

| Nome | RA | Turma |
|----------------------------|-----------|--------------|
| Adriam Ferreira da Silva | 2648067 | C32 |
| Carlos Gabriel Baratieri | 2706598 | C32 |
| Larissa Gonçalves Carneiro | 2678381 | C32 |
| Arthur Antônio Jofre | 2649632 | C32 |

Roteiro de Prática de Laboratório

Prática 5: Potência e Máxima Transferência de Potência

1. Objetivos

- Mostrar que a potência elétrica em um resistor é função da tensão e da corrente nele existente, bem como observar sua variação em um resistor.
- Verificar experimentalmente sob que condições um gerador transfere a máxima potência para uma carga.

Materiais

- Multímetro;
- Resistores;
- Matriz de Contatos (Protoboard);
- Fontes de tensão de corrente contínua;
- Cabos e fios para conexão entre a fonte e os resistores.

2. Procedimento Experimental

2.1. A primeira parte do experimento tem por finalidade constatar a relação entre a potência dissipada por elementos resistivos (P), a corrente que o atravessa (I) e a tensão entre os seus terminais (V), a qual é dada por:

$$P = V \cdot I$$

2.2. Monte um circuito como o mostrado na figura 1. Varie a tensão no resistor R de acordo com os valores na tabela 1, anote as respectivas correntes. Verifique o que acontece com a temperatura do resistor e anote.

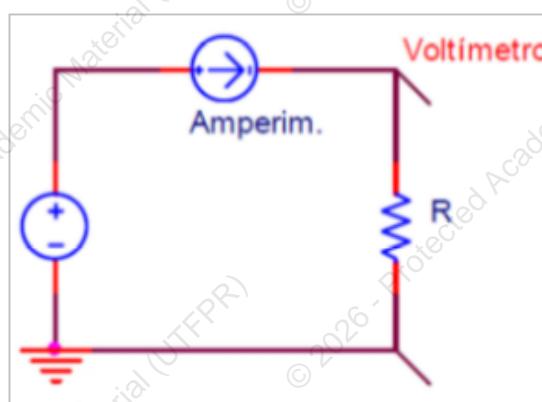


Figura 1: Circuito para análise da potência em circuitos resistivos

Tabela 1 – Dados medidos do circuito da figura 1 (Prático).

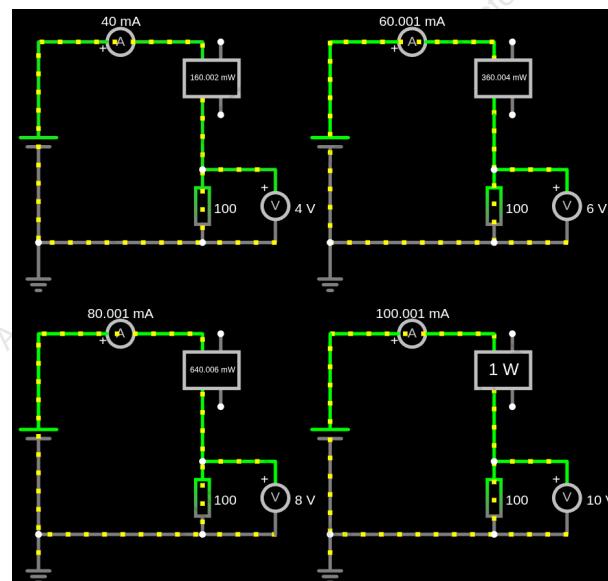
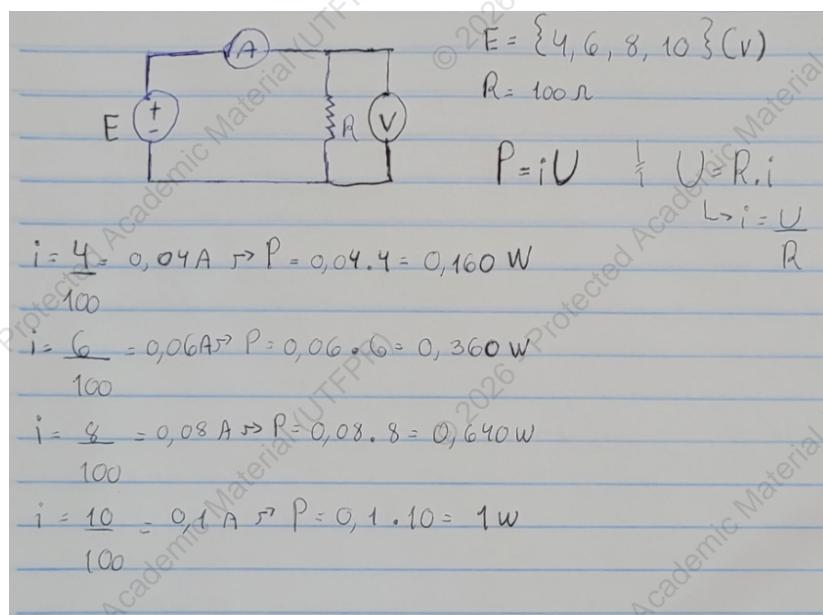
| Resistor | 100 Ω / 5 W | | | |
|-------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| Tensão | 4 V | 6 V | 8 V | 10 V |
| Corrente I [mA] | 39.02 | 58.58 | 78.13 | 97.63 |
| Potência P [W] | 0.156 | 0.352 | 0.625 | 0.976 |

Tabela 1 – Dados simulados do circuito da figura 1 (Teórico).

| Resistor | 100 Ω / 5 W | | | |
|-------------------|--------------------|-------|-------|-------|
| Tensão | 4 V | 6 V | 8 V | 10 V |
| Corrente I [mA] | 40 | 60 | 80 | 100 |
| Potência P [W] | 0.160 | 0.360 | 0.640 | 1.000 |

Tabela Extra – Taxas de erro da corrente e potência do circuito da figura 1.

| Tensão [V] | I_s [mA] | I_m [mA] | Erro I [%] | P_s [W] | P_m [W] | Erro P [%] |
|------------|------------|------------|--------------|-----------|-----------|--------------|
| 4 | 40 | 39.02 | 2.45 | 0.160 | 0.156 | 2.50 |
| 6 | 60 | 58.58 | 2.37 | 0.360 | 0.352 | 2.22 |
| 8 | 80 | 78.13 | 2.34 | 0.640 | 0.625 | 2.34 |
| 10 | 100 | 97.63 | 2.37 | 1.000 | 0.976 | 2.40 |



2.3 Desenhe os gráficos $P \times I$ e $P \times V$ com os dados do resistor. Comente sobre os valores encontrados, analisando as tendências e relações observadas nos gráficos.

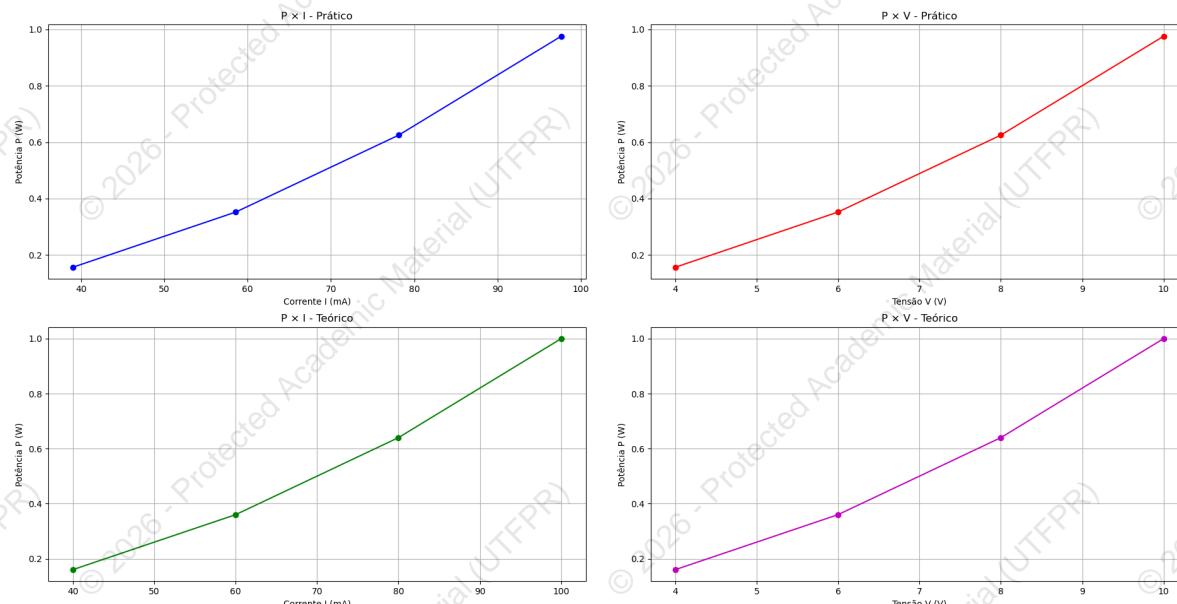


Figura 1: Gráficos $P \times I$ e $P \times V$ - Práticos e Teóricos

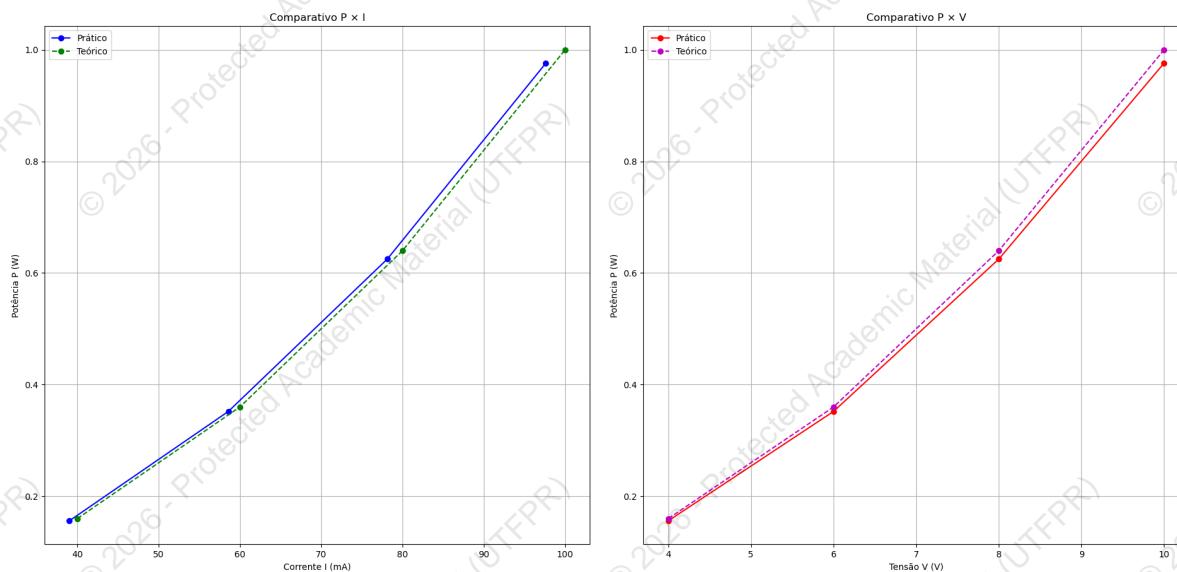


Figura 2: Comparativo

Comentários: Ambos os gráficos $P \times I$ e $P \times V$, a potência aumenta de forma aproximadamente linear tanto com a corrente quanto com a tensão, seguindo a relação $P = V \times I$. No mundo ideal, essa relação seria mais limpa. Em resumo, temos um comportamento linear crescente na medida do possível.

2.4. Esta etapa tem o objetivo de relacionar o valor da resistência com a potência, identificando a carga para a qual ocorre a máxima transferência de potência. Inicialmente, monte o circuito da figura 4 com uma **resistência de 560Ω** e um potenciômetro. Em seguida, para cada valor do potenciômetro mostrado na tabela 2, meça a corrente da carga I_L e a tensão da carga V_L . Por fim, calcule a potência transferida ao resistor R_L e faça o gráfico da resistência pela potência $R_L \times P_L$. Simule o circuito a seguir em seu simulador preferido e preencha a tabela abaixo com os dados encontrados.

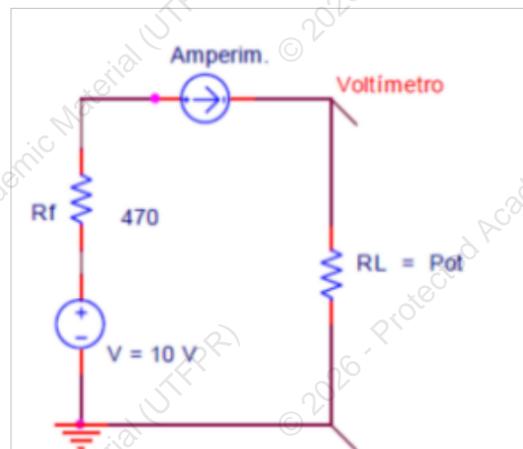


Figura 4: Circuito para análise da resistência em relação à potência

Tabelas 2 e 3 – Dados de corrente e tensão para diferentes valores de R_L .

Tabela 2 – Corrente

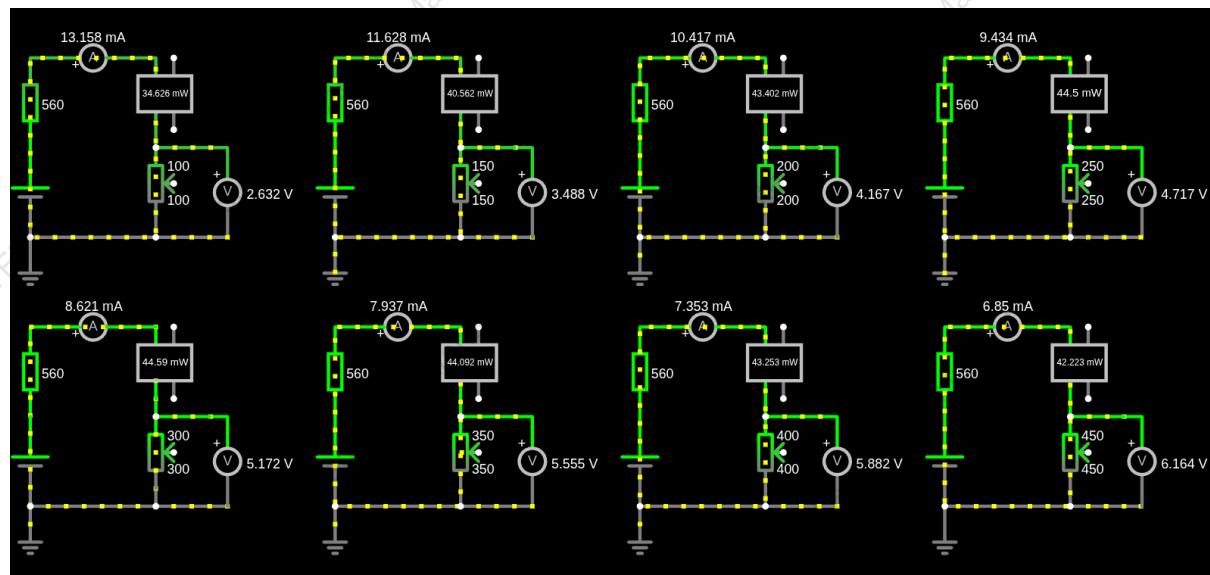
| $R_L [\Omega]$ | $I_L [\text{mA}] (\text{calc.})$ | $I_L [\text{mA}] (\text{med.})$ | Erro [%] |
|----------------|----------------------------------|---------------------------------|----------|
| 200 | 13,16 | 13,75 | 4,22 |
| 300 | 11,63 | 11,78 | 1,27 |
| 400 | 10,42 | 10,61 | 1,80 |
| 500 | 9,43 | 9,51 | 0,84 |
| 600 | 8,62 | 8,67 | 0,58 |
| 700 | 7,94 | 9,00 | 11,78 |
| 800 | 7,35 | 7,39 | 0,54 |
| 900 | 6,90 | 6,88 | 0,29 |

Tabela 3 – Tensão

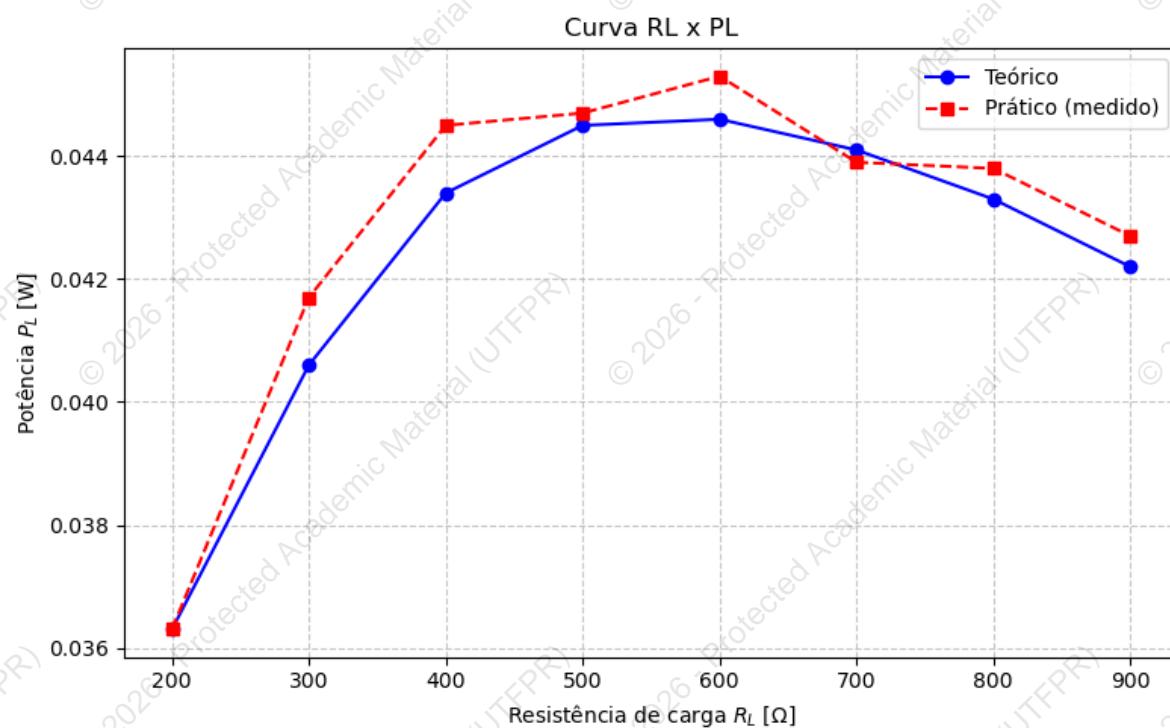
| $R_L [\Omega]$ | $V_L [\text{V}] (\text{calc.})$ | $V_L [\text{V}] (\text{med.})$ | Erro [%] |
|----------------|---------------------------------|--------------------------------|----------|
| 200 | 2,632 | 2,678 | 1,73 |
| 300 | 3,489 | 3,542 | 1,50 |
| 400 | 4,167 | 4,198 | 0,74 |
| 500 | 4,717 | 4,704 | 0,28 |
| 600 | 5,172 | 5,222 | 0,96 |
| 700 | 5,555 | 5,587 | 0,57 |
| 800 | 5,882 | 5,923 | 0,69 |
| 900 | 6,164 | 6,206 | 0,68 |

Tabela 4 – Dados de potência para diferentes valores de R_L .

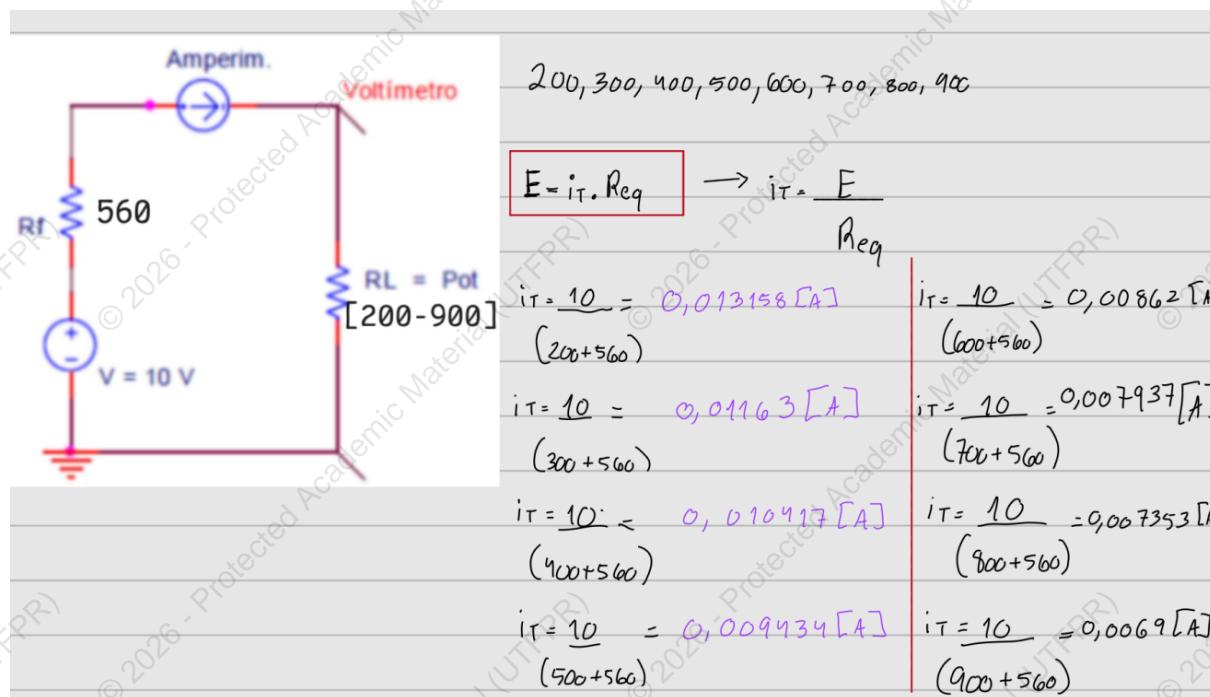
| $R_L [\Omega]$ | $P_L [\text{W}] (\text{calculada})$ | $P_L [\text{W}] (\text{medida})$ | Erro [%] |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|----------|
| 200 | 0,0363 | 0,0363 | 0,00 |
| 300 | 0,0406 | 0,0417 | 2,71 |
| 400 | 0,0434 | 0,0445 | 2,53 |
| 500 | 0,0445 | 0,0447 | 0,45 |
| 600 | 0,0446 | 0,0453 | 1,57 |
| 700 | 0,0441 | 0,0439 | 0,45 |
| 800 | 0,0433 | 0,0438 | 1,15 |
| 900 | 0,0422 | 0,0427 | 1,18 |



2.5. Comente o resultado do gráfico da figura 5

Figura 5: Gráfico $R_L \times P_L$ - Teórico e Prático

Comentários: Podemos observar, tanto no gráfico quanto nos valores da tabela, que, na faixa de variação de 200Ω a 900Ω , a **máxima transferência de potência ocorre em 600Ω** para ambos os casos, teórico e prático. Pequenas variações entre os valores teóricos e medidos são observadas, devido a circunstâncias do ambiente, tolerâncias dos equipamentos e outros fatores experimentais.



| | |
|---|---|
| $V_{RL} = 200 \cdot 0,01358 = 2,717 \text{ V}$ | $V_{RL} = 700 \cdot 0,00862 = 5,992 \text{ V}$ |
| $V_{RL} = 300 \cdot 0,01163 = 3,489 \text{ V}$ | $V_{RL} = 800 \cdot 0,007353 = 5,882 \text{ V}$ |
| $V_{RL} = 400 \cdot 0,010417 = 4,167 \text{ V}$ | $V_{RL} = 900 \cdot 0,0069 = 6,270 \text{ V}$ |
| $V_{RL} = 500 \cdot 0,009434 = 4,717 \text{ V}$ | |
| $V_{RL} = 600 \cdot 0,00862 = 5,172 \text{ V}$ | $V_R = i_R \cdot R_R$ |

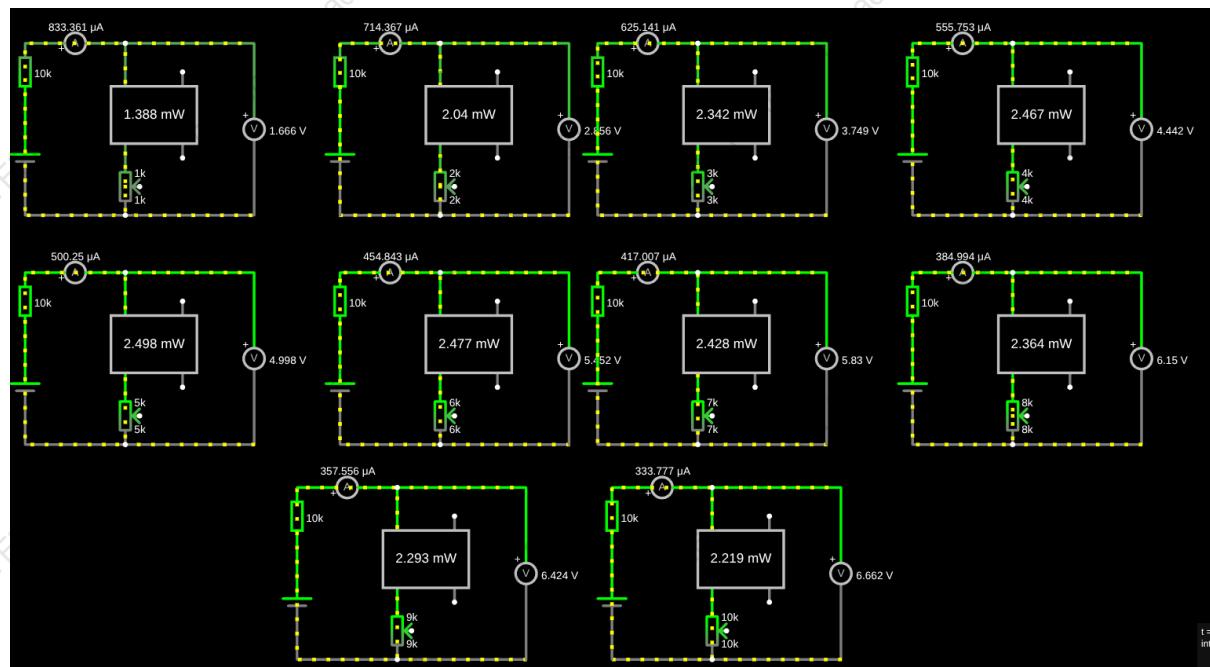
| | |
|---|---|
| $P_{RL} = \frac{V_{RL}^2}{R_{\text{Req}}}$ | $P_{RL} = \frac{(5,172)^2}{600} = 0,04459 \text{ W}$ |
| $P_{RL} = \frac{(2,717)^2}{200} = 0,03626 \text{ W}$ | $P_{RL} = \frac{(5,992)^2}{700} = 0,044092 \text{ W}$ |
| $P_{RL} = \frac{(3,489)^2}{300} = 0,040562 \text{ W}$ | $P_{RL} = \frac{(5,882)^2}{800} = 0,043253 \text{ W}$ |
| $P_{RL} = \frac{(4,167)^2}{400} = 0,043402 \text{ W}$ | $P_{RL} = \frac{(6,270)^2}{900} = 0,042223 \text{ W}$ |
| $P_{RL} = \frac{(4,717)^2}{500} = 0,0445 \text{ W}$ | |

3. Simulação

Faça a simulação em um simulador escolhido pelo grupo. **PS:** Indique o simulador escolhido e usado.

- Em um simulador, monte um divisor de tensão com dois resistores, um de $10\text{ k}\Omega$ e outro que varie de $2\text{ k}\Omega$ até $20\text{ k}\Omega$ (variando de $2\text{ k}\Omega$ em $2\text{ k}\Omega$). Em seguida, plote o gráfico da potência pelo resistor variável ($P \times R$) e comente os resultados.
- Simule os circuitos apresentados na prática.
- Comente sobre os valores obtidos na prática e na simulação.

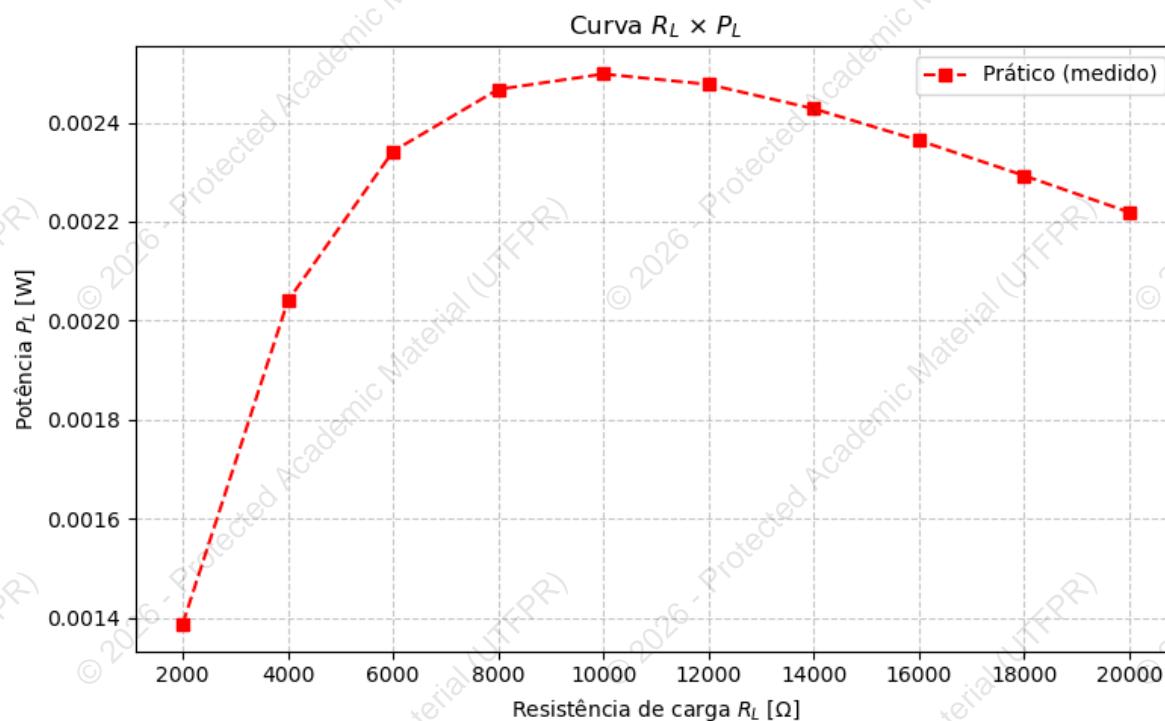
Resposta: O simulador escolhido foi o Falstad. A voltagem escolhida foi de 10V.



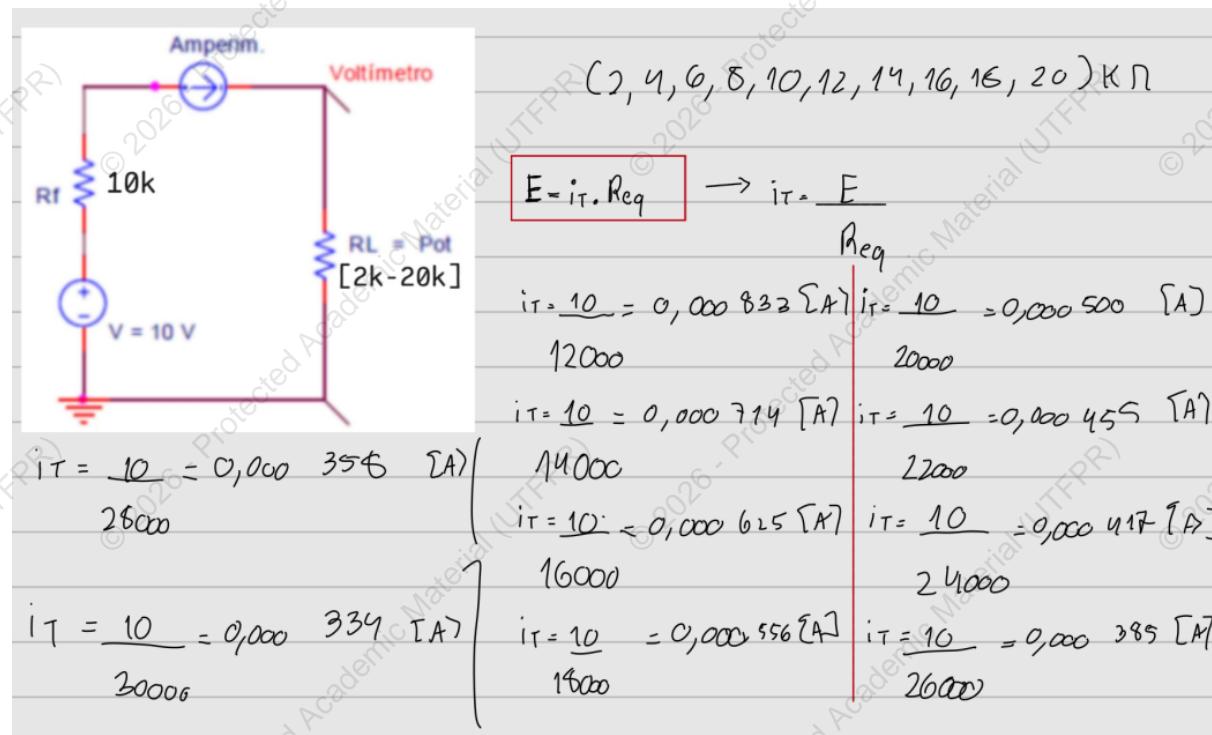
Dados de corrente, tensão e potência para diferentes valores de R_L .

| R_L [kΩ] | I_L [μA] | V_L [V] | P_L [mW] |
|------------|------------|-----------|------------|
| 2 | 833.361 | 1.666 | 1.388 |
| 4 | 714.367 | 2.856 | 2.040 |
| 6 | 625.141 | 3.749 | 2.342 |
| 8 | 555.753 | 4.442 | 2.467 |
| 10 | 500.250 | 4.998 | 2.498 |
| 12 | 454.843 | 5.452 | 2.477 |
| 14 | 417.007 | 5.830 | 2.428 |
| 16 | 384.994 | 6.150 | 2.364 |
| 18 | 357.556 | 6.424 | 2.293 |
| 20 | 333.777 | 6.662 | 2.219 |

Clique aqui para abrir o circuito: [Falstad Circuit Simulator](#)



Comentário: Podemos observar que a máxima transferência de potência ocorre quando a resistência de carga é de aproximadamente 10 kΩ.



| | |
|---|--|
| $V_{RL} = 0,000833 \cdot 2000 = 1,666 \text{ [V]}$ | $V_{RL} = 0,000455 \cdot 12000 = 5,452 \text{ [V]}$ |
| $V_{RL} = 0,000714 \cdot 4000 = 2,856 \text{ [V]}$ | $V_{RL} = 0,000417 \cdot 14000 = 5,830 \text{ [V]}$ |
| $V_{RL} = 0,000625 \cdot 6000 = 3,750 \text{ [V]}$ | $V_{RL} = 0,000385 \cdot 16000 = 6,1150 \text{ [V]}$ |
| $V_{RL} = 0,000556 \cdot 8000 = 4,442 \text{ [V]}$ | $V_{RL} = 0,000356 \cdot 18000 = 6,424 \text{ [V]}$ |
| $V_{RL} = 0,000500 \cdot 10000 = 5,000 \text{ [V]}$ | $V_{RL} = 0,000334 \cdot 20000 = 6,662 \text{ [V]}$ |

| | |
|---|--|
| $P = \frac{U^2}{R}$ | |
| $P_{RL} = \frac{(1,666)^2}{2000} = 0,001388 \text{ [W]}$ | $P_{RL} = \frac{(5,452)^2}{12000} = 0,002499 \text{ [W]}$ |
| $P_{RL} = \frac{(2,856)^2}{4000} = 0,002040 \text{ [W]}$ | $P_{RL} = \frac{(5,830)^2}{14000} = 0,002477 \text{ [W]}$ |
| $P_{RL} = \frac{(3,750)^2}{6000} = 0,002342 \text{ [W]}$ | $P_{RL} = \frac{(6,1150)^2}{16000} = 0,002364 \text{ [W]}$ |
| $P_{RL} = \frac{(4,442)^2}{8000} = 0,002467 \text{ [W]}$ | |
| $P_{RL} = \frac{(5,000)^2}{10000} = 0,002500 \text{ [W]}$ | |
| $P_{RL} = \frac{(6,662)^2}{18000} = 0,002293 \text{ [W]}$ | $P_{RL} = \frac{(6,662)^2}{30000} = 0,002219 \text{ [W]}$ |