

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.

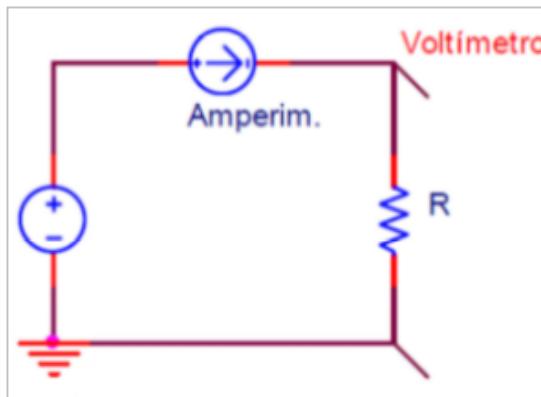


Figura 1: Circuito para análise da potência em circuitos resistivos

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

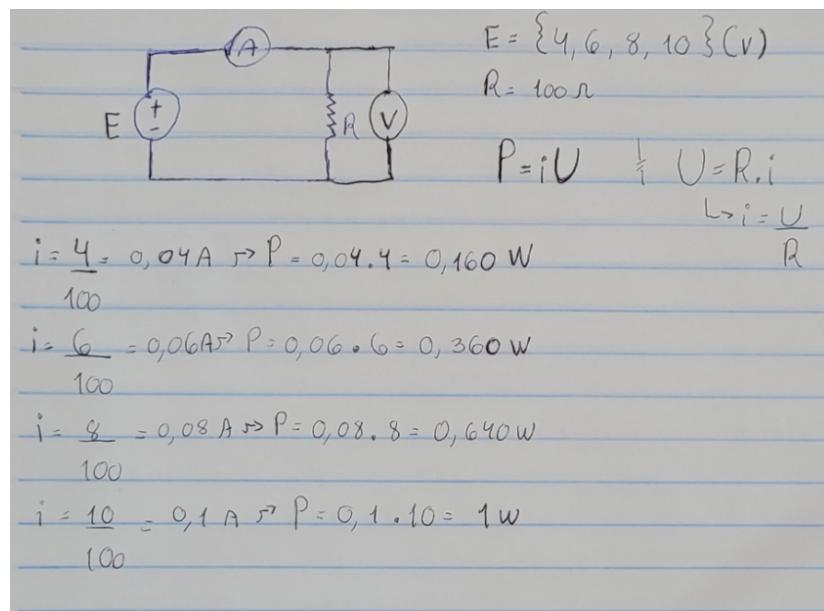
Resistor	100 Ω / 5 W			
Tensão	4 V	6 V	8 V	10 V
Corrente I [mA]	39.02	58.58	78.13	97.63
Potência P [W]	0.156	0.352	0.625	0.976

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



$$E = \{4, 6, 8, 10\} \text{ V}$$

$$R = 100 \Omega$$

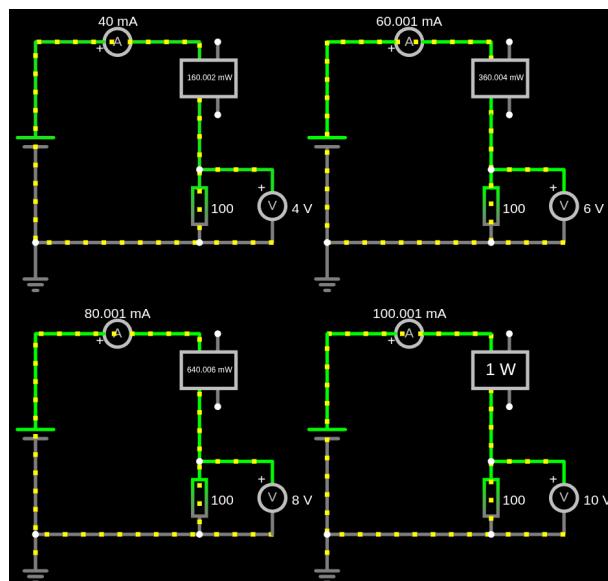
$$P = iU \quad \frac{1}{i} = \frac{U}{R}$$

$$i = \frac{4}{100} = 0.04 \text{ A} \Rightarrow P = 0.04 \cdot 4 = 0.160 \text{ W}$$

$$i = \frac{6}{100} = 0.06 \text{ A} \Rightarrow P = 0.06 \cdot 6 = 0.360 \text{ W}$$

$$i = \frac{8}{100} = 0.08 \text{ A} \Rightarrow P = 0.08 \cdot 8 = 0.640 \text{ W}$$

$$i = \frac{10}{100} = 0.1 \text{ A} \Rightarrow P = 0.1 \cdot 10 = 1 \text{ W}$$



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.

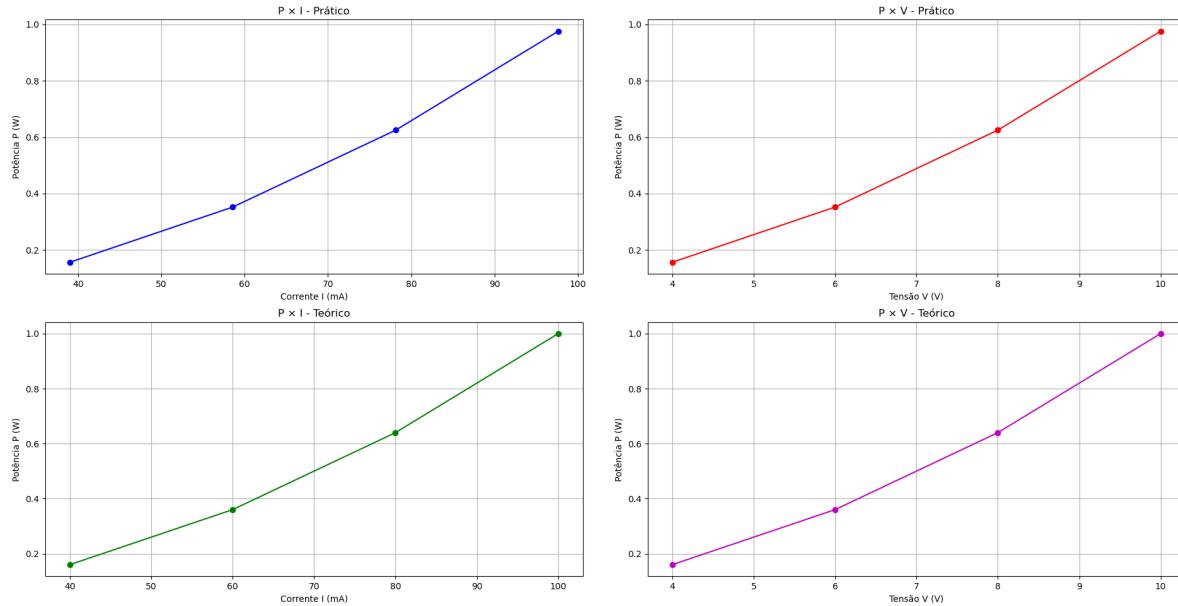


Figura 1: Gráficos $P \times I$ e $P \times V$ - Práticos e Teóricos

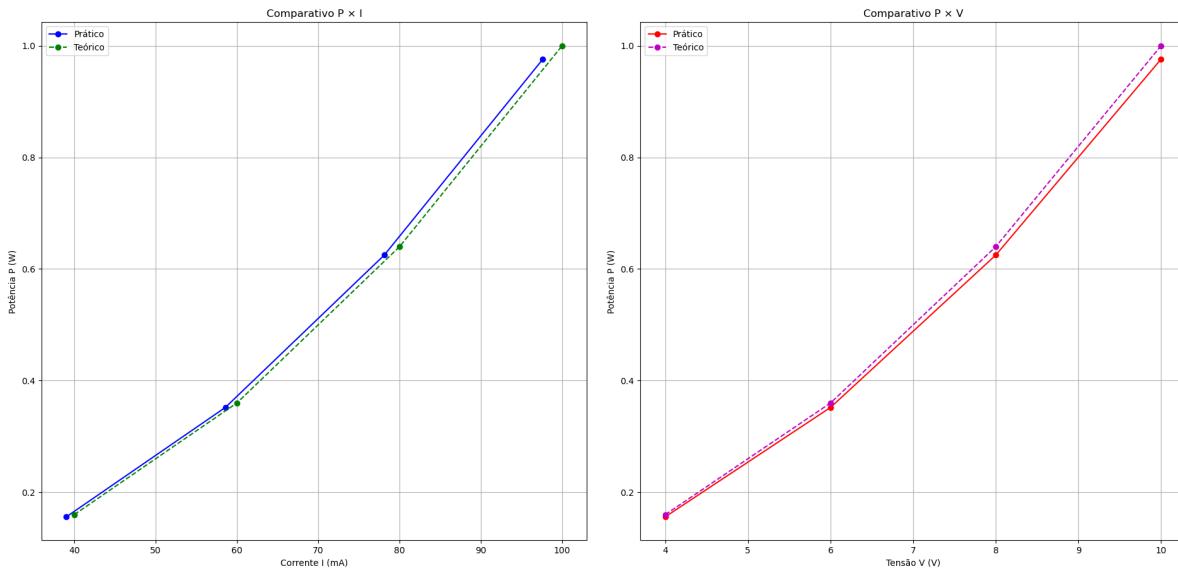


Figura 2: Comparativo

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.

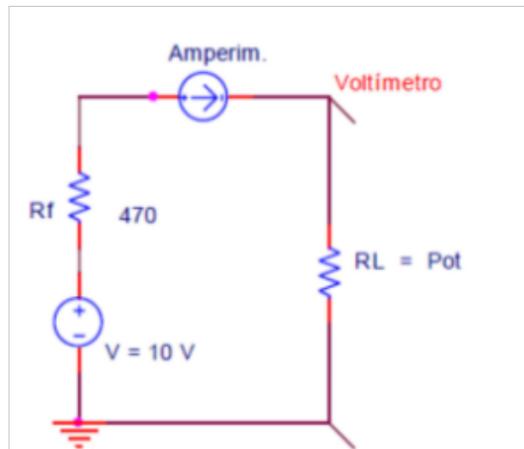


Figura 4: Circuito para análise da resistência em relação à potência

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

Tabela 2 – Corrente

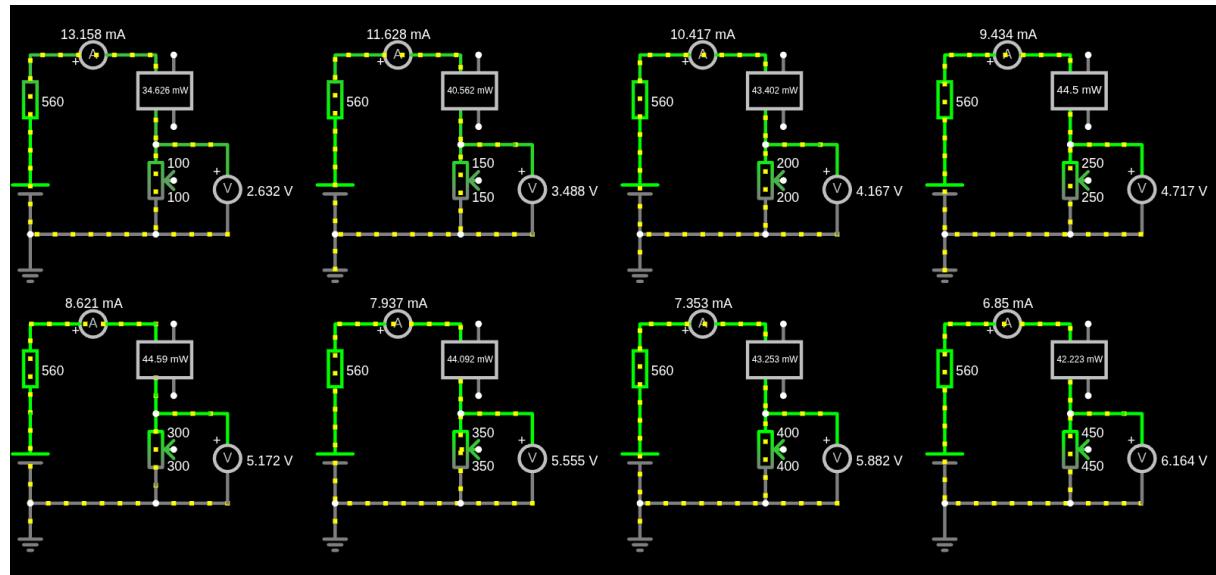
$R_L [\Omega]$	$I_L [\text{mA}] (\text{calc.})$	$I_L [\text{mA}] (\text{med.})$	Erro [%]
200	13,16	13,75	4,22
300	11,63	11,78	1,27
400	10,42	10,61	1,80
500	9,43	9,51	0,84
600	8,62	8,67	0,58
700	7,94	9,00	11,78
800	7,35	7,39	0,54
900	6,90	6,88	0,29

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

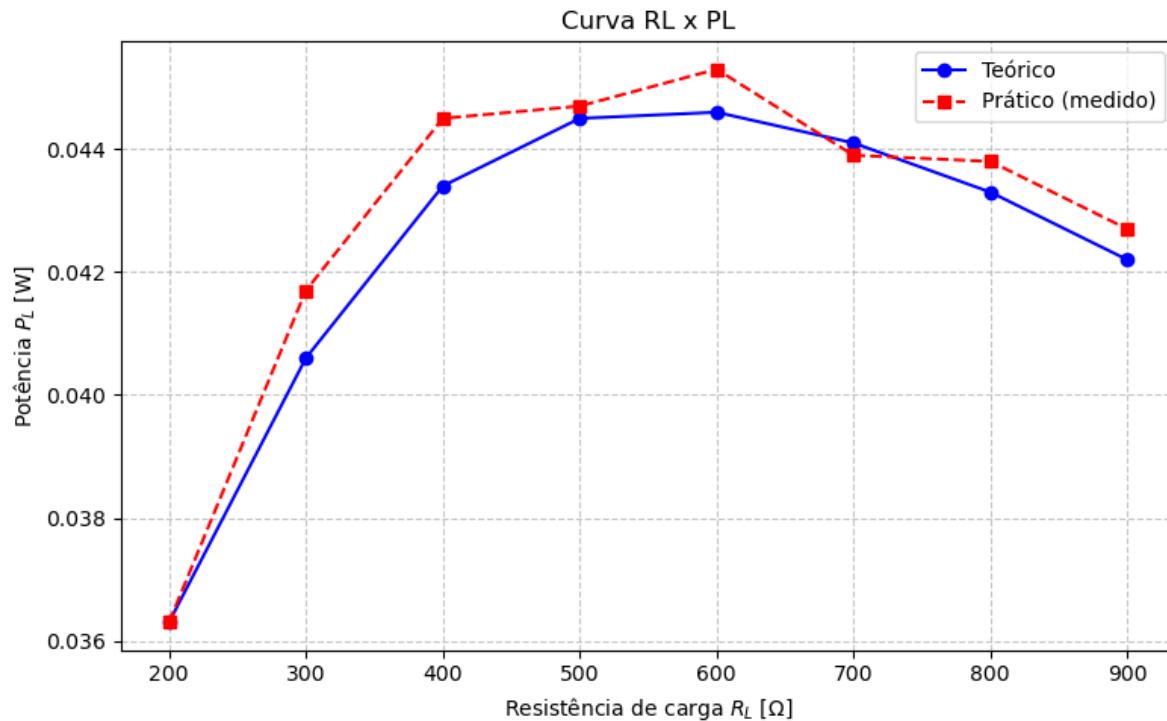
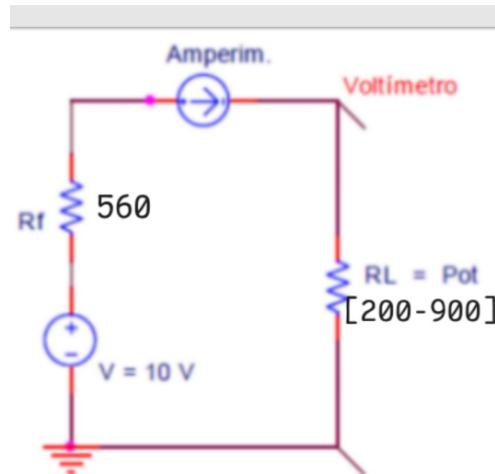


Figura 5: Gráfico $R_L \times P_L$ - Teórico e Prático

Comentários: Podemos observar, tanto no gráfico quanto nos valores da tabela, que, na faixa de variação de $200\ \Omega$ a $900\ \Omega$, a **máxima transferência de potência ocorre em $600\ \Omega$** 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.



$$200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900$$

$$E = i_T \cdot R_{eq} \rightarrow i_T = \frac{E}{R_{eq}}$$

$$i_T = \frac{10}{(200+560)} = 0,013158 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(300+560)} = 0,01163 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(400+560)} = 0,010417 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(500+560)} = 0,009434 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(600+560)} = 0,00862 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(700+560)} = 0,007937 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(800+560)} = 0,007353 [A]$$

$$i_T = \frac{10}{(900+560)} = 0,0069 [A]$$

$V_{RL} = 200 \cdot 0,013158 = 2,632 [V]$	$V_{RL} = 700 \cdot 0,00862 = 5,995 [V]$
$V_{RL} = 300 \cdot 0,01163 = 3,489 [V]$	$V_{RL} = 800 \cdot 0,007937 = 5,982 [V]$
$V_{RL} = 400 \cdot 0,010417 = 4,167 [V]$	$V_{RL} = 900 \cdot 0,007353 = 6,614 [V]$
$V_{RL} = 500 \cdot 0,009434 = 4,717 [V]$	
$V_{RL} = 600 \cdot 0,00862 = 5,172 [V]$	$V_R = i_R \cdot R_R$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

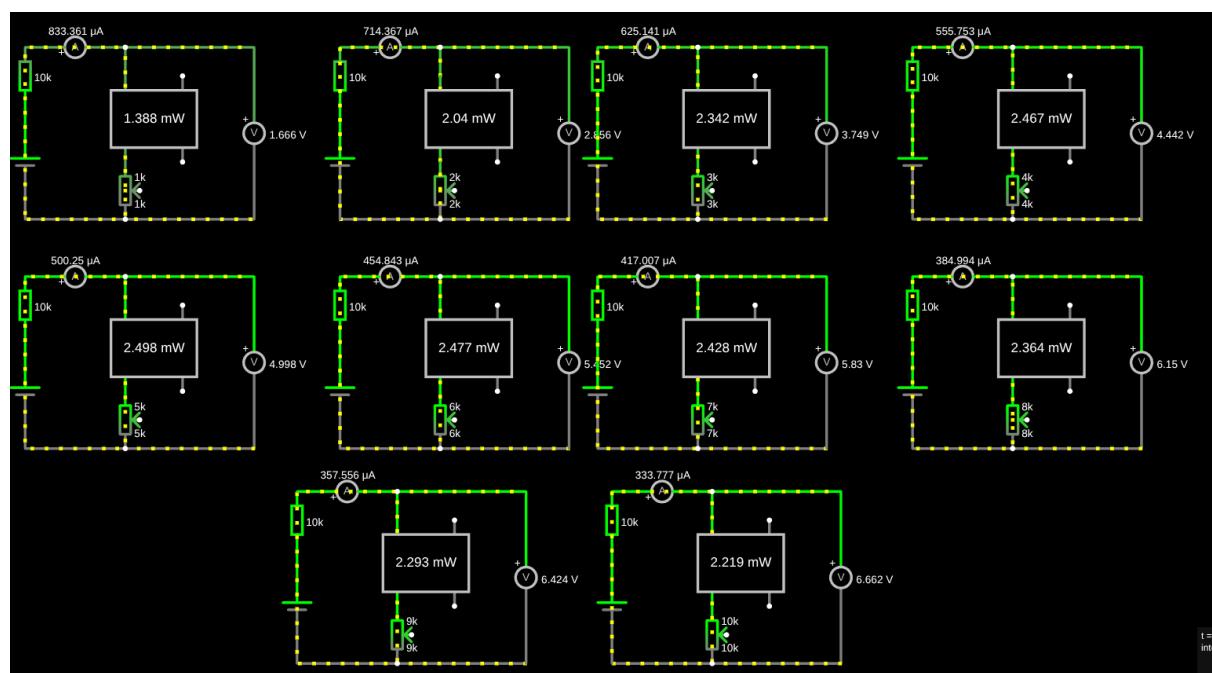
$P_{RL} = \frac{(2,632)^2}{200} = 0,03626 [W]$	$P_{RL} = \frac{(5,995)^2}{600} = 0,04459 [W]$
$P_{RL} = \frac{(3,489)^2}{300} = 0,040562 [W]$	$P_{RL} = \frac{(5,982)^2}{700} = 0,044092 [W]$
$P_{RL} = \frac{(4,167)^2}{400} = 0,043402 [W]$	$P_{RL} = \frac{(5,982)^2}{800} = 0,043253 [W]$
$P_{RL} = \frac{(4,717)^2}{500} = 0,0445 [W]$	$P_{RL} = \frac{(6,614)^2}{900} = 0,042223 [W]$

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.

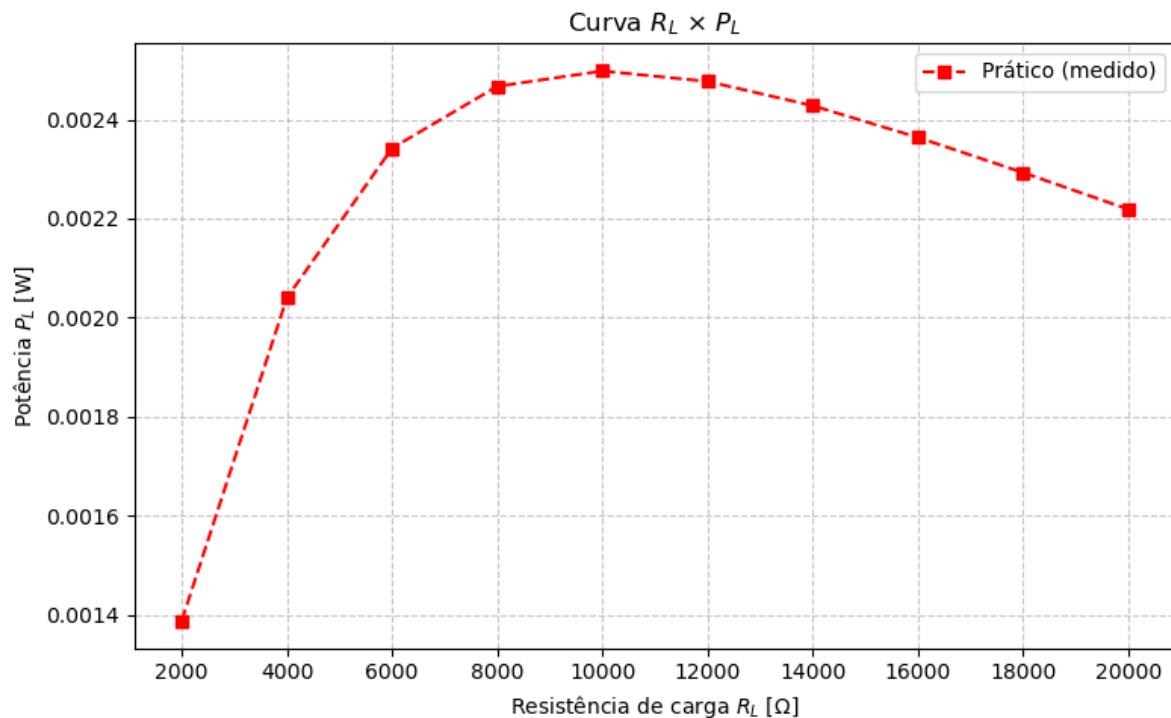
Resposta: O simulador escolhido foi o Falstad. A voltagem escolhida foi de 10V.



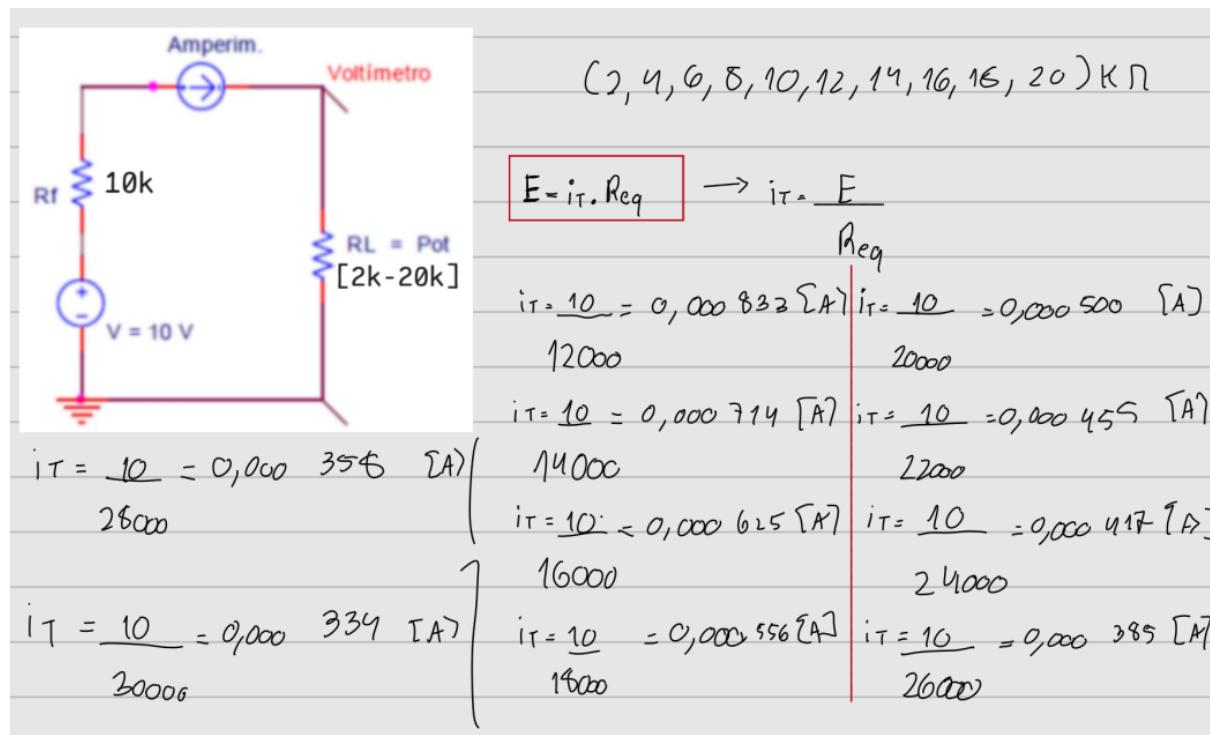
Dados de corrente, tensão e potência para diferentes valores de R_L .

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.



$V_{RL} = 0,000833 \cdot 2000 = 1,666 \text{ [V]}$	$V_{RL} = 0,000455 \cdot 12000 = 5,452 \text{ [V]}$
$V_{RL} = 0,000714 \cdot 4000 = 2,856 \text{ [V]}$	$V_{RL} = 0,000417 \cdot 14000 = 5,830 \text{ [V]}$
$V_{RL} = 0,000625 \cdot 6000 = 3,750 \text{ [V]}$	$V_{RL} = 0,000385 \cdot 16000 = 6,1150 \text{ [V]}$
$V_{RL} = 0,000556 \cdot 8000 = 4,448 \text{ [V]}$	$V_{RL} = 0,000356 \cdot 18000 = 6,424 \text{ [V]}$
$V_{RL} = 0,000500 \cdot 10000 = 5,000 \text{ [V]}$	$V_{RL} = 0,000334 \cdot 20000 = 6,662 \text{ [V]}$

$P = \frac{U^2}{R}$	
$P_{RL} = \frac{(1,666)^2}{2000} = 0,001388 \text{ [W]}$	$P_{RL} = \frac{(5,452)^2}{12000} = 0,002499 \text{ [W]}$
$P_{RL} = \frac{(2,856)^2}{4000} = 0,002040 \text{ [W]}$	$P_{RL} = \frac{(5,830)^2}{16000} = 0,002477 \text{ [W]}$
$P_{RL} = \frac{(3,750)^2}{6000} = 0,002342 \text{ [W]}$	$P_{RL} = \frac{(6,1150)^2}{18000} = 0,002428 \text{ [W]}$
$P_{RL} = \frac{(4,448)^2}{8000} = 0,002467 \text{ [W]}$	$P_{RL} = \frac{(6,424)^2}{20000} = 0,002364 \text{ [W]}$

$P_{RL} = \frac{(5,000)^2}{10000} = 0,002293 \text{ [W]}$	$P_{RL} = \frac{(6,662)^2}{30000} = 0,002219 \text{ [W]}$
-----------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------