

Teoremas para Análise de Circuitos

- Teorema da máxima transferência de Potência

Teorema da Máxima Transferência de Potência

- Ao se projetar um circuito, devemos ser capazes de responder às seguintes perguntas.
 - Qual carga deve ser aplicada a um sistema para assegurar que ele esteja recebendo a potência máxima do sistema.
 - Para uma carga em particular, quais condições devem ser impostas sobre a fonte para assegurar que ela vai transferir a máxima potência disponível?

Teorema da Máxima Transferência de Potência

- **A potência transferida a uma carga por um circuito será máxima quando a resistência dessa carga for exatamente igual à resistência de Thévenin do circuito ligado a esta carga.**
- Em outras palavras, para o circuito equivalente de Thévenin, quando a carga for regulada igual à resistência de Thévenin, receberá potência máxima do circuito.

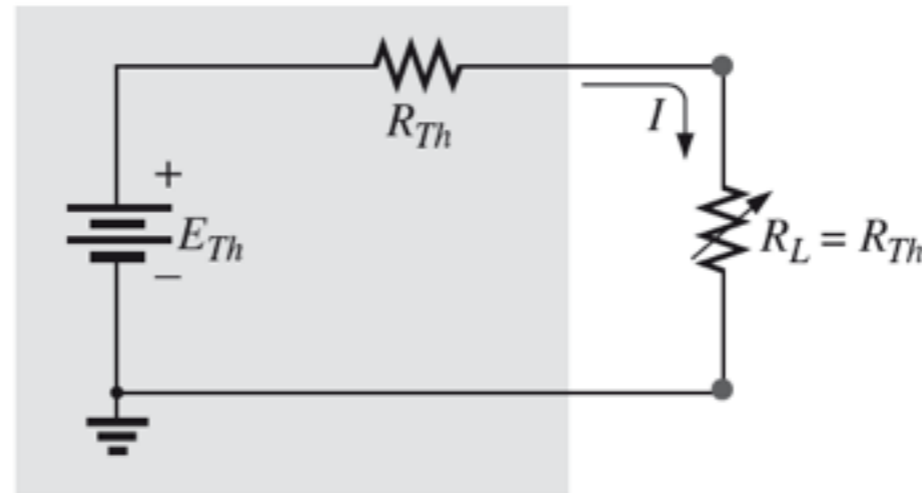


Figura 9.78 Ilustração das condições para máxima transferência de potência a uma carga usando o circuito equivalente de Thévenin.

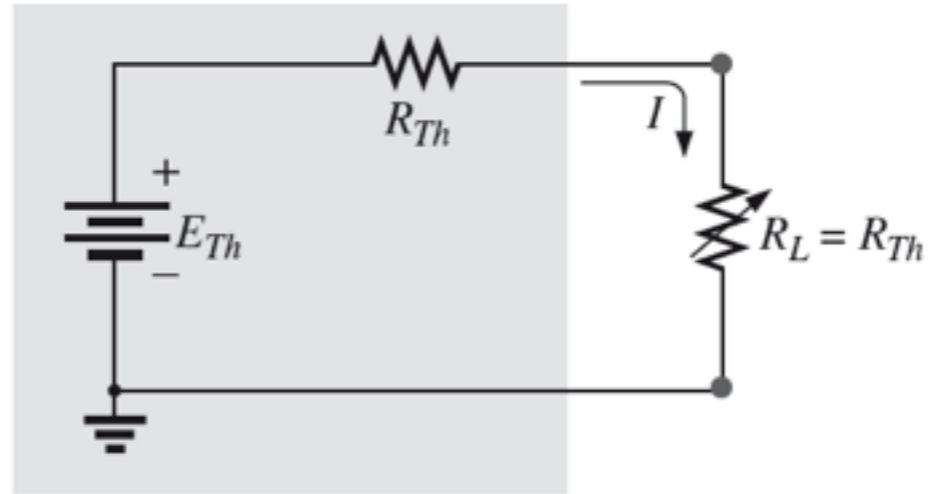


Figura 9.78 Ilustração das condições para máxima transferência de potência a uma carga usando o circuito equivalente de Thévenin.

Calculando a corrente no circuito acima:


$$i_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \xrightarrow{R_L = R_{Th}} i_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_{Th}}$$

$$i_L = \frac{E_{Th}}{2R_{Th}}$$

Calculando a potência, temos: $P = R_L i_L^2$

$$R_L = R_{Th}$$

$$i_L = \frac{E_{Th}}{2R_{Th}}$$

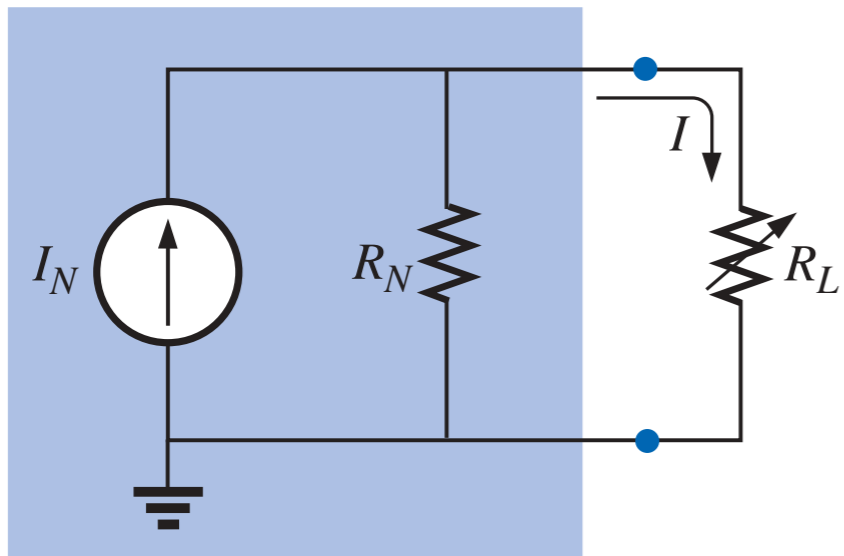

$$P = R_{Th} \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}^2}$$

Finalmente,

$$P_{L,max} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}}$$

Para o circuito de Norton, a máxima potência será transmitida quando:

$$R_L = R_N$$



$$P_{L_{\max}} = \frac{I_N^2 R_N}{4}$$

A máxima transferência de potência ocorre quando a tensão e a corrente da carga estão na metade dos seus valores possíveis máximos.

Exemplo:

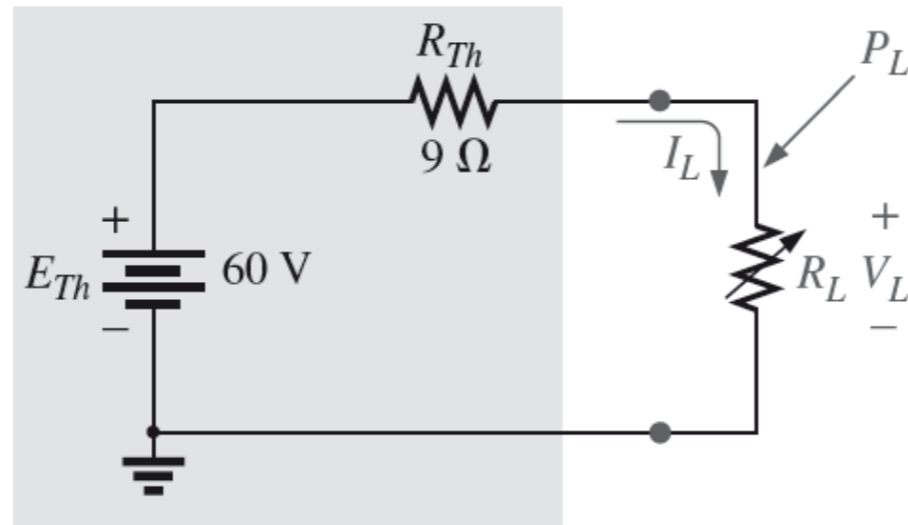


Figura 9.79 Circuito equivalente de Thévenin usado para confirmar a validade do teorema da máxima transferência de potência.

$$i_L = \frac{60}{9 + R_L} \quad P_L = i_L^2 R_L = \left(\frac{60}{9 + R_L} \right)^2 R_L$$

$$V_L = \left(\frac{R_L}{R_L + R_{Th}} \right) 60$$

- Fazendo R_L variar de $0,1\Omega$ até 30Ω

TABLE 9.1

$R_L (\Omega)$	$P_L (W)$	$I_L (A)$	$V_L (V)$
0.1	4.35	6.59	0.66
0.2	8.51	6.52	1.30
0.5	19.94	6.32	3.16
1	36.00	6.00	6.00
2	59.50	5.46	10.91
3	75.00	5.00	15.00
4	85.21	4.62	18.46
5	91.84	4.29	21.43
6	96.00	4.00	24.00
7	98.44	3.75	26.25
8	99.65	3.53	28.23
9 (R_{Th})	100.00 (Maximum)	3.33 ($I_{max}/2$)	30.00 ($E_{Th}/2$)
10	99.72	3.16	31.58
11	99.00	3.00	33.00
12	97.96	2.86	34.29
13	96.69	2.73	35.46
14	95.27	2.61	36.52
15	93.75	2.50	37.50
16	92.16	2.40	38.40
17	90.53	2.31	39.23
18	88.89	2.22	40.00
19	87.24	2.14	40.71
20	85.61	2.07	41.38
25	77.86	1.77	44.12
30	71.00	1.54	46.15
40	59.98	1.22	48.98
100	30.30	0.55	55.05
500	6.95	0.12	58.94
1000	3.54	0.06	59.47

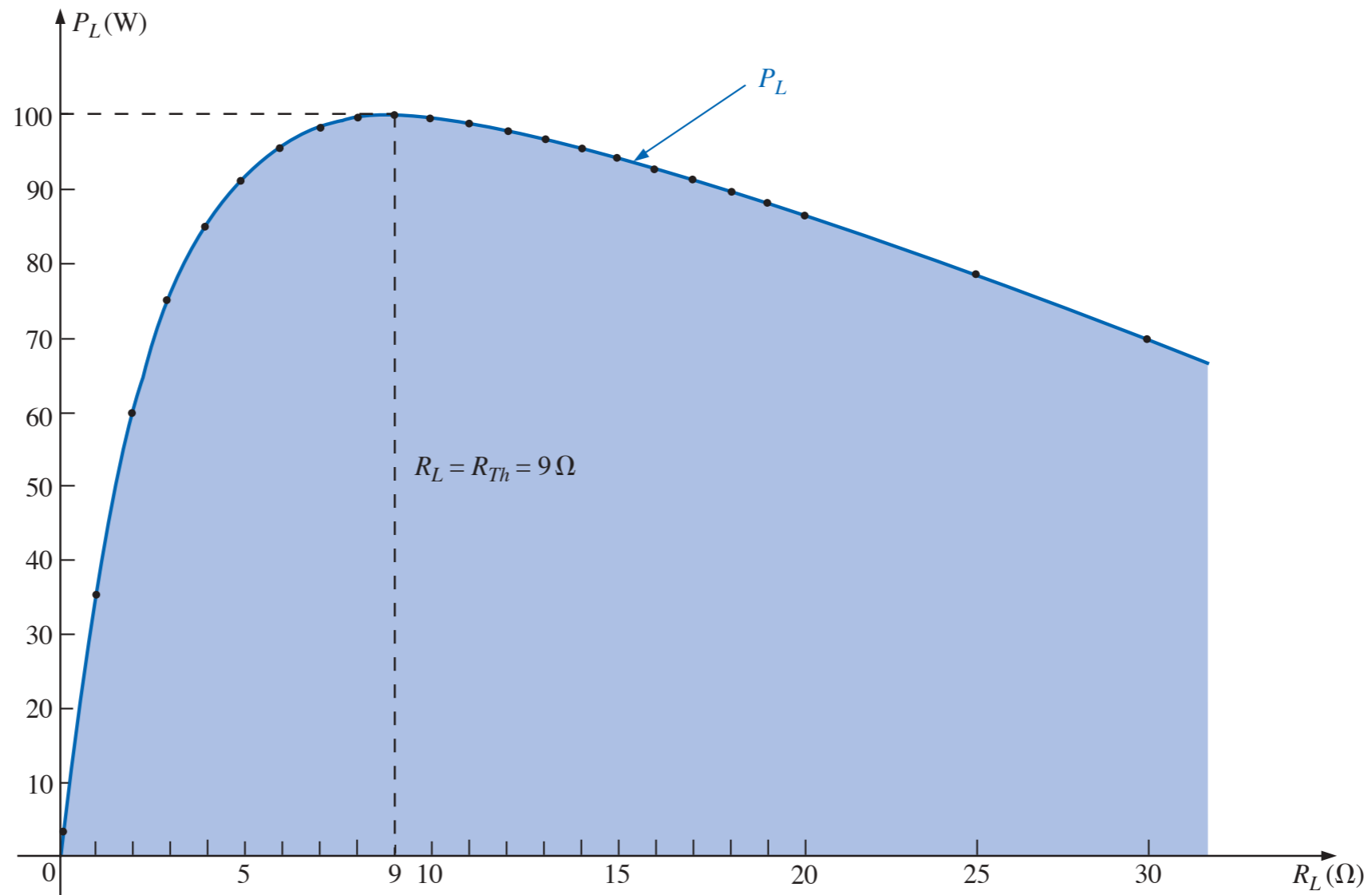
- Conclusão:

- Quando $R_L=R_{Th}$, a potência é máxima

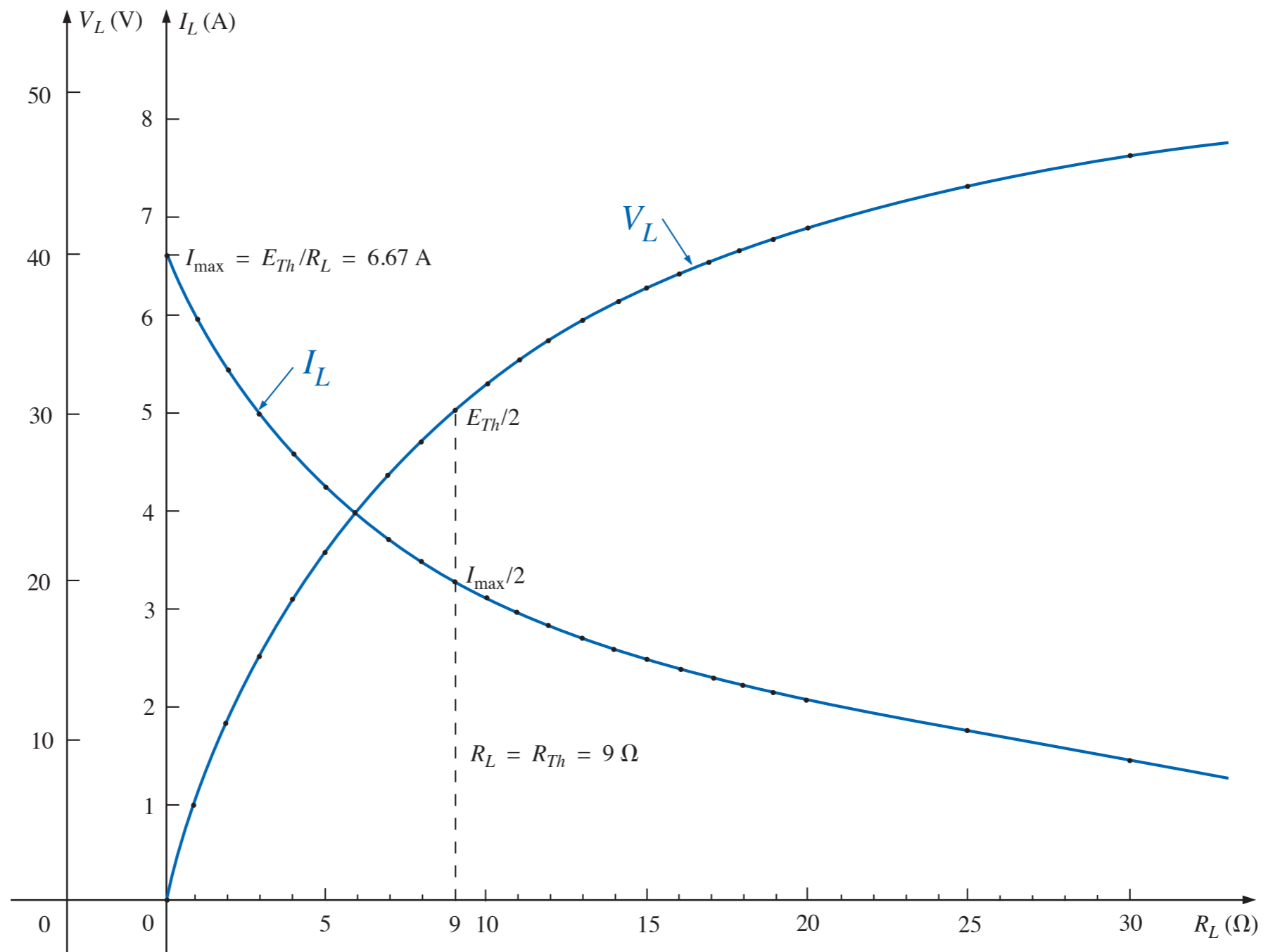
- $P=100W$ e $i=3,33 A = i_{max}/2$, e $V=30$
 $V=E_{Th}/2$

- Se a carga aplicada é menor do que a resistência de Thévenin, a potência para a carga cairá rapidamente na medida em que ela fica menor.**

- Entretanto, se a carga aplicada for maior do que a resistência de Thévenin, a potência para a carga não cairá tão rapidamente na medida em que ela aumenta.**



A potência total fornecida por uma fonte é absorvida tanto pela resistência equivalente de Thévenin quanto pela resistência da carga. Qualquer potência fornecida pela fonte que ***não chegue à carga é perdida para a resistência de Thévenin.***



Eficiência Operacional.

$$\eta = \frac{P_L}{P_s} \times 100$$

Para o caso em que $R_L = R_{Th}$

$$\eta = \frac{i_L^2 R_L}{i_L^2 R_T} = \frac{R_L}{R_T}$$

$$\eta = \frac{R_{Th}}{R_{Th} + R_{Th}} \longrightarrow \eta = 0,5$$

Exemplo:

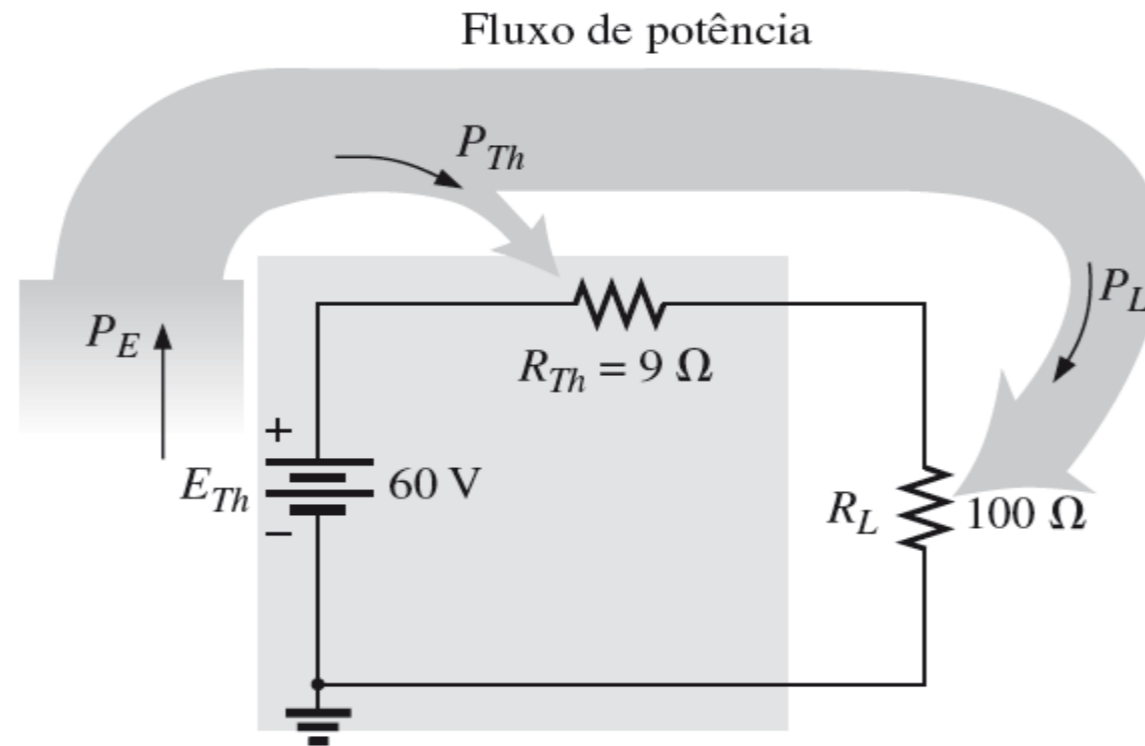


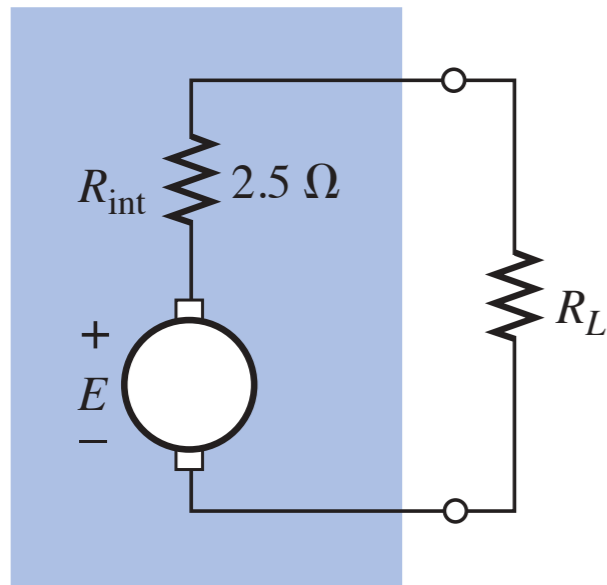
Figura 9.83 Exame de um circuito com alta eficiência, mas nível relativamente baixo de potência para a carga.

Calcule a corrente em R_L e as potências para a resistência de Thévenin e para a carga.

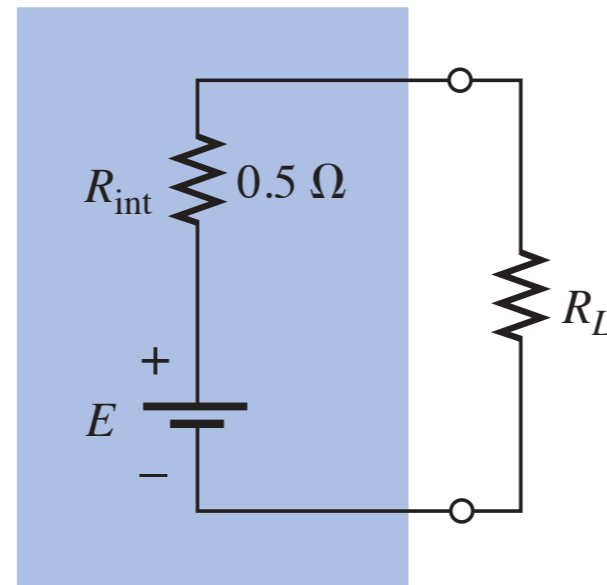
Se a eficiência é o fator predominante, então a carga deve ser muito maior do que a resistência interna da fonte.

Se uma transferência de potência máxima for desejada e a eficiência for uma preocupação menor, então as condições ditadas pelo Teorema de máxima transferência de potência devem ser aplicadas.

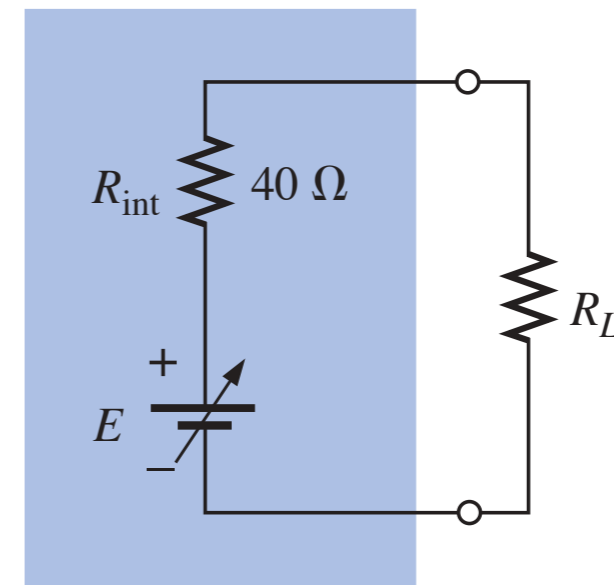
Exemplo 1: Um gerador de corrente contínua, uma bateria e um kit de laboratório estão conectados a uma carga R_L .



(a) dc generator



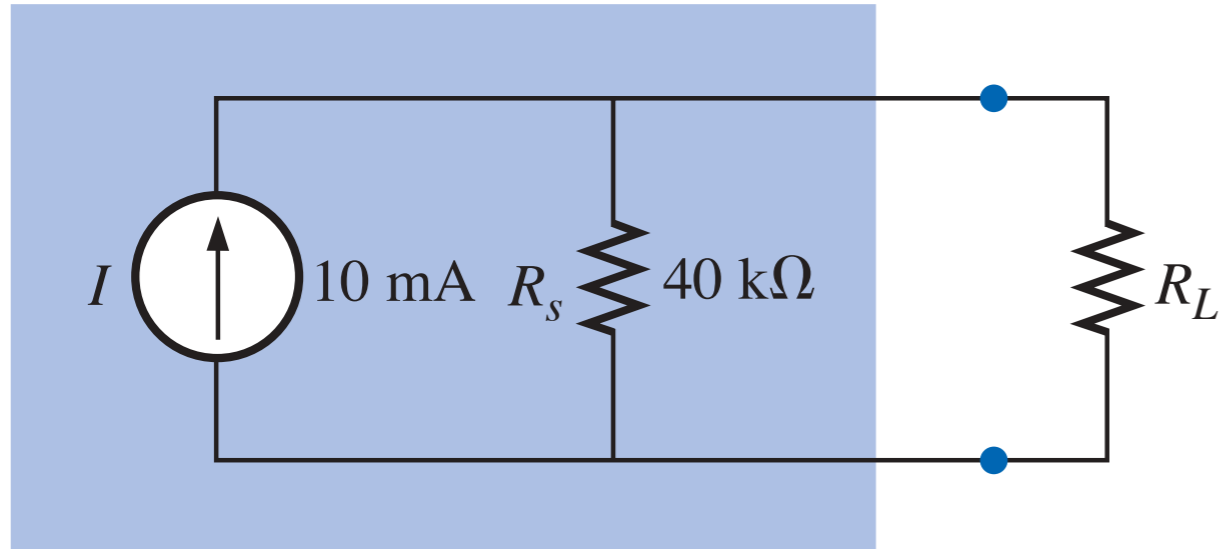
(b) Battery



(c) Laboratory supply

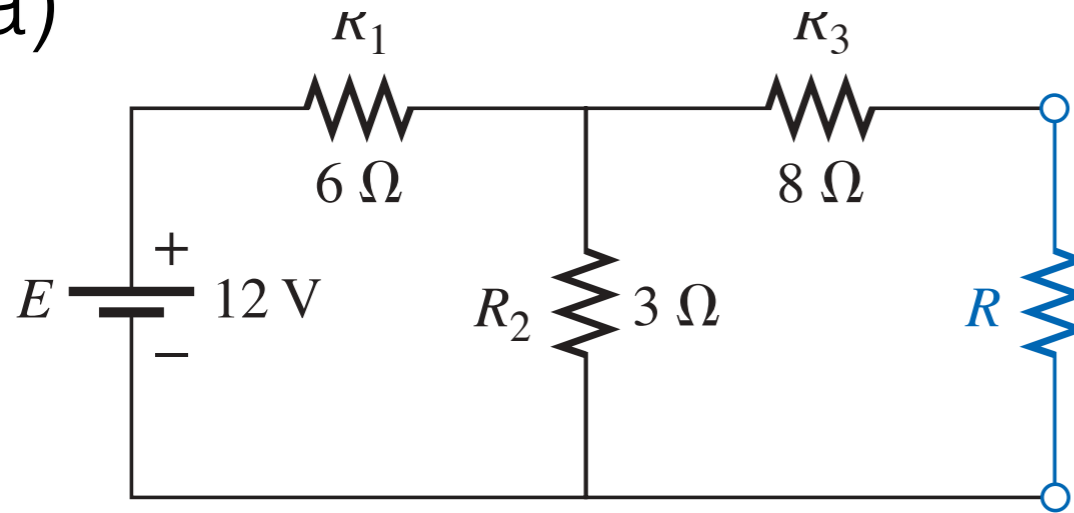
- Determine para cada um o valor de R_L para que ocorra a máxima transferência de potência para R_L
- Determine R_L para uma eficiência de 75%.

Exemplo 2: Determine R_L necessária para que ocorra a máxima transferência de potência para R_L e calcule a potência sobre esta resistência, no circuito abaixo.



Exemplo 3: Determine R_L necessária para que ocorra a máxima transferência de potência para R_L e calcule a potência sobre esta resistência, nos circuitos abaixo.

a)



b)

