petrobrás.

4. REFERÊNCIAS

- ALTERNATIVAS, Solarterra Energias. Energia Solar Fotovoltaica–Guia Prático, 2011. São Paulo, SP. Disponível em <http://www.solarterra.com.br>, acesso em 30/10/2015.
- GALDINO, Marco AE et al. O contexto das energias renováveis no Brasil.Revista da DIRENG–Diretoria de Engenharia Aeronáutica, 2009.
- GREENPRO, Altener Programa Comunitário. Energia Fotovoltaica-Manual sobre tecnologias, projecto e instalação. Europa: Comissão Europeia, 2004.
- INSTITUTO IDEAL. Eletricidade Solar: Cartilha Educativa. 2007. Disponível em: <http://www.americadosol.org/wp-content/uploads/2012/04/CARTILHA_FINAL_web.pdf>. Acesso em: 30 de outubro 2012.

- JUNGES, Leandro S. Energia solar: sistema pode reduzir em até 75% o consumo de eletricidade. Jun 2001. Disponível em: <<http://www1.an.com.br/2001/jun/04/0ger.htm>>. Acesso em: 21 mar 2009.
- MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIAS DO BRASIL, “Balanço energético nacional”, pp.21 Maio de 2007. Disponível em: < www.mme.gov.br>.
- MIRANDA, Gregory J. Be prepared! [power industry deregulation]. Industry Applications Magazine, IEEE, v. 9, n. 2, p. 12-20, 2003.
- PERREIRA, Enio Bueno et al. Atlas brasileiro de energia solar. 1. ed. São José dos Campos: INPE, 2006. 60p.
- ROCHA FILHO, José Itanor do Couto. POTENCIAL PARA USO DE SEGUIMENTO SOLAR EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS: ESTUDO DE CASO PARA FORTALEZA/CE. 2013. 71 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- SÁ JUNIOR, Edilson Mineiro. Estudo de estruturas de reatores eletrônicos para LEDs de iluminação. 2010. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2010.
- SÁ JUNIOR, E. M. Design of an electronic driver for LEDs. In: 9º Congresso Brasileiro de 240 Eletrônica de Potência, p. 341-345, 2007.
- SÁ JUNIOR, Edilson Mineiro. SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA EM HORÁRIO DE PONTA. 2004. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica)- Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p.23, 2004.
- SEGUEL, Julio Igor Lópes. Projeto de um sistema fotovoltaico autônomo de suprimento de 244 energia usando técnica MPPT e controle digital. 2009. 222 fls. Dissertação (Engenharia 245 Elétrica). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- VAZ, Letícia. ENERGIA SOLAR: ESTUDO DE CASO EM PRÉDIO SOLAR, CATALÃO (GO). In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3º. Goiânia-GO, 2012.

5. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

PROTOTYPE OF A CONTROL CIRCUIT FOR AN INTERIOR LIGHTING SYSTEM TO LED POWERED BY SOLAR ENERGY

Maely da Silva Campos, maelyscampos@gmail.com¹

Brenna Theodora Machado Matos, – brennatheodora@hotmail.com²

José Janiere Silva de Souza, janiere_cedro@hotmail.com³

Letícia Ainoan Nunes de Sousa, leticia_ainoan@hotmail.com⁴

Sinara dos Santos Bezerra, sinara.ifce@hotmail.com⁵

Pedro Henrique Almeida Miranda – pedrohenriqbg@gmail.com⁶

¹Federal University of Ceará, Department of Computer Engineering,

²CENTEC, Department of Industrial Maintenance,

³Federal Institute of Education, Science and Technology, Department of Industrial Mechatronics,

⁴UFERSA, Department of Science and Technology,

⁵Technical Electrotechnical, IFCE- Campus Cedro,

⁶ Master teacher- IFCE-Campus Caucaia.

Abstract. *The high demand for new energy sources allied to sustainable development and guarantee the yearnings of present generations, without compromising the needs of future generations, becomes evident the search for alternative energy sources. This paper aims to expose the results obtained in developing a prototype circuit for controlling an LED lighting system for interiors. The use of the LEDs in interior lighting has as main objectives: high life of the system, low maintenance and high efficiency. Furthermore the implementation of the control circuit will provide the system greater reliability and autonomy in their operation since it will be performed, automatically, the switching between the energy sources used.*

Keywords: *control circuit, the lighting system, LED*