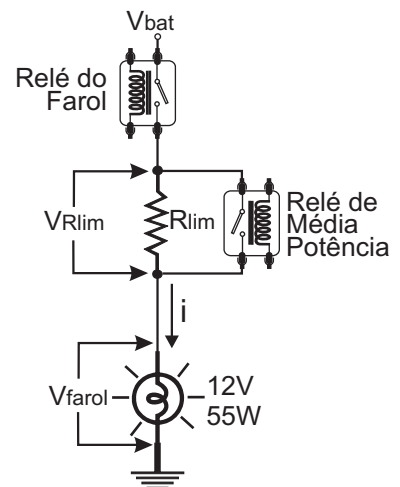


Limitador de Potência para Farol de Milha

Assunto: Cálculo de resistor limitador em circuito de lâmpada incandescente (farol de milha) para a obtenção de duas intensidades de iluminação: máxima e mínima. O exemplo apresentado, por sua vez, permite aplicar os conceitos de dissipação de potência e lei de Ohm em circuitos DC (circuitos de contínua).

A figura ao lado apresenta o circuito que será utilizado para o cálculo. Dispõe de um relé de energização (relé do farol) e um outro para obter a intensidade mínima (relé de média potência).



▶ Com o relé de média potência fechado o farol recebe alimentação plena e desenvolve a máxima luminosidade.

▶ Com o relé de média potência aberto se insere **Rlim** no circuito com o que se consegue diminuir a corrente e conseqüentemente, a potência dissipada no farol. Ou seja, o farol recebe uma tensão menor. A diferença entre esta tensão **Vfarol** e **Vbat** cai no resistor limitador **Rlim**.

O mesmo acontece com a potência dissipada. Na condição de baixa luminosidade, a potência fornecida pela bateria é dissipada parte no farol e parte no resistor limitador.

▶ Para os cálculos supõe-se uma lâmpada de 55W de potência e o circuito alimentado com **Vbat** = 12V.

A seqüência de cálculos a seguir, tem por objetivo, obter o valor da corrente **imin**, que circula quando **Rlim** está inserida no circuito, e o valor da queda de tensão no resistor limitador nessa condição. Com estes dois valores e aplicando a lei de Ohm obtém-se **Rlim**. Os valores calculados a seguir resultam da aplicação das fórmulas apresentadas no quadro ao lado.

1. Obtenção do valor nominal de corrente **i** que circula no circuito quando o farol é alimentado com tensão de bateria.

Para isto lembrar que a potência **P** dissipada num dispositivo é igual à tensão **V**, aplicada aos terminais, multiplicada pela corrente **i** que o circula, como indica a fórmula **a**).

A partir desta fórmula é obtida a **b**) que permite calcular o valor da corrente. Na condição de plena potência, alimentado com tensão de 12V, o farol dissipa 55W (valor nominal). Aplicando a fórmula **b**) resulta a corrente **i**=4,6A.

2. Com o valor de **i**, cálculo do valor nominal da resistência interna do farol (**Rfarol**). Aplicando a lei de Ohm com a fórmula **c**), e na condição de **V**=12V e **i**=4,6A resulta **Rfarol**=2,6 ohms.

3. Escolha da potência necessária para obter a luminosidade mínima desejada.

Por exemplo, pode-se escolher a luminosidade mínima resultante da dissipação da metade de potência nominal, ou seja, 27W.

4. Cálculo da tensão com a qual alimentar o farol para a condição de luminosidade mínima.

Para isto, tomando como base a fórmula **d**), que reproduz a fórmula **a**), e substituindo o fator **i** pelo seu equivalente em função de **V** e **R** obtém-se a fórmula **e**) que expressa a potência dissipada em função de **Vfarol** e **Rfarol**. Desta última deriva a fórmula **f**) a qual permite obter o valor de **Vfarol** para a condição de mínima luminosidade (**Pfarol**=27W).

Considera-se que a resistência interna **Rfarol** permanece no valor calculado para a condição de máxima potência, ou seja, 2,6 ohms. Esta suposição, ainda que não seja exata, resulta num valor aproximado aceitável. Resulta **Vfarol**=8,4V. Este é a tensão com a qual deve ser alimentado o farol para que dissipe 27W.

5. Cálculo da corrente que circula na condição de potência mínima. Aplicando a fórmula **b**), como feito no passo 1 resulta **imin**=3,2A

6. Cálculo da tensão **VRlim** que deve cair no resistor limitador para obter luminosidade mínima. A diferença de tensão entre a tensão de bateria **Vbat** e a tensão **Vfarol** calculada no passo anterior, deve cair no resistor **Rlim**. Resulta **VRlim**=12V-8,4V=3,6V

a) $P = V \times i$	
b) $i = \frac{P_{\text{farol}}}{V_{\text{farol}}}$	c) $R_{\text{farol}} = \frac{V_{\text{farol}}}{i}$
d) $P_{\text{farol}} = V_{\text{farol}} \times i$	e) $P_{\text{farol}} = \frac{[V_{\text{farol}}]^2}{R_{\text{farol}}}$
f) $V_{\text{farol}} = \sqrt{P_{\text{farol}} \times R_{\text{farol}}}$	
g) $V_{R_{\text{lim}}} = V_{\text{bat}} - V_{\text{farol}}$	
h) $R_{\text{lim}} = \frac{V_{R_{\text{lim}}}}{i_{\text{min}}}$	
j) $P_{R_{\text{lim}}} = V_{R_{\text{lim}}} \times i_{\text{min}}$	
k) $\frac{V_{R_{\text{lim}}}}{V_{\text{bat}}} = \frac{R_{\text{lim}}}{R_{\text{total}}}$	m) $\frac{V_{\text{farol}}}{V_{\text{bat}}} = \frac{R_{\text{farol}}}{R_{\text{total}}}$
n) $V_{R_{\text{lim}}} = \frac{R_{\text{lim}}}{R_{\text{total}}} \times V_{\text{bat}}$	
p) $V_{\text{farol}} = \frac{R_{\text{farol}}}{R_{\text{total}}} \times V_{\text{bat}}$	

7. Cálculo da resistência de **Rlim** a partir da queda de tensão **VRlim** e da corrente de baixa luminosidade **imin**. Aplicando a fórmula **h**) resulta **Rlim**=1,1 ohm. A **Rtotal** do circuito resulta igual a **Rlim+Rfarol**; neste exemplo, igual a 3,7 ohms.

Para o cálculo de **Rlim** lembrar que com tensão **Vfarol** menor (na condição de baixa luminosidade), a resistência **Rfarol** resulta menor que o nominal calculado aplicando a fórmula **c**). Toda lâmpada incandescente, quando fria possui uma resistência menor se comparada com aquela na condição quente. A resistência do filamento apresenta um coeficiente positivo de temperatura.

Portanto, na realidade, **Rlim** provocará uma queda de tensão maior à calculada em **6** resultando numa tensão **Vfarol** menor e conseqüentemente, numa potência dissipada inferior aos 27W considerados inicialmente.

8. Cálculo da potência dissipada em **Rlim** aplicando a fórmula **j**); resulta **PRlim**=11W. Reparar que na condição de baixa luminosidade, o conjunto série **Rfarol+Rlim** dissipa uma potência inferior aos 55W nominais do farol.

A partir deste resultado e como margem de segurança, o resistor deveria poder dissipar 15W. No entanto como será visto a seguir, este valor não contempla a dissipação máxima que deverá suportar o resistor devido a que o resultado de 11W foi obtido considerando **Vbat**=12V, que é a tensão nominal das baterias de veículos leves.

O resistor limitador e a resistência interna do farol formam um divisor resistivo. Nestes circuitos a proporção entre cada uma das resistências e a resistência série total resulta igual à proporção entre cada uma das quedas de tensão e a tensão de alimentação que neste caso é **Vbat**. Estas proporções são representadas pelas fórmulas **k**) e **m**).

No caso do exemplo, a proporção de **Rlim** com relação a **Rtotal** é 0,3 e a de **Rfarol** é 0,7. Reparar que as mesmas proporções se aplicam às tensões.

Rearranjando os fatores das proporções obtém-se as fórmulas **n**) e **p**) que permitem calcular os valores de **VRlim** e **Vfarol** em função de variações de **Vbat**.

Como será visto a seguir, esta conclusão é importante para verificar a potência que deverá dissipar **Rlim** no caso de tensão máxima de bateria que, com motor funcionando pode chegar a 14,7V.

Aplicando as fórmulas **n**) e **p**) para **Vbat**=14,7V, resultam **Vfarol**=10,3V e **VRlim**=4,4V

9. Para verificar a dissipação máxima do resistor **Rlim**, aplicar a fórmula **e**), com **VRlim**=4,4V e **Rlim**=1,1 ohm. Resulta **PRlim**=17,6W. Reparar no aumento de dissipação de potência se comparado com o valor obtido no passo **8**. Portanto, a partir deste resultado e como margem de segurança, o resistor deveria suportar 20W como mínimo.

□ CONCLUSÕES

- ▶ Como mencionado, o valor calculado de **Rlim** é aproximado em função de não ser conhecido o valor de **Rfarol** quando a lâmpada recebe uma tensão de alimentação inferior à nominal. Por outro lado, na maioria dos casos, o resistor limitador deverá ser escolhido dentre aqueles disponíveis no mercado de valores aproximados.
- ▶ A resistência do resistor limitador é calculada a partir do valor nominal de tensão. Já, a dissipação deve considerar o valor máximo aplicando a seguir, uma margem de segurança.
- ▶ O valor do resistor limitador pode ser obtido, de forma aproximada, com uma configuração em paralelo de resistores de mercado. Assim, no caso do exemplo, o valor de 1,1 ohm pode ser obtido com o paralelo de dois resistores de 2,7 ohm que resulta num resistor equivalente de 1,35 ohm. Cada um destes deverá suportar a dissipação de 10W.

Humberto José Manavella
humberto@hmutotron.eng.br

Publicações da HM Autotrônica

- CONTROLE INTEGRADO DO MOTOR
- ELETRO-ELETRÔNICA AUTOMOTIVA
- DIAGNÓSTICO AUTOMOTIVO AVANÇADO
- EMISSÕES AUTOMOTIVAS
- ELETRÔNICA EMBARCADA VEICULAR

OS LIVROS SÃO TODOS EM FORMATO IMPRESSO, ENCADERNADOS COM ACABAMENTO "HOT MELT" (LOMBADA QUADRADA).

Para informações sobre conteúdo e condições de compra:

→ www.hmutotron.eng.br
→ (11) 3884-0183