

Sistema de iluminação pública inteligente

Kéltton da Rosa Severo
Acadêmico de Engenharia Elétrica
Universidade Federal doPampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, Brasil
keltonsevero@gmail.com

Marconi da Silva Giacomini
Acadêmico de Engenharia Elétrica
Universidade Federal doPampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, Brasil
marconisgiacomini@gmail.com

Wellerson Killian Reginaldo
Acadêmico de Engenharia Elétrica
Universidade Federal doPampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, Brasil
wwwelerson@gmail.com

José Wagner Kaehler Maciel
Professor Adjunto UNIPAMPA
Universidade Federal doPampa
(UNIPAMPA)
Alegrete, Brasil
wagnerkaehler@gmail.com

Resumo—Este artigo refere-se ao desenvolvimento, projeto e aplicações de um sistema de iluminação inteligente sustentável, fazendo o uso da rede de iluminação já existente utilizando técnicas de controle de iluminação e micro-geração localizada a fim de aprimorar a rede de iluminação já existente e reduzir custos na instalação de redes de iluminação remotos.

Palavras chave—Iluminação pública, eficiência energética, acionamento, iluminação inteligente.

I. INTRODUÇÃO

É notória a importância da iluminação pública, pois é ela quem propicia a segurança e conforto visual durante situações de baixa visibilidade. É uma tecnologia que como a maioria das outras aprimorou-se com o tempo, desde os modelos antigos, a óleo ou gás, aos modelos atuais LED.

Luminárias de LED possuem uma peculiaridade em sua construção, onde diodos são submetidos a uma diferença de potencial permitindo uma passagem de corrente elétrica, no entanto o fenômeno da eletroluminescência faz os mesmos emitirem luz visível, o tempo entre a submissão da tensão e o brilho máximo obtido pelo LED é bem curto, uma vez que os mesmos não precisam esquentar para obter brilho máximo. Utilizando essa peculiaridade podemos “chavear” o LED em alta frequência e controlar o seu brilho sem prejudicar a luz emitida pelo mesmo, uma vez que o fenômeno da Persistência da Visão evita de vermos o LED piscando, apenas percebemos um brilho aparente menor.

LEDs são dispositivos de iluminação que possuem um baixo nível de consumo energético comparado a outros equivalentes podendo operar em baterias por horas sem problema algum, usufruindo desta característica, projetamos um sistema redundante, capaz de operar com a rede elétrica, ou baterias.

Devido ao baixo consumo de energia elétrica, é possível a utilização dos mesmo com painéis fotovoltaicos, o que reduzir a demanda de energia elétrica beneficiando a concessionária torna o sistema redundante, o que beneficia a população em caso de um blackout.

Como há uma tendência em reduzir o número de emissões de gases poluentes na atmosfera, as energias renováveis como a solar vem sendo empregadas com mais frequência, como afirma (ALVES e SILVA,2008) “Com a crescente preocupação em frear a degradação do planeta e o constante aumento pela demanda de energia, o Sol vem ocupando lugar de destaque como uma grande e importante fonte de energia alternativa.”

II. ILUMINAÇÃO PÚBLICA

A. Importância

Como afirma Leandro Dambiski (2007) “A Iluminação Pública é essencial à segurança e qualidade de vida nos centros urbanos, atuando como instrumento de cidadania, permitindo aos habitantes desfrutar do espaço público no período noturno” este projeto objetiva tornar redundante o sistema de iluminação atual, pois em situações em que ocorrem falhas na rede elétrica, principalmente por razões climáticas durante o período noturno, ocasionam transtornos para os pedestres e motoristas devido a baixa luminosidade, prejudicando a segurança de todos presentes nesta situação.

A possibilidade de operar em áreas remotas agrega bastante valor ao projeto, visto que o custo para a instalação em interseções de rodovias torna-se módico em consequência da não necessidade de cabos para alimentação do mesmo, podendo operar completamente isolado da rede, apenas em suas baterias.

Em relação a sistemas similares já existentes, o presente projeto possibilita o controle sob a demanda da iluminação pública, uma vez que os horários de funcionamento e níveis de iluminação e consumos podem ser monitorados e programados remotamente, permitindo, por exemplo, que a concessionária remova temporariamente a iluminação pública da matriz elétrica durante o horário de pico sem prejudicar a iluminação, uma vez que a mesma irá operar em baterias, o que proporciona para a concessionária um novo método de gerenciamento.

III. O PROJETO

Fundamentalmente o projeto consiste na modificação de uma luminária de iluminação pública com tecnologia LED, adicionando componentes elétricos capazes de gerenciar o consumo de energia e iluminação.

Este sistema é constituído de uma unidade de controle central, unidade de potência e alimentação, unidade de comunicação, aquisição de dados e telemetria, e por fim uma unidade de acionamento. Conforme o diagrama de blocos (fig. 1):

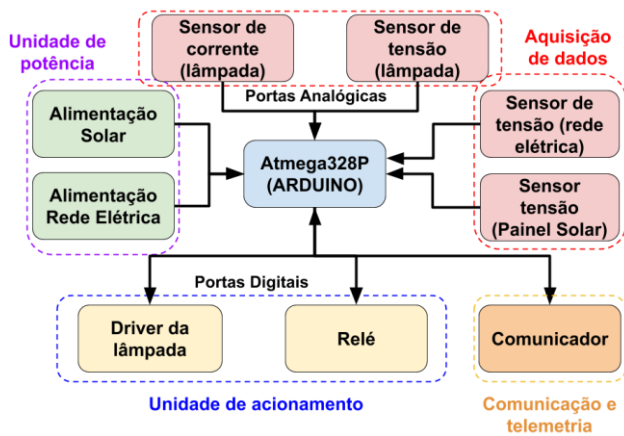


Fig. 1. Diagrama de blocos de funcionamento do sistema.

A. Unidade de controle central

Responsável por todo o poder computacional presente nesse projeto, a mesma é constituída por um microcontrolador atMega328P juntamente com uma EEPROM e um RTC além de diversos componentes discretos. Realiza as funções de monitorar o status da lâmpada, nível de bateria, processar requisições e enviar comandos de acionamento.

Devido a simplicidade da plataforma Arduino para a programação e desenvolvimento deste projeto a mesma foi utilizada. Fazendo o uso de um sistema embarcado Arduino NANO, no qual uma de suas portas digitais capazes de modular sinais PWM (Pulse Width Modulation) foi utilizada para definir o nível luminoso na unidade de acionamento, onde seu funcionamento será detalhado a seguir.

Através das portas de analógicas são monitoradas a tensão da bateria, tensão e corrente da fonte da luminária, tensão e corrente geradas pelo painel fotovoltaico. Através desses dados a unidade de controle central, pode informar defeitos no sistema, como por exemplo:

- **Falha na lâmpada**

-Há tensão da fonte (ou bateria) mas não circula corrente na lâmpada (circuito aberto).

-Corrente excessiva na lâmpada, acompanhada de uma queda considerável de tensão (curto circuito).

- **Falha na fonte de alimentação (Operando na rede elétrica)**

-Não há tensão, e por consequência, não há corrente no circuito de alimentação da lâmpada, no entanto existe tensão na rede elétrica.

- **Falha na alimentação fotovoltaica, ou controlador de carga**

-Não existe tensão e corrente no painel fotovoltaico durante o dia.

- **Falha na rede elétrica**

-Não existe tensão na rede elétrica.

- **Falha de bateria**

-Quando a tensão de flutuação da bateria é menor a especificada, ou se for detectada qualquer anomalia nas tensões.

B. Unidade de potência e alimentação

Em suma, esta unidade é a responsável por toda a alimentação do sistema, nelas estão presentes o controlador de carga, que carregará a bateria do sistema, e os reguladores de tensão.

Esta unidade de potência é dividida em 2 seções: Alimentador do circuito de iluminação/carregamento da bateria e alimentação do microcontrolador. O alimentador do circuito de iluminação possui um controlador de carga que converterá a energia solar em elétrica para executar o carregamento da bateria e um conversor boost para acionar a iluminação, enquanto que o alimentador do microcontrolador possui apenas um conjunto de reguladores de tensão.

O sistema proposto pode operar tanto com a rede elétrica como somente com baterias, o que o torna um bom candidato a ser aplicado em regiões remotas, dispensando o uso de cabos de alimentação.

C. Unidade de comunicação, aquisição de dados e telemetria

Composta basicamente por sensores e um radiocomunicador é a unidade onde as tensões e correntes serão aferidas, o sensor utilizado para aferição de corrente é o ACS712, sensor este que opera por efeito Hall. A tensão AC da rede elétrica é aferida por um sensor ZMPT101B, no entanto será desenvolvido um sensor próprio futuramente. As demais tensões como as da fonte, bateria e painel serão aferidas com um divisor resistivo.

Devido dificuldades técnicas e legais referentes ao uso de radiofrequências será utilizado em este protótipo um comunicador Wi-Fi 2.4Ghz, por onde será informado o estado de cada luminária, bem como o estado da rede elétrica, este comunicador informará a concessionária quando a lâmpada apresentar defeitos, porém o mesmo também possibilitará que a concessionaria altere parâmetros de funcionamento da lâmpada como horários de funcionamento, níveis de brilho entre outras funções.

D. Unidade de Acionamento

Esta unidade é responsável pelo acionamento da lâmpada bem como a troca entre a rede elétrica e bateria, composta por um circuito driver capaz de amplificar o sinal PWM gerado pelo microcontrolador possibilitando o acionamento da lâmpada em alta frequência por meio de um MOSFET, o circuito utilizado pode ser visualizado na figura abaixo:

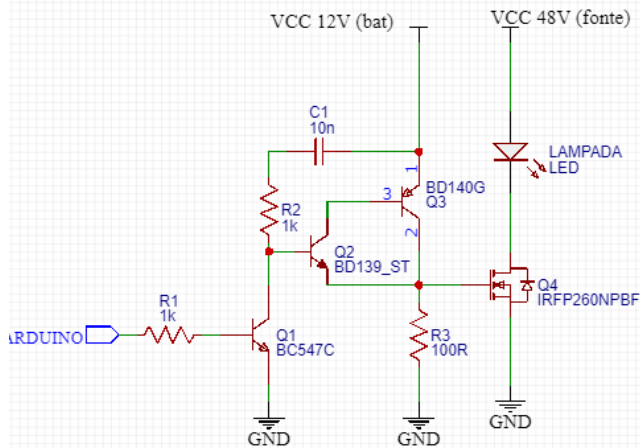


Fig. 2. Circuito driver do MOSFET.

Como mencionado anteriormente, o sistema alterna entre o uso da rede elétrica e bateria por meio de um relé, os horários de troca assim como seleção da fonte principal de energia são gerenciáveis por software.

IV. ALGORITMO E PLATAFORMA DE CONTROLE

O algoritmo desenvolvido segue uma sequência lógica de operações, operando em um loop fechado, de forma que ao término das operações o mesmo reinicia novamente.

No que se refere a procedimentos, o algoritmo primeiramente verifica se há tensão no painel fotovoltaico, com o intuito de descobrir se está claro e se a bateria está carregando corretamente, logo, se estiver escuro é verificado no RTC se realmente é noite e então é realizada uma rotina de medições procurando falhas nos circuitos. Caso nada anormal seja detectado são carregadas as definições de operação, que contém informações como brilho máximo da lâmpada e horários de funcionamento em bateria e rede elétrica e, então, a lâmpada é acionada, como demonstra o fluxograma abaixo:

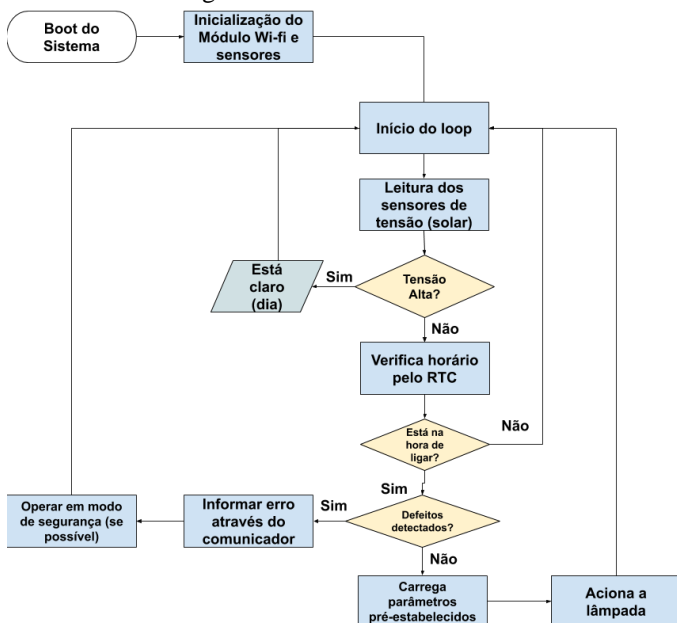


Fig. 3. Fluxograma de funcionamento do algoritmo.

Caso sejam detectados erros, a luminária ainda pode operar em modo de segurança, por exemplo, caso haja uma falha na rede elétrica, a lâmpada informa que houve um defeito, e opera apenas com a bateria em regime de segurança com o brilho reduzido, visando proporcionar segurança aos transeuntes. O mesmo vale caso haja algum defeito na fonte de alimentação da lâmpada.

Para a averiguação dos dados coletados pela luminária foi utilizada a plataforma Blynk pela grande facilidade de programação, no entanto será desenvolvida uma plataforma própria assim que possível.

V. RESULTADOS PRELIMINARES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após testes realizados em laboratório, conseguimos obter um desempenho satisfatório da luminária, no entanto percebemos que o fator de potência da lâmpada degradava-se conforme baixávamos o brilho da mesma, contudo desenvolvendo um filtro RC conseguimos diminuir os picos de corrente na fonte melhorando um pouco o desempenho da luminária.

Com relação a consumo energético conseguimos obter de 45 a 50% de redução da potência da luminária realizando o controle de brilho da mesma, sem prejudicar consideravelmente o fator de potência, operando acima de 0.92.

É previsto ser feito uma análise de qualidade de energia do equipamento, bem como um teste completo de goniofotometria, afim de averiguar o desempenho luminoso da lâmpada e os efeitos causados pela dimerização.

REFERÊNCIAS

- [1] Manual de iluminação pública COPEL, Disponível em [https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_iluminacao_publica/\\$FILE/manual%20iluminacao%20publica.pdf](https://www.copel.com/hpcopel/root/sitearquivos2.nsf/arquivos/manual_iluminacao_publica/$FILE/manual%20iluminacao%20publica.pdf):
- [2] Santana, Rosa. "Iluminação pública: Uma Abordagem Gerencial" 2010. Disponível em: https://www.iar.unicamp.br/lab/luz/ld/Arquitetural/Pesquisa/iluminacao_publica_uma_abordagem_gerencia.pdf
- [3] Dambiski, Leandro. "Aplicação do programa nacional de iluminação pública eficiente (PROCEL-RELUZ)", 2007 Disponível em: <http://www.eletrica.ufpr.br/ufpr2/tccs/20.pdf>
- [4] Resultados Estudos PROCEL 2018, Disponível em: http://www.procelinfo.com.br/resultadosprocel2018/docs/Procel_rel_2018_web.pdf.