

ELECTRONIC POWER CONTROL THROUGH LDR SENSOR

Cezar A. Rigo, Felipe R. Andreis, Edson S. Acco

Universidade de Passo Fundo - UPF, Curso de Engenharia Elétrica, Passo Fundo - RS

cezar.a.rigo@gmail.com, feliperandreis@gmail.com, edson@upf.br

Abstract. This paper describes the development of a power control circuit based on a light sensor type LDR (Light Dependent Resistor). The controlled power is applied to lamps, offering a brightness variation dependent upon the amount of ambient light in the room. This application is interesting because it allows better use of electric power and, consequently, greater energy efficiency.

Keywords: brightness control, LDR, power control.

1. INTRODUÇÃO

Os circuitos de controle automático de lâmpadas são bem conhecidos. Tipicamente, esse tipo de circuito utiliza um foto-sensor para detectar o nível de luz ambiente. Sendo assim, o circuito liga as lâmpadas à noite e desliga durante o dia. Nessa abordagem, tais circuitos de controle automático são particularmente úteis para luzes noturnas, luzes ao ar livre, bem como luzes de rua e também para as lâmpadas que estão em locais inacessíveis [1].

O diferencial do circuito neste trabalho descrito é substituir o controle liga-desliga provendo um controle gradual de variação de brilho luminoso, o que contribui para um aumento na vida útil das lâmpadas incandescentes. Isso é feito com base em um resistor dependente de luminosidade atrelado ao controle de potência elétrica transferida para lâmpada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A Fig. 1 apresenta o diagrama em blocos do circuito.

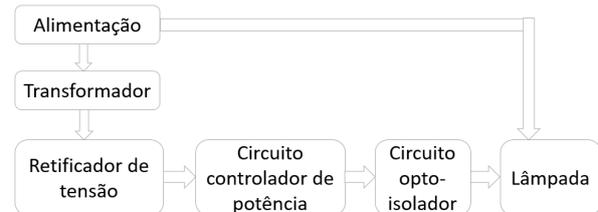


Figura 1 - Diagrama em blocos do circuito.

O circuito é alimentado pela rede elétrica, 220V/60Hz. O transformador reduz 220V para 18V, e proporciona isolamento elétrico. Para melhor análise, serão explicados os circuitos retificador de tensão, controlador de luminosidade e circuito opto-acoplador em seus respectivos tópicos.

1.1 Circuito retificador de tensão

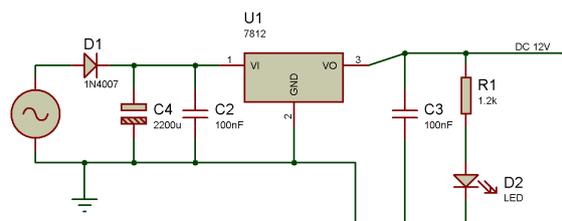


Figura 2 - Circuito retificador de tensão.

Este circuito (mostrado na Fig. 2) tem por finalidade alimentar os componentes de controle de sinal, como o TCA785. Para isso, transforma 18Vac em 12Vdc [2].

1.2 Circuito controlador de luminosidade

O controle de luminosidade é dado, basicamente, por um sensor LDR em associação com o TCA785.

O TCA785 é um dispositivo de controle de fase para controle de disparos de tiristores, triacs e transistores. O controle de fase é dado através de uma rampa sincronizada com a rede. Um detector de passagem por zero é o responsável por esta sincronia. Quando a tensão da rampa interna ao TCA785 exceder a tensão aplicada ao pino 11, um pulso de 30 us aparece na saída Q1 (Fig. 3). Assim, através da variação da tensão no pino 11 é possível controlar disparos desde 0 até 180 graus [3].

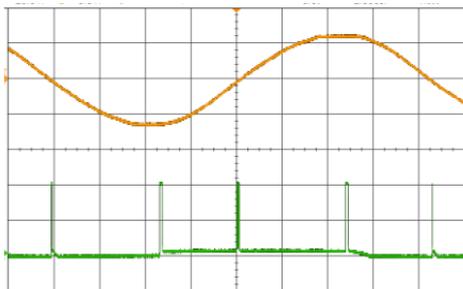


Figura 3 - Acima a tensão da rede; abaixo a saída Q1-Q2 do TCA.

O LDR é um resistor variável que aumenta sua resistência conforme a luminosidade diminui, assim, se a tensão sobre o LDR for aplicada diretamente no pino 11 do TCA, tem-se um controle de disparos do TRIAC em função da luminosidade [4].

A Fig. 4 representa o circuito de configuração do TCA e condicionamento do LDR. O resistor R2 limita a corrente passando pelo LDR, para evitar um curto circuito caso a resistência do LDR esteja muito baixa.

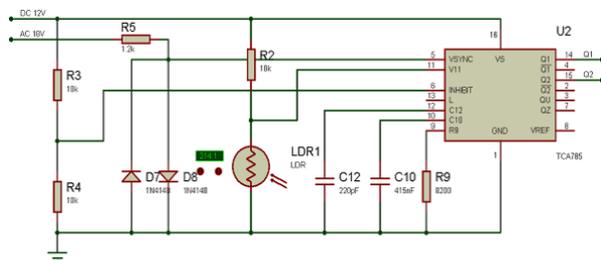


Figura 4 - Circuito controlador de luminosidade.

O resistor R9 é a resistência da rampa de carga, e sua equação é dada a partir de características do TCA785. Essa resistência é ajustada pelo usuário através de um

potenciômetro de 50 kΩ.

Nesse circuito a estabilidade foi encontrada com um resistor de aproximadamente 8200 Ω, assim podendo-se calcular a capacitância do pino 10 (C10), através da equação seguinte:

$$C10 = \frac{V_{ref} * k * t}{R9 * V10} \quad (1)$$

Onde: V_{ref} é a tensão de referência (3,1 Volts); K é constante 1,1; t é o tempo de ciclo da senóide da rede; e $V10$ a tensão no pino 10, 10 Volts.

Resolvendo a equação (1) temos que a capacitância $C10 = 346$ nF. Utilizando valores comerciais e aproximados foi escolhido o capacitor de 415 nF. O resistor R5 e os diodos D7 e D8 fornecem ao TCA a tensão de sincronização, provinda da rede.

Ressalta-se que se o pino 6 estiver em aterrado, todas as saídas estarão bloqueadas. Assim um divisor de tensão garante os 6V necessários no pino 6 do TCA para a correta configuração das saídas do mesmo.

1.3 Circuito opto-isolador

A figura 5 mostra o estágio de isolamento a projetar. Os pulsos das saídas Q1 e Q2, provenientes do TCA, são isolados do circuito de potência através do MOC3021.

O MOC possui internamente um LED infravermelho e um FotoTriac, ambos completamente isolados eletricamente. Assim, ao ativarmos seu LED interno, através de um pulso nas suas entradas 1-2, a luz infravermelha ativa o semiconductor foto sensitivo, o TRIAC interno [5]. Ativando o TRIAC interno uma tensão é aplicada no *gate* do TRIAC externo, disparando-o. Ambos TRIACs (interno e externo) somente deixarão de conduzir quando a tensão rede passar por zero [6].

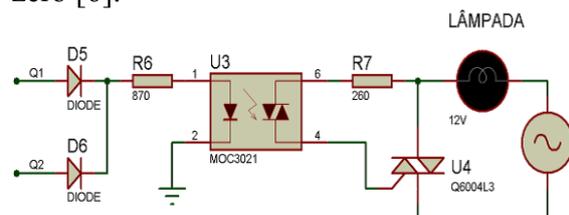


Figura 5 - Circuito opto-isolador.

Os diodos D5 e D4 tem como propósito proteger as saídas Q1-Q2 uma da outra. Isso por que quando Q1 está com tensão, por exemplo, tem-se que abrir sua conexão com Q2 pois Q2 poderia ser danificada.

O resistor R6 pode ser calculado pela da equação (2).

$$R6 = \frac{V_{pino15} - V_l - V_{diodo}}{I_{led}} \quad (2)$$

Com a folha de dados do TCA785, obtêm-se $V_{pino15}=10$ Volts e do MOC3020 $V_{diodo}=0,7$ Volts (1n4148), $V_l=1,15$ Volts e $I_{led}=10$ mA. Resultando em R6 no valor de 815Ω - valor comercial de 870Ω .

O resistor R7 tem por função proteger a saída do MOC3020. Seu cálculo é dado pela tensão máxima que pode recair no mesmo, sobre a corrente do led. Assim $R7 = 220.1,41/10$ mA. R7 é, portanto, 259Ω .

1.4 Material utilizado

01 Trafo 220V/9V-0-9V; Resistores: 1x870R, 1x260R, 1 x 1k2, 1 x 10K, 1 x 1.2M, 1xLDR; Diodos: 01 1N4007, 04 1N4148; Capacitores: 1 x 2200uF/50V, 2 x 100nF/50V, 1 x 220pF/25V, 1x 415nF; 1 LED; 1 Potenciômetro 50K; 1 lâmpada; 1 MOC 3020; 1 LM7812C; 1 Triac MAC210; Caixa para alocação do circuito impresso; multímetro; osciloscópio; conjunto de lâmpadas 100W.

5. CONCLUSÃO

Analisando o protótipo montado, concluiu-se que o conjunto LDR-TCA produz um sinal de controle para chaveamento razoavelmente preciso, para o estágio de potência do circuito.

Obteve-se, assim, um eficiente e funcional controle de luminosidade através da implantação desse circuito. E, graças a isolação ótica, o protótipo se mostrou confiável e seguro.

REFERÊNCIAS

- [1] D. H. F. Elizabeth L. Ratner, "Lamp with integral automatic light control circuit". 29-jan-1991.
- [2] "LM78XX Series Voltage Regulators", 2000. [Online]. Available at: <http://www.ti.com.cn/cn/lit/ds/symlink/lm7815c.pdf>. [Acessado: 01-jul-2016].
- [3] "TCA 785". [Online]. Available at: http://www.infineon.com/dgdl/Infineon-TCA785-DS-v01_01-en.pdf?fileId=db3a304412b407950112b437a1216867. [Acessado: 01-jul-2016].
- [4] "Light Dependent Resistor -LDR". [Online]. Available at: <http://kennarar.vma.is/thor/v2011/vgr402/ldr.pdf>. [Acessado: 01-jul-2016].
- [5] "MOC3020 THRU MOC3023 OPTOCOUPERS Datasheet". [Online]. Available at: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/moc3022.pdf>. [Acessado: 01-jul-2016].
- [6] "3-75 Motorola Thyristor Device Data Triacs Silicon Bidirectional Thyristors". [Online]. Available at: <http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/motorola/MAC210-4.pdf>. [Acessado: 01-jul-2016].