

**Projeto: Relé Fotocélula – 29 de Novembro de 2013**

---

**José Gerardo Fonteles Lopes - 0338225**

**Roberto Pinto Antonioli - 0336406**

**RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo desenvolver um sistema autônomo que tem a capacidade, através de LDR (Resistor Dependente de Luz), de detectar se existe luminosidade suficiente no ambiente, e caso não haja, ele aciona um relé que por sua vez irá ligar uma lâmpada. Esse sistema é muito utilizado nos postes de iluminação pública para que não seja necessário que uma pessoa tenha que ligar ou desligar as lâmpadas dos postes quando anoitecer ou amanhecer, respectivamente.

---

**Conteúdo**

1. Introdução.....	2
2. Descrição.....	2
3. Simulação.....	3
4. Resultados.....	4
5. Orçamento.....	5
6. Conclusão.....	6
7. Referências.....	6

**Lista de Figuras**

1. Figura 1 (Esquema elétrico do conversor (fonte) utilizado para simulação).....	3
2. Figura 2 (Esquema elétrico da parte lógica utilizada para simulação).....	3
3. Figura 3 (Esquema elétrico completo do projeto).....	4
4. Figura 4 (Imagem superior e inferior, respectivamente, da placa do projeto).....	4
5. Figura 5 (Placa colocada dentro da caixa e Aparência final do projeto).....	5

**Lista de Tabelas**

1. Tabela 1 (Orçamento com preços dos componentes para projeto).....	5
--	---

## 1. Introdução

Com o avanço da tecnologia todos os sistemas, que antes dependiam do ser humano para funcionar, estão se tornando cada vez mais autônomos. Nesse projeto, foi implementado um circuito que é capaz de, através da luminosidade do ambiente, acender uma lâmpada caso o ambiente esteja escuro. Para isso, foi utilizado um componente eletrônico chamado de LDR, que em português significa Resistor Dependente de Luz.

Esse componente funciona da seguinte maneira: quando a luz está incidindo sobre ele, a sua resistência é baixa, e quando não tem luz incidindo sobre ele, sua resistência é alta. O valor de resistência imposto por esse dispositivo varia continuamente com a luminosidade incidente nele. Esse comportamento foi utilizado para que fosse possível identificar o nível de luz do ambiente.

Além da parte lógica responsável pela detecção e acionamento da lâmpada, foi feito um conversor de tensão de 220 volts AC para 12 volts DC, já que o circuito lógico funciona com a tensão obtida após a conversão.

## 2. Descrição

O projeto desenvolvido realiza o acendimento de uma lâmpada através de uma lógica com divisores de tensão que servem como entradas para um amplificador operacional (LM741). Como este componente possui limites de alimentação (22 volts [4] ), não podemos o alimentar com a tensão que é fornecida na rede elétrica (220 volts de valor eficaz). Para que fosse possível fazer a alimentação de forma correta, foi desenvolvido um circuito que converte a tensão AC da rede elétrica em 12 volts DC, que é um valor adequado para ser utilizado. Outro componente que necessita dessa tensão mais baixa é o relé, que possui como tensão máxima aplicável 15,6 VDC [5].

Para fazer a conversão da tensão de alimentação foi utilizada uma ponte retificadora de onda completa (feita com 4 diodos 1N4007) e um diodo Zener de 12 volts. Antes da ponte retificadora foi colocado um capacitor de poliéster de 1 $\mu$ F para que a corrente fosse limitada, já que esta poderia danificar não só os componentes da parte lógica do projeto, como também os próprios componentes que estão sendo utilizados para conversão da tensão. Além disso, foram utilizados dois capacitores eletrolíticos de 470  $\mu$ F, em paralelo com diodo Zener, que tinham como função reduzir ruídos na saída do conversor, deixando assim os 12 volts DC mais estáveis.

A parte lógica do circuito foi feita utilizando dois divisores de tensão como entradas de um amplificador operacional que tinha como função fazer a comparação das entradas. Um dos divisores é composto por dois resistores de 10 K $\Omega$ , que fazem com que a tensão em uma entrada seja sempre 6 volts DC (metade da alimentação total); e outro divisor é composto por um resistor de 50 K $\Omega$  (composto de 5 resistores de 10 K $\Omega$  em série) e um LDR (Ver figura 2), que possui um capacitor de 100  $\mu$ F em paralelo para que haja uma temporização no acionamento da lâmpada.

Quando a luminosidade está alta, a resistência do LDR é baixa (por volta de 3 K $\Omega$ ), fazendo com que a tensão sobre ele seja menor que a tensão sobre o resistor de 50 K $\Omega$ . Com isso, a tensão de saída do LM741 fica saturada “negativamente” em, aproximadamente, 1,8 VDC (a expressão saturada negativamente é utilizada quando usa-se alimentação simétrica, que nesse projeto não foi utilizada, já

que o amplificador operacional foi alimentado com 0 e 12 VDC). Essa tensão sofre uma queda em um resistor de 47 K $\Omega$  e em um diodo 1N4007 (queda de 0,7 volts, aproximadamente) e chega à base de um transistor bipolar de junção (TBJ - BC547B). Com a influência dessa tensão o TBJ fica na região de corte, fazendo com que a tensão no coletor seja alta o suficiente para que o relé não acione a lâmpada.

Quando a luminosidade está baixa, a resistência do LDR é alta (tende a ser maior que 30 M $\Omega$ , mas no caso da intensidade medida no nosso projeto, ela ficará por volta de 65 K $\Omega$ ), fazendo com que a tensão sobre ele seja maior que a tensão sobre o resistor de 50 K $\Omega$ . Com isso, o capacitor em paralelo com o LDR começa a se carregar e quando atinge uma tensão maior que 6 VDC, a tensão de saída do LM741 fica saturada “positivamente” em 11,3 VDC, aproximadamente. Essa tensão sofre uma queda em um resistor de 47 K $\Omega$  e em diodo 1N4007 (queda de 0,7 volts aproximadamente) e chega à base TBJ. Com a influência dessa tensão o TBJ fica na região de saturação, fazendo com que a tensão no coletor fique próxima de 2 VDC, o que estabelece uma diferença de potencial elétrico na bobina do relé suficiente para que este mude posição de chaveamento e acione a lâmpada.

### 3. Simulação

A simulação foi feita utilizando-se o software *Multisim*.

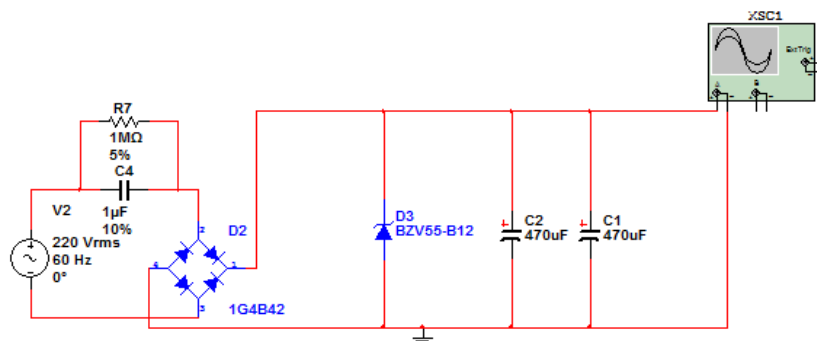


Figura 1 – Esquema elétrico do conversor (fonte) utilizado para simulação.

Para verificar o funcionamento do conversor, foi utilizado o osciloscópio que o *Multisim* oferece.

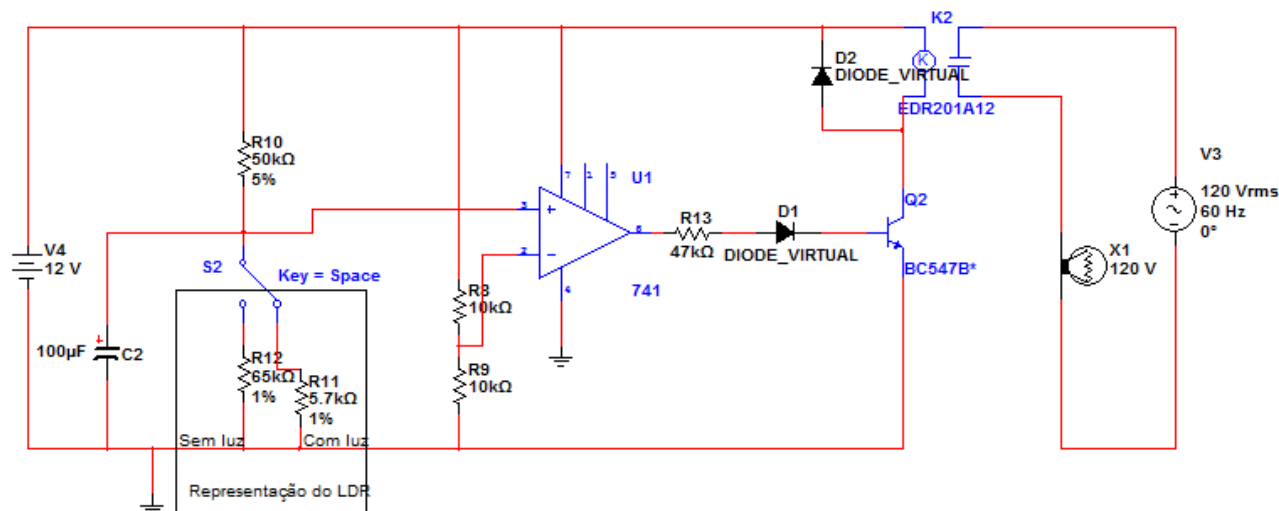


Figura 2 – Esquema elétrico da parte lógica utilizada para simulação.

Como primeiramente a fonte e parte lógica do projeto foram feitas separadamente, foi utilizada uma fonte de 12 volts DC para que a parte lógica fosse testada. Para verificar se essa parte estava funcionando corretamente, foi verificado se a lâmpada ficava acesa ou apagada nas condições de intensidade de luminosidade previamente estabelecidas.

Por fim, juntando o conversor com a parte, o esquema elétrico obtido é o seguinte:

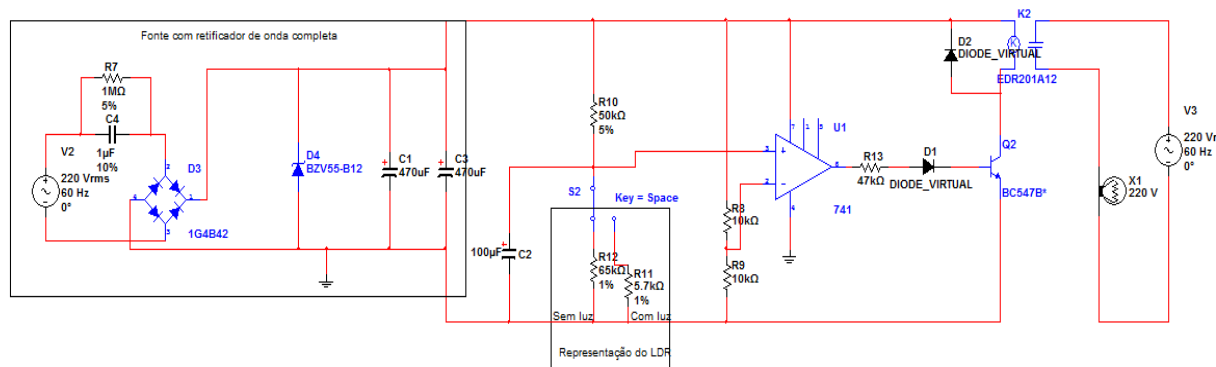


Figura 3 – Esquema elétrico completo do projeto.

#### 4. Resultados

Como resultado foi obtido um circuito funcional que pode ser ligado diretamente na rede elétrica que chega a nossas residências. A tensão de saída do conversor de 12 VDC que era a esperada não foi alcançada, porém o valor obtido está dentro dos limites aceitáveis (13,1 VDC). Para que a lâmpada seja acionada é necessário que o LDR não fique exposto a luminosidade por no mínimo 3,5 segundos, devido o capacitor que foi colocado intencionalmente em paralelo com o LDR. Após esse tempo a lâmpada irá acender.

O projeto foi montado em uma placa de fibra de vidro e, após isso, foi colocado em uma caixa para que fosse alcançada uma condição próxima da que é necessária para que este seja colocado, por exemplo, em um poste de iluminação pública.

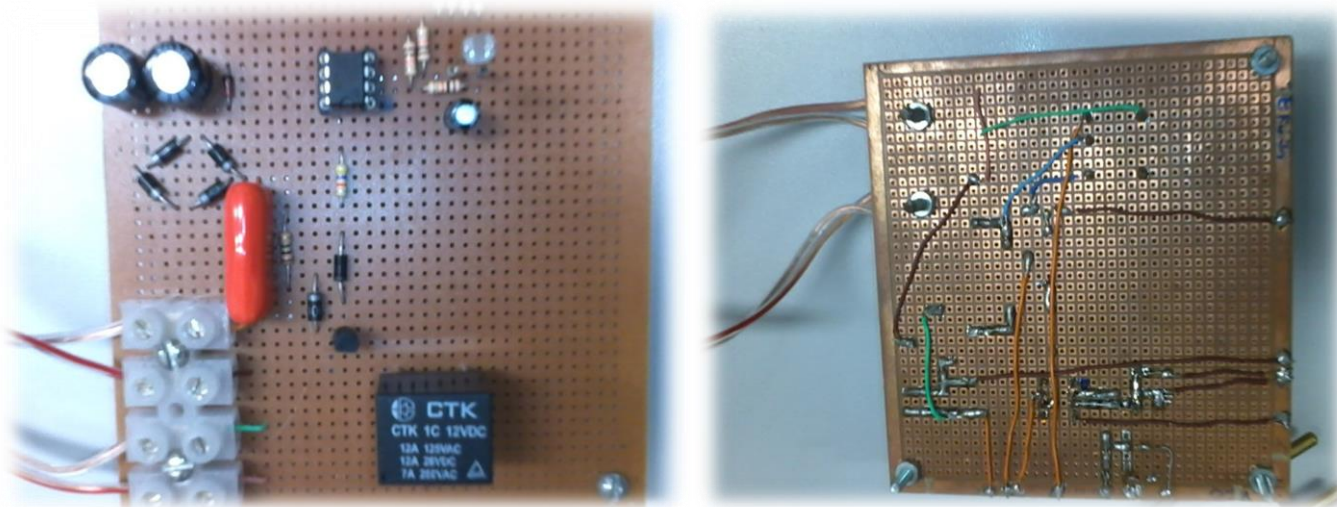


Figura 4 – Imagem superior e inferior, respectivamente, da placa do projeto.

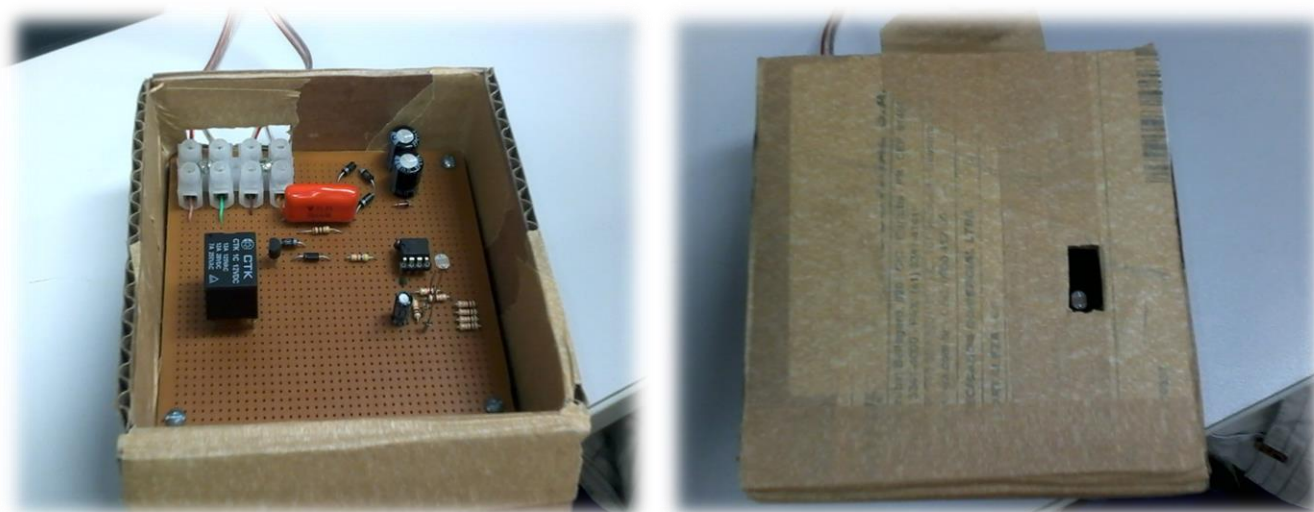


Figura 5 – Placa colocada dentro da caixa e Aparência final do projeto.

## 5. Orçamento

Componente	Referência	Quantidade	Valor (R\$)
Capacitor de Poliester	1uF – 10% - 400 volts	1	3,00
Capacitor Eletrolítico	470uF – 35 volts	2	2,00
Capacitor Eletrolítico	100uF – 35 Volts	1	0,80
Resistor	1MΩ - 5%	1	0,10
Resistor	10KΩ - 10%	7	0,70
Resistor	47KΩ - 10%	1	0,10
Diodo	1N1004	6	1,80
Diodo Zener	12 volts	1	0,35
LDR	-	1	0,30
Amplificador Operacional	741	1	1,00
Transistor Bipolar	BC547B	1	0,50
Relé	12 VDC	1	2,50
Placa para Wire Up	10cm x 10cm - Ilha	1	15,00
Soquete para lâmpada	-	1	1,30
Lâmpada	40 W	1	1,30
Tomada macho	-	1	1,00
Fio	1 m	1	0,80
Ponte para fio	-	1	1,50
<b>Total</b>			<b>34,65</b>

Tabela 1 – Orçamento com preços dos componentes para projeto

## 6. Conclusões

Neste projeto fizemos um relé fotocélula, com o intuito de reproduzir o sistema que é utilizado no nosso sistema de iluminação pública, utilizando apenas dos conhecimentos obtidos nas disciplinas de circuitos elétricos e eletrônicos. Compreendeu-se que a utilização de um uma ponte retificadora de onda completa juntamente com um diodo Zener é capaz de converter uma fonte de alimentação AC de 220 volts para uma fonte DC de 12 volts.

O projeto funcionou de forma esperada, ou seja, no momento em que se apaga a luz, o LDR logo aumenta sua resistência acionando o LM741 e que por sua vez aciona o relé, tendo uma espera de 3,5 segundos para que a luz acenda. No entanto, o projeto poderia ter sido feito de uma forma mais compacta, uma vez que a placa poderia ter sido melhor organizada para a menor ocupação de seu espaço.

## 7. Referências

- [1] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/appnotes/00954a.pdf> - Acessado em 15/11/2013 as 12:40h.
- [2] Nilsson, James W., Susan A. Riedel, Circuitos Elétricos ; revisão técnica Antônio Emílio Angueth de Araújo, Ivan José da Silva Lopes ; tradução Arlete Simille Marques. – 8. Ed. – São Paulo : Pearson Prentice Hall, 2009.
- [3] <http://pdf.datasheetarchive.com/datasheetsmain/Datasheets-5/DSA-88599.pdf> - Acessado em 15/11/2013 as 12:48h.
- [4] <http://pdf.datasheetcatalog.net/datasheet/nationalsemiconductor/DS009341.PDF> - Acessado em 17/11/2013 as 10:35h.
- [5] <http://www.cromatek.com.br/site/index.php/produtos/reles-cromatek/rele-ctk-24v> - Acessado em 17/11/2013 as 10:40h.