



PROVA DE LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE
Segundo Semestre de 2021 – (P1)

Prof. Dr. Marcelo Rodrigues de Holanda

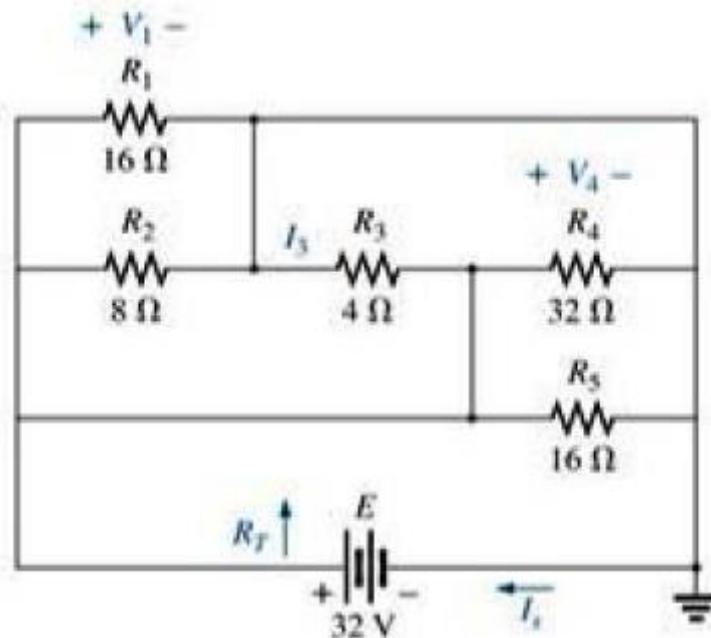
NOME: _____ Nº: _____

TURMA: _____

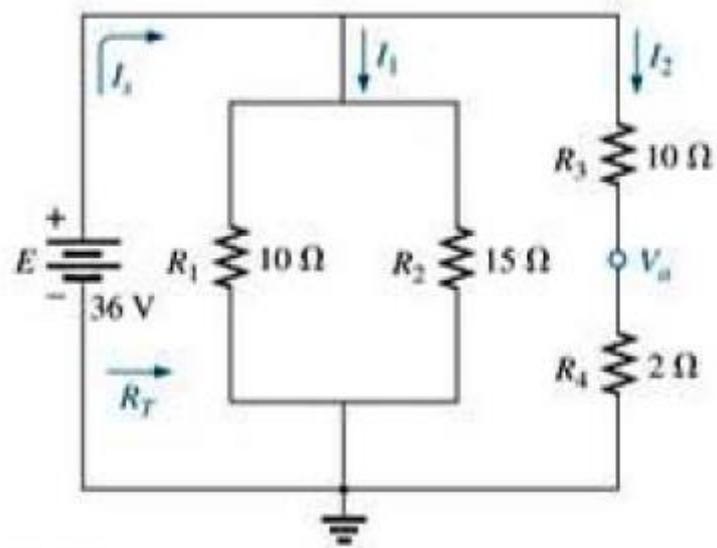
OBSERVAÇÕES:

- NENHUMA PERGUNTA SERÁ RESPONDIDA;
- FAZER A PROVA SEM RECLAMAÇÕES;
- RESPOSTAS A TINTA.

(0,8pts) 1) Qual dos circuitos (abaixo) permite a maior passagem de corrente elétrica total I_s ?
Demonstre sua resposta através dos cálculos de R_{eq} e I_s e também justifique-a.



(a)



(b)

(1,2pts) 2) Num laboratório de eletricidade, com o intuito de mostrar o Princípio da Superposição, e tendo por base o circuito da figura 1, um grupo de alunos obteve, conforme ilustra a tabela 1, muitos valores de V_A e V_B (ora desativando V_1 , ora desativando V_2).

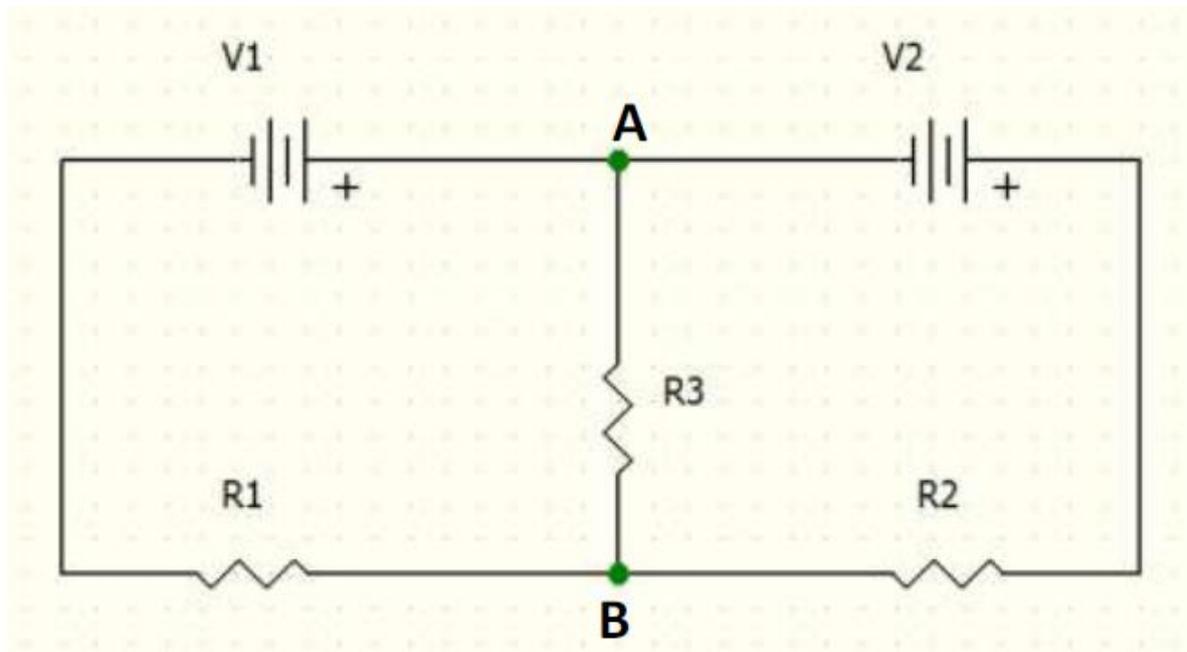


figura 1

tabela 1

V_A (V)	V_B (V)
0,0021	0,0021
0,0092	0,0022
0,022	0,0034
0,033	0,0051
0,044	0,0062
0,0051	0,030
0,053	0,042
0,0032	0,0091
0,073	0,012
0,080	0,013

Sabendo-se que: $V_{AB} = V_A + V_B$; e a precisão do voltímetro é de 0,0011 V.

Calcular: (a) V_{AB} ; (b) sua incerteza (σV_{AB}); (c) erro experimental (E%); (d) erro percentual relativo (E%relat). O valor teórico de V_{AB} é igual a 0,128 V.

Fale sobre a precisão e exatidão do experimento e, também, da ocorrência ou não de erros aleatórios e sistemáticos.

(0,5pts) 3) Na tentativa de encontrar a máxima transferência de potência que um terminal a-b de um circuito (ver figura 2) pode fornecer a uma carga, um Professor de Eletricidade desenvolveu um experimento e obteve os resultados ilustrados na tabela 2.

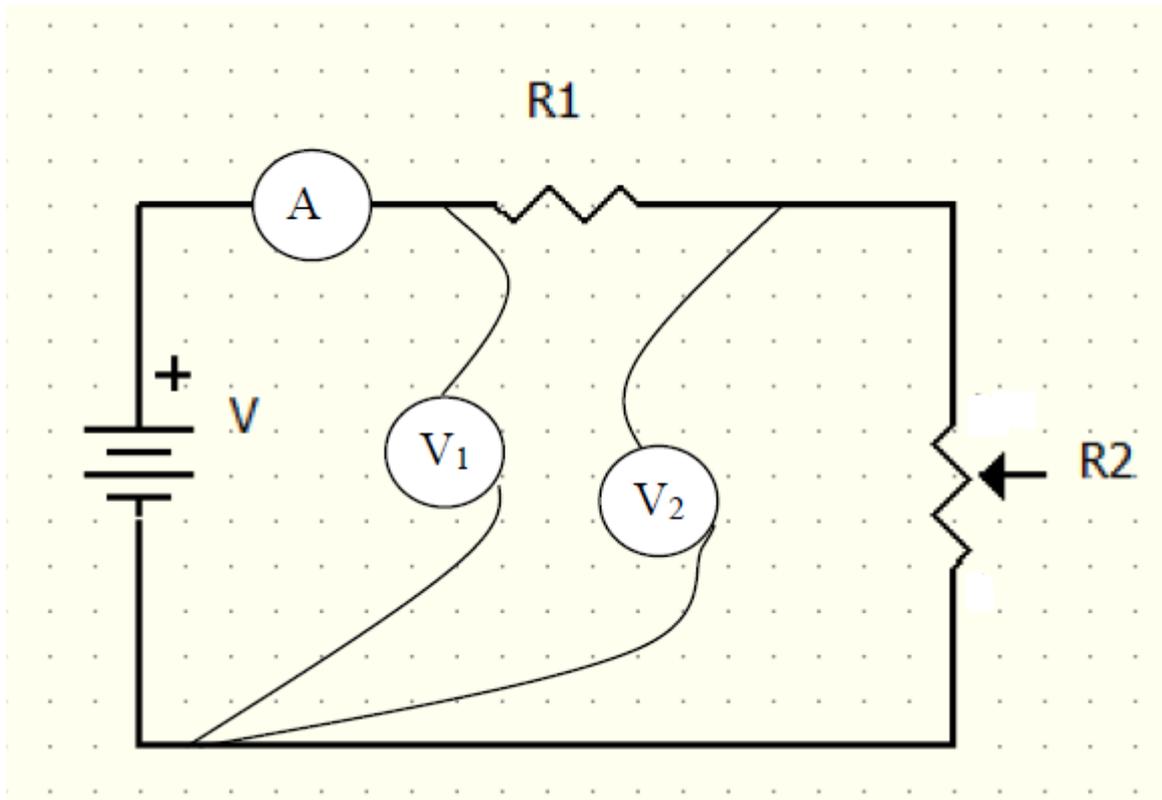


figura 2 $V=V_1=V_{th}=10\text{Volts}$; $R_2=R_L=\text{variável}$; $R_1=R_{th}$

tabela 2

i (mA)	$V=V_1=V_{th}$	V_2 (Volts)	$R_2=R_L$	P
48,7	10	0	0	
81,8	10	0,84	40	
70,4	10	1,42	80	
61,8	10	1,87	120	
55,0	10	2,21	160	
49,6	10	2,49	200	
45,2	10	2,72	240	
41,4	10	2,91	280	
38,4	10	3,07	320	
35,6	10	3,21	360	
33,2	10	3,33	400	
31,2	10	3,44	440	
29,4	10	3,53	480	

$$P=V_2 \times i$$

- (a) Faça um gráfico de Potência \times R_2 e encontre a máxima potência obtida.
 (b) Qual o valor esperado (cálculo baseado na aula teórica) da resistência da carga para que possamos obter a máxima transferência de potência pra este experimento?

(0,5pts) 4) Dado o circuito RC em corrente alternada (ver figura 3):

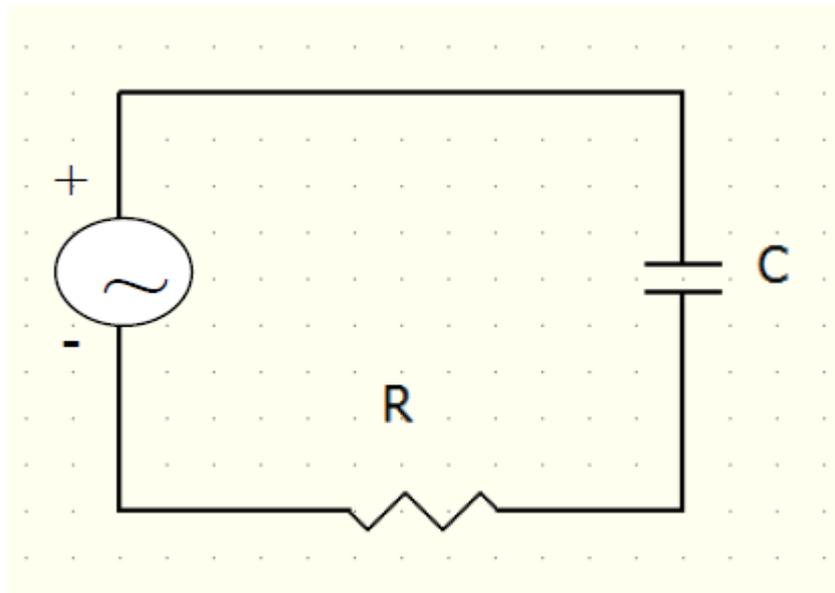


figura 3

e as seguintes condições operacionais (ver também a tabela 3):

$V_{\text{entrada}}=4 \text{ V}$; frequência=100 Hz; $R=1 \text{ K}\Omega$; $C=0,1 \mu\text{F}$

tabela 3

frequência (Hz)	$V_{\text{presistor}} \text{ (V)}$	$I_p=V_{\text{presistor}}/R \text{ (A)}$
100	0,24	
200	0,50	
300	0,74	
400	0,99	
500	1,20	
600	1,42	
700	1,60	
800	1,80	
900	1,90	
1000	2,10	
1200	2,40	
1400	2,70	
1600	2,80	
1800	3,00	
2000	3,10	
3000	3,50	
4000	3,70	
5000	3,80	

(a) Faça os gráficos: $V_{\text{presistor}} \times \text{frequência}$ e $I_p \times \text{frequência}$.

(b) Determine graficamente a frequência de corte deste circuito utilizando o conceito dado na aula teórica $V_{\text{presistor}}(\text{freq. corte}) = V_{\text{entrada}}/1,414$. Compare com o valor teórico $F_{\text{corte}}=1/2\pi RC$.

(0,5pts) 5) Dado o circuito RLC em corrente alternada (ver figura 4):

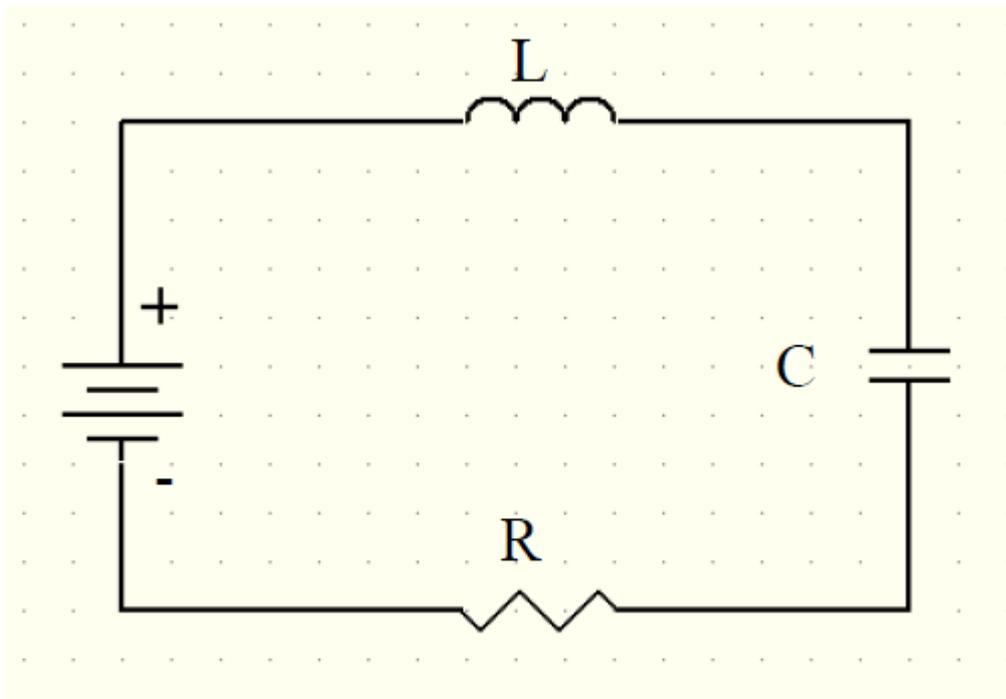


figura 4

e as seguintes condições operacionais (ver também a tabela 4):

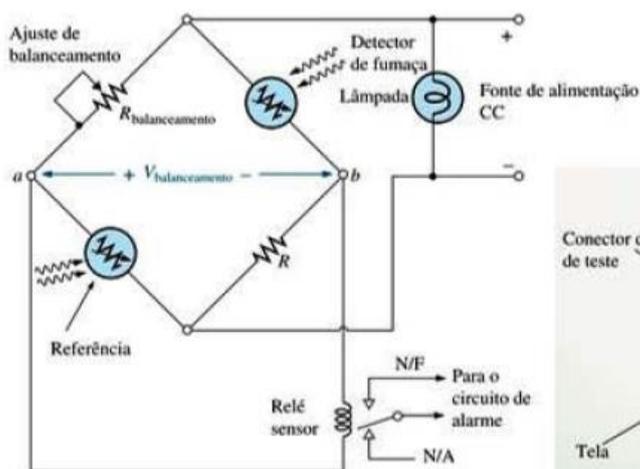
$V_{\text{entrada}}=500 \text{ mV}$; frequência=1 KHz; $R=1 \ \Omega$; $C=0,1 \ \mu\text{F}$; $L=1000 \ \mu\text{H}$.

tabela 4

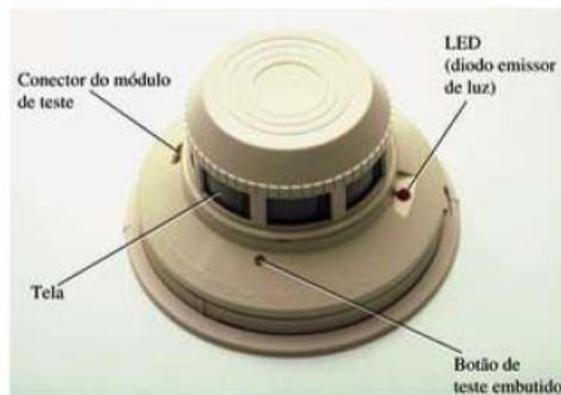
frequência (KHz)	$V_{\text{presistor}} \text{ (mV)}$	$I_p = V_{\text{presistor}}/R \text{ (mA)}$
1	43,2	
2	81,6	
4	170	
6	238	
8	304	
10	380	
12	388	
14	404	
16	416	
18	204	
20	204	
27	356	
34	308	
40	264	
50	220	
70	156	
100	108	
150	80	
200	54	
300	33,6	

- (a) Faça os gráficos: $V_{\text{presistor}} \times \text{frequência}$ e $I_p \times \text{frequência}$.
- (b) Determine graficamente a frequência de ressonância deste circuito. Compare este valor com o teórico $f_{\text{ress}} = 1/[2\pi(LC)^{1/2}]$.

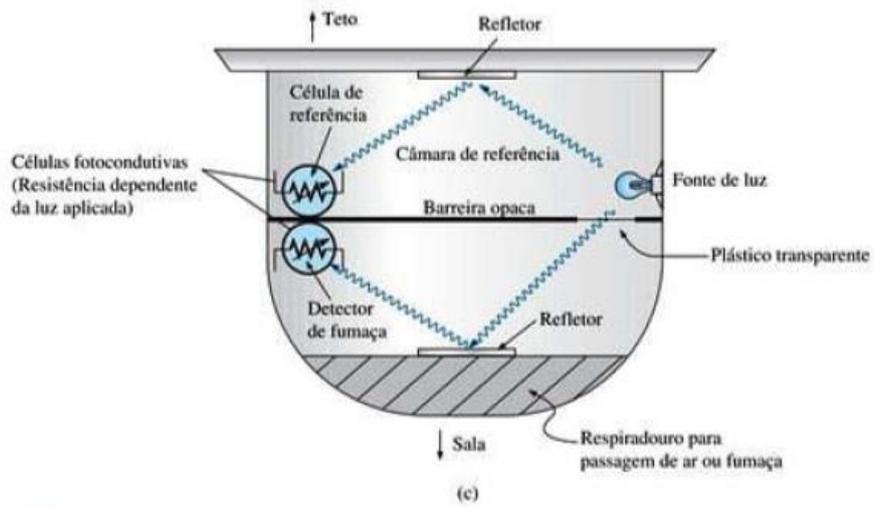
(1,6 pts) 6) A ponte de Wheatstone é uma configuração de circuito popular usada sempre que é necessário detectar uma pequena variação em uma grandeza. Na figura 5(a), a configuração em ponte CC usa um dispositivo fotoelétrico para detectar a presença de fumaça e fazer soar um alarme. Uma foto de um detector de fumaça comercial aparece na figura 5(b), e sua construção interna é mostrada na figura 5(c). Primeiro, observe que as passagens de ar (respiradouros) são inseridas para permitir que a fumaça entre na câmara abaixo do plástico transparente. Esse plástico evita que a fumaça entre na câmara superior, porém permite que a luz da lâmpada, localizada na câmara superior, ricocheteie no refletor inferior até o sensor luminoso feito de material semiconductor (uma fotocélula de cádmio) localizada ao lado esquerdo da câmara inferior. A separação entre as câmaras, feita pelo plástico transparente, garante que a luz que atinge o sensor na câmara superior não seja afetada pela entrada de fumaça. Isso estabelece um nível de referência para ser comparado com a câmara na qual a fumaça entra. Se não houver fumaça, a diferença entre as respostas das células sensoras será registrada como uma situação normal. É claro que, se as duas células forem idênticas, e se o plástico transparente não reduzir a passagem de luz, os dois sensores estabelecerão o mesmo nível de referência, sendo a diferença entre eles nula. Entretanto, isso é um caso raro, de modo que uma diferença em relação à referência é reconhecida como um sinal que indica a ausência de fumaça. Entretanto, uma vez que haja fumaça, haverá uma nítida diferença na reação do sensor em relação à situação normal, e o alarme será ativado. Na figura 5(a), vemos que os dois sensores estão localizados em braços opostos da ponte. Sem a presença de fumaça, o reostato de ajuste de balanceamento será usado para garantir que a tensão V entre os pontos a e b seja nula e que a corrente resultante através da bobina do relé sensor seja zero. **Por que não é usado apenas um sensor (já que sua resistência poderia detectar a presença de fumaça)?**



(a)



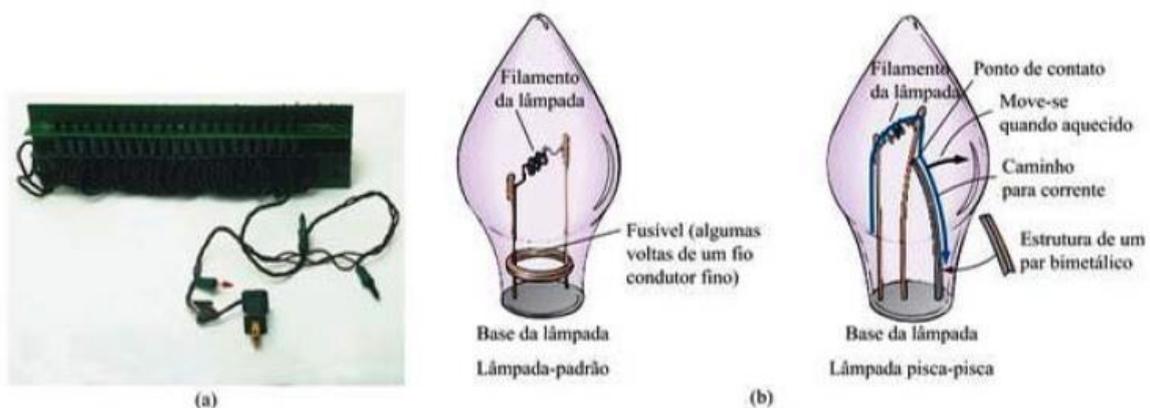
(b)



Detector com ponte de Wheatstone: (a) configuração de uma ponte CC; (b) aparência externa; (c) construção interna.

figura 5

(1,7 pts) 7) Nos últimos anos, pequenas lâmpadas piscantes, usadas em árvores de Natal, conectadas a fios contendo de 50 a 100 lâmpadas dispostas em fila, tornaram-se muito populares (veja a figura 6(a)). Embora as lâmpadas para a árvore de Natal possam ser conectadas em série ou em paralelo, as pequenas lâmpadas piscantes desses conjuntos são normalmente conectadas em série. É relativamente fácil comprovar se as lâmpadas estão assim conectadas. Se um fio entra em uma extremidade do soquete da lâmpada e sai na outra extremidade, então as lâmpadas estão em série. Se dois fios entram e saem do soquete, provavelmente as lâmpadas estão em paralelo. *Normalmente, quando lâmpadas são conectadas em série, se uma queimar (o filamento partir e o circuito abrir), todas as lâmpadas se apagarão, já que o caminho para a passagem da corrente foi interrompido.* Entretanto, as lâmpadas mostradas na figura 6(a) foram especialmente projetadas, conforme mostra a figura 6(b), para permitir que a corrente continue a circular nas outras lâmpadas quando o filamento se partir. Na base de cada lâmpada existe um elemento fusível envolto nas duas hastes que sustentam o filamento. Esse fusível é feito de um metal de pouca condução que aparece em contato com as duas hastes verticais, mas na realidade uma camada sobre as hastes ou sobre o fusível evita a condução elétrica entre as hastes sob condições normais de operação. Se o filamento de uma lâmpada se rompesse e criasse um circuito aberto entre as hastes, a corrente através das lâmpadas seria interrompida se não fosse o elemento fusível.



Lâmpadas para árvore de Natal: (a) conjunto com 50 unidades; (b) construção da lâmpada.

figura 6

Uma representação esquemática de um conjunto de lâmpadas visto na figura 6(a) é mostrado na figura 7(a). Observe que apenas uma lâmpada pisca-pisca é necessária. Como as lâmpadas estão em série, quando a lâmpada pisca-pisca interromper a corrente, ela desligará todas as outras. De acordo com o que é mostrado na figura 6(b), a lâmpada pisca-pisca tem incorporada uma chave térmica constituída por um par bimetálico que abre o circuito quando aquecido pela corrente a uma determinada temperatura. Assim que essa chave térmica abre, o resfriamento é iniciado até que a chave seja novamente fechada, de maneira que a corrente volte a circular nas lâmpadas. Isso então provocará um novo aquecimento, uma nova abertura, e todo o processo se repetirá. O resultado disso é que temos uma ação de liga e desliga que gera um pisca-pisca, ao qual já estamos familiarizados. O fabricante especifica que não mais do que seis conjuntos devem ser conectados juntos. **Como os conjuntos podem ser conectados juntos, uma extremidade na outra, sem que se reduza a tensão em cada lâmpada, o que provocaria uma redução no brilho de todas as lâmpadas? Por que colocaram dois fios a mais se as lâmpadas estão conectadas em série?**

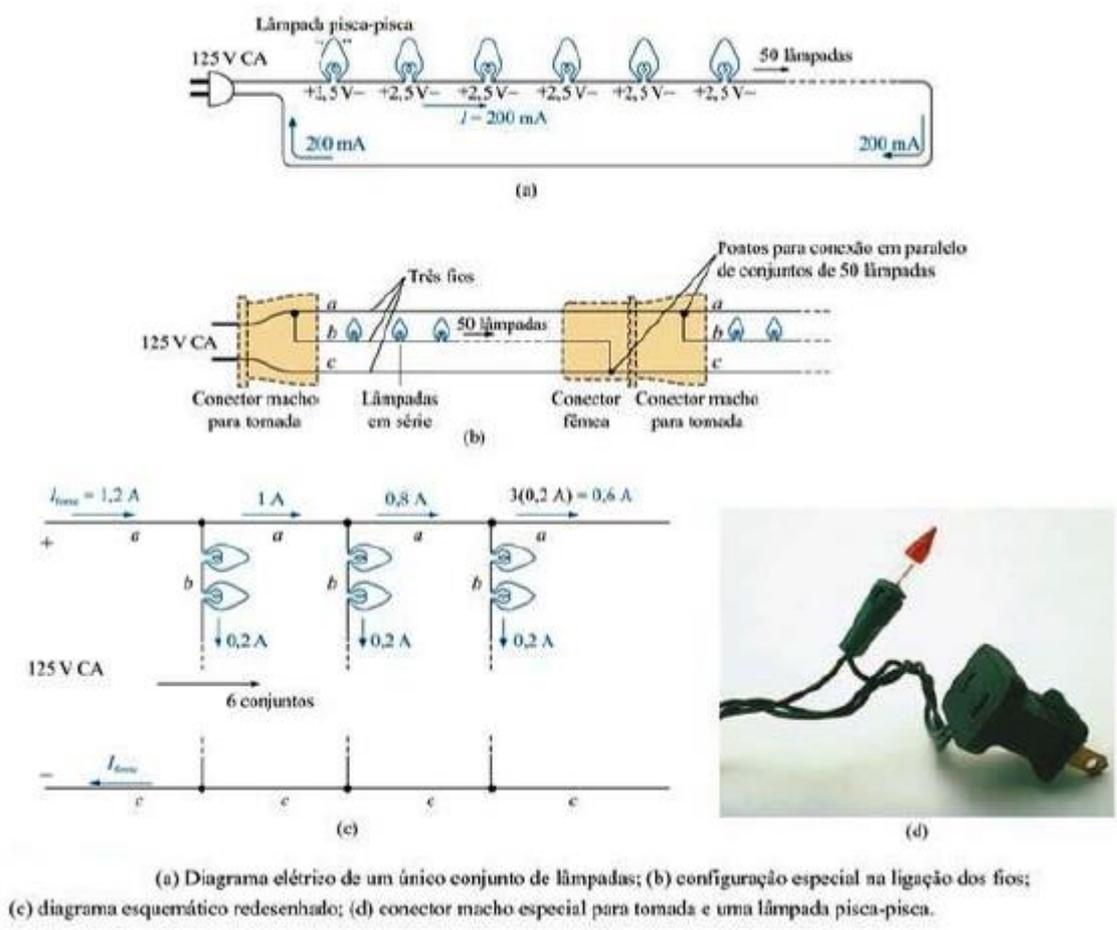


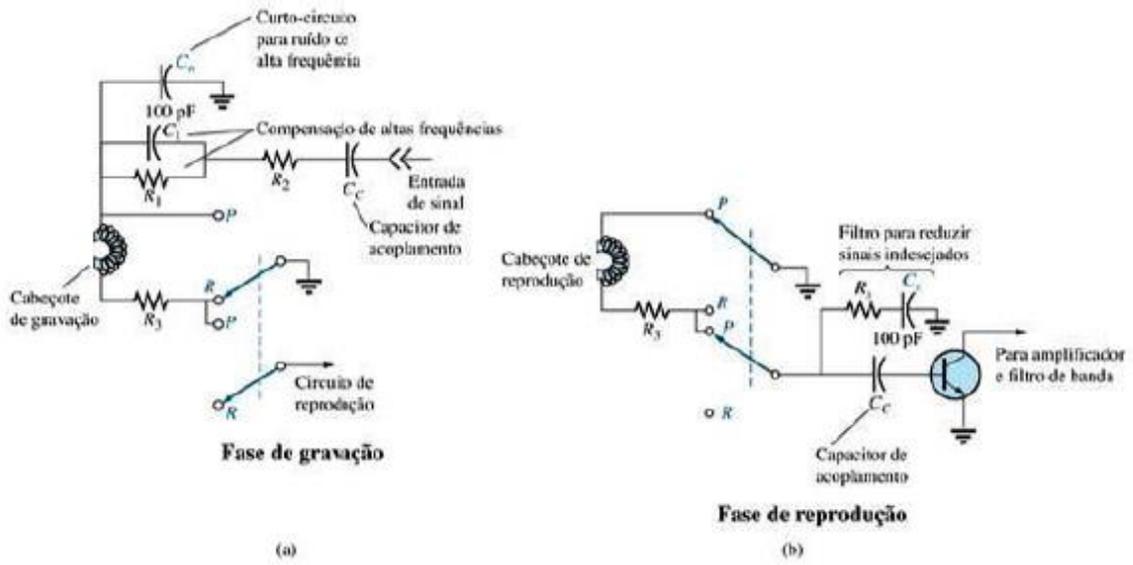
figura 7

(3,2 pts) 8) (a) O ruído é um problema que pode ocorrer em qualquer sistema eletrônico. Em geral, ele é qualquer sinal indesejado que pode afetar a operação geral do sistema. A maneira com que o ruído é eliminado ou tratado é normalmente analisada por alguém que possui grande experiência prática e que tem conhecimento da origem do ruído indesejado, e também de como removê-lo do modo mais simples e direto. Embora possamos aplicar métodos sofisticados quando o problema for mais sério, a maioria das situações é tratada com a colocação adequada de um ou dois componentes com valores que tenham dependência relacionada ao tipo de problema que está ocorrendo.

Na figura 8, dois capacitores foram estrategicamente colocados na parte do circuito relativa à gravação e à reprodução de fitas de um equipamento de som para remover o ruído de alta frequência indesejado (som súbito e intenso), que pode ser o resultado de partículas posicionadas aleatoriamente sobre a fita magnética, ruído proveniente da rede elétrica ou ruído do próprio ambiente. Durante o modo de gravação, com as chaves nas posições mostradas (R), o capacitor de 100 pF localizado na parte superior do esquema funciona como um curto-circuito para ruídos de alta frequência.

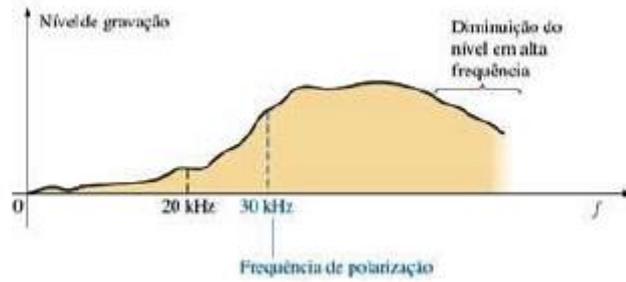
A figura 9 mostra um gráfico do nível de gravação em função da frequência, que indica claramente que a faixa de áudio do ser humano, de 40 Hz a 20 kHz, é pouco adequada para o processo de gravação, e que o nível de gravação começa a crescer para frequências acima de 20 kHz. Assim, os gravadores de fita têm de incluir uma frequência de polarização fixa que, quando acrescentada ao sinal de áudio original, desloca a faixa de frequência para ser amplificada na região de gravação de alta amplitude. Em algumas fitas, pode-se obter a *frequência de polarização real*, enquanto em outras é usado o termo *polarização normal*. Mesmo acima da frequência de polarização, existe uma faixa de frequência em que o nível de gravação cai consideravelmente. Uma compensação para essa queda é fornecida por uma combinação de um resistor R_1 e um capacitor C_1 . Nas frequências próximas da frequência de polarização, o capacitor é projetado para se comportar essencialmente como um circuito aberto (alta reatância), e a tensão e a corrente do cabeçote são alinhadas pelos resistores R_1 e R_2 . Nas regiões em que o rendimento da fita diminui com o aumento da frequência, o capacitor começa a apresentar um valor de reatância baixo, reduzindo a impedância no ramo paralelo de R_1 e C_1 . O resultado é um aumento na corrente e na tensão do cabeçote devido à baixa impedância na linha, resultando no equilíbrio do rendimento após a frequência de polarização. **Porque durante a reprodução da fita, essa frequência de polarização é eliminada por um filtro rejeita-faixa, de modo que o som original não é distorcido pela alta frequência do sinal?**

(b) Os alternadores de automóvel são conhecidos por desenvolver ruídos de alta frequência na tensão de alimentação do rádio, como mostra a figura 10(a). **É certo afirmar que: esse problema é normalmente aliviado pela colocação de filtros de alta frequência na alimentação?**



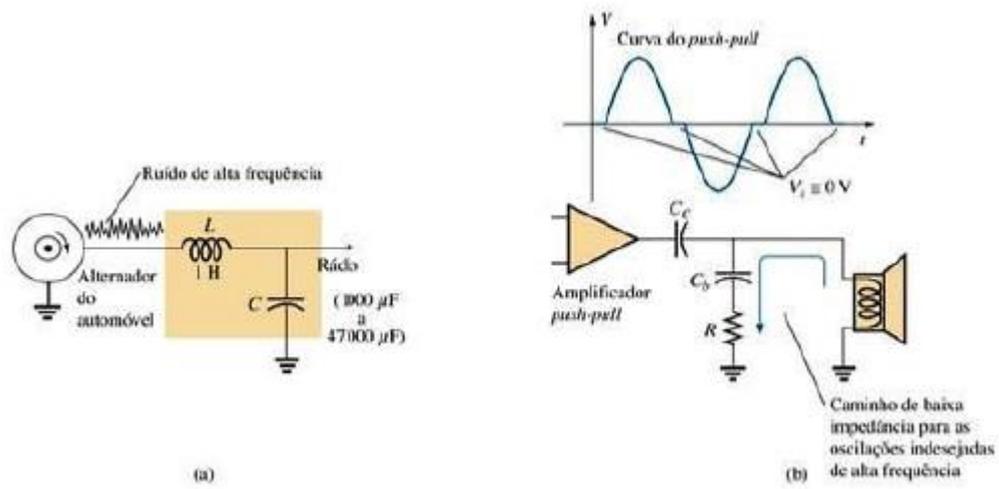
Redução de ruído em um gravador de fita cassette.

figura 8



Redução de ruído em um gravador de fita cassette.

figura 9



Geração de ruído: (a) devido ao funcionamento do alternador de veículo; (b) proveniente de um amplificador *push-pull*.

figura 10