

Lâmpada Elétrica de Filamento

Arthur Faria Campos, 16/0024242, Bruna Medeiros da Silva, 16/0048711

Resumo— A resistência elétrica do filamento da lâmpada depende diretamente da temperatura a que o material está submetido. Diminuindo a temperatura do filamento, soprando-o, diminui-se a sua resistência e isso aumenta a intensidade da corrente do circuito.

I. GRÁFICO DO FILAMENTO

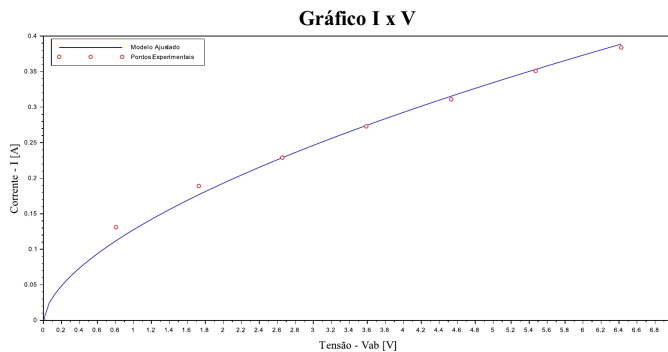


Figura 1. $I \times V_{AB}$

Através da observação e análise do gráfico para a curva $I \times V_{AB}$, o comportamento semi-parabólico que os pontos experimentais seguem pode ser notado de forma clara. Para um modelo Ohmico os valores obtidos formariam uma reta inclinada. Entretanto, o experimento não apresenta tal comportamento pela presença da resistência R_1 da lâmpada, que aumenta conforme a potência aumenta, gerando a curvatura presente no gráfico.

Segundo a lei de Ohm, tensão é o produto da corrente com a resistência ($U = R \times I$), o que indica que a corrente e a resistência são inversamente proporcionais, ou seja, para uma mesma tensão, quanto maior a resistência, menor a corrente. Nesse caso, conforme esta lei, como a resistência aumenta com o aumento da tensão, o circuito deixa de seguir um modelo linear para seguir um modelo parabólico.

II. QUESTIONARIO

A temperatura de cor expressa a aparência da cor emitida pela fonte de luz. Medida em Kelvin (K), quanto mais alta a temperatura, mais clara é a tonalidade da cor. Por exemplo, quando falamos uma luz quente ou fria, não nos referimos exatamente à temperatura física da lâmpada, mas sim à sua tonalidade.

Tabela I
TABELA DE TEMPERATURAS

Temperatura	Fonte
1700 K	Chama de fósforo, lâmpadas de sódio de baixa pressão (LPS / SOX)
1850 K	Chama de vela, pôr do sol / nascer do sol
2400 K	Lâmpadas incandescentes padrão
2550 K	Lâmpadas incandescentes brancas e frias
2700 K	Lâmpadas fluorescentes compactas e LED brancas "Soft white"
3000 K	Lâmpadas fluorescentes compactas e LED brancas
3200 K	Lâmpadas de estúdio, photofloods, etc.
3350 K	Luz de estúdio "CP"
5000 K	Horizonte de dia
5000 K	Lâmpadas fluorescentes tubulares ou branco frio / luz do dia lâmpadas fluorescentes compactas (CFL)
5500-6000 K	Luz do dia vertical, flash eletrônico
6200 K	Lâmpada de arco curto de xenônio [3]
6500 K	Luz do dia, nublado
6500-9500 K	Tela LCD ou CRT
15,000-27,000 K	Céu azul claro do poleward

A. Eficiência de lâmpadas incandescentes

Para o cálculo da eficiência utilizamos uma lâmpada incandescente comum de 2400K [1] de temperatura e adotamos como sendo um espectro de radiação de corpo negro e ainda que o espectro de emissão é útil apenas entre 390 nm e 700 nm [2] (faixa visível do espectro eletromagnético).

Segundo a lei de Stefan-Boltzmann [3] para um corpo negro, a radiação total é dada pela seguinte fórmula:

$$I = \sigma T^4 \quad (1)$$

E pela lei da radiação de Planck [3] se obtém-se a radiação para um comprimento de onda específico:

$$I(\lambda) = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{\frac{hc}{\lambda kT}} - 1)} \quad (2)$$

Apenas uma pequena fração da intensidade de uma lâmpada é emitida em comprimentos de onda visíveis (390 a 700 nm) [2], como indicado a área sombreada na Fig. 1. Esta fração foi determinada pela razão entre a área aproximada da região visível e a densidade total do fluxo radiante da equação 1.

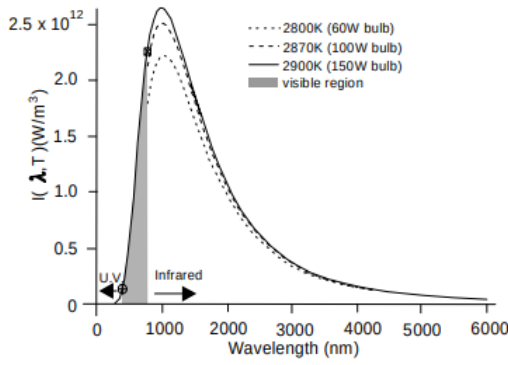


Figura 2. Emissão espectral $I(\lambda)$ para a radiação

Para $\lambda = 390\text{nm}$

$$\frac{hc}{\lambda kT} = \frac{(6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(390 \times 10^{-9} \text{ m})(1,381 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K})(2400 \text{ K})} = 15,3679 \quad (3)$$

$$I(\lambda) = \frac{2\pi(6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})^2}{(390 \times 10^{-9} \text{ m})^5 (e^{15,3679} - 1)} = 8,7817 \times 10^9 \text{ W/m}^3 \quad (4)$$

Para $\lambda = 700\text{nm}$

$$\frac{hc}{\lambda kT} = \frac{(6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})}{(700 \times 10^{-9} \text{ m})(1,381 \times 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K})(2400 \text{ K})} = 8,5621 \quad (5)$$

$$I(\lambda) = \frac{2\pi(6,626 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s})(2,998 \times 10^8 \text{ m/s})^2}{(700 \times 10^{-9} \text{ m})^5 (e^{8,5621} - 1)} = 425,81 \times 10^9 \text{ W/m}^3 \quad (6)$$

Calculando por aproximação a área do trapézio:

$$A(\Delta\lambda) = \frac{(I(\lambda_{max}) + I(\lambda_{min}))\Delta\lambda}{2}$$

$$A(\Delta\lambda) = \frac{(425,81 \times 10^9 \text{ W/m}^3 + 8,7817 \times 10^9 \text{ W/m}^3)310 \times 10^{-9} \text{ m}}{2} = 67361,7135 \text{ W/m}^2 \quad (7)$$

Utilizando a equação 1 para definir a densidade total do fluxo radiante:

$$I = \sigma T^4 = (95,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4)(2400 \text{ K})^4$$

$$= 1,881 \text{ MW/m}^2 \quad (8)$$

Dessa forma, temos que a eficiência da lâmpada é [4]

$$Eficiencia = \frac{A(\Delta\lambda)}{I}$$

$$Eficiencia = \frac{67361,7135 \text{ W/m}^2}{1,881 \times 10^6 \text{ W/m}^2}$$

$$Eficiencia = 0,0358 = 3,58\% \quad (9)$$

III. PESQUISA

A. Lâmpadas photoflood

De forma geral, a temperatura comum das lâmpadas incandescentes de tungstênio fica entre 2400-3000. Contudo, existem lâmpadas especiais que conseguem alcançar temperaturas de até 3400K. Essas lâmpadas são denominadas lâmpadas photoflood [5].

As lâmpadas photoflood, utilizadas em iluminação fotográfica, são uma espécie de lâmpada incandescente que produz um fluxo luminoso mais intenso e uma luz mais branca que as lâmpadas incandescentes comuns para se adequar à sensibilidade à luz dos filmes fotográficos, visando reproduzir os objetos com formas e cores equiparáveis às reais quando fotografados ou filmados sob luz natural.

As lâmpadas photoflood, pela sua natureza e a tecnologia empregada, têm curta duração. Uma photoflood que irradia uma luz com temperatura de cor de 3400 K, por exemplo, dura cerca de mil vezes menos que uma lâmpada doméstica comum.

REFERÊNCIAS

- [1] *Lâmpada Incandescente*, 2018. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Lmpada_incandescente
- [2] S. M. Rezende, *Materiais e Dispositivos Eletrônicos*, 2nd ed. Livraria da Física, 2004.
- [3] Young&Freedman, *Física IV*, 14th ed. Pearson, 2016.
- [4] G. K. Dan MacIsaac and G. Anderson, "Basic physics of the incandescent lamp (lightbulb)," vol. 37, 1999.
- [5] *Lâmpada photoflood*, 2018. [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Lmpada_photoflood

Gráfico I x V

