

1. Com base nos dados indicados na figura da página anterior, vamos discutir as questões:

- a) Identifique se as ligações dos aparelhos foram feitas em série ou em paralelo.
- b) Qual o fusível adequado para proteger essa instalação, sabendo-se que a corrente máxima admissível para o fio 14 é 20A?
- c) Discuta por que é possível substituir por um fio mais fino (16) as ligações das lâmpadas e tomadas.
- d) Represente esquematicamente esse circuito, calculando os valores das resistências em cada trecho.

a) Para identificar se as ligações foram feitas em **série** ou em **paralelo**, vamos observar onde os fios da tomada e das lâmpadas foram conectados. Nesse caso foram conectados nos fios fase e neutro, que fornecem uma tensão de 110 V. Portanto, a ligação foi feita em paralelo.

Nesse tipo de ligação, o funcionamento desses aparelhos não é interrompido quando um deles é ligado, desligado ou está "queimado".

b) Para sabermos qual o fusível adequado para uma instalação, devemos levar em conta que todos os aparelhos estejam ligados, fazer a soma total da potência consumida de cada aparelho e desprezar a potência dissipada na fiação,

$$P_{\text{total}} = 500 + 100 + 60 + 750 = 1410 \text{ W}$$

Usando a equação: $P = Ui$, obtemos: $i = \frac{P}{U} = \frac{1410 \text{ W}}{110 \text{ V}} \cong 12,8 \text{ A}$,

que é a corrente que passa pela chave na caixa de luz. O fusível adequado para proteger a instalação elétrica é de 15A, pois é compatível com a corrente máxima admitida pelo fio de cobre 14 e está acima do valor da corrente requerida por todos os aparelhos funcionando ao mesmo tempo.

c) Suponhamos que apenas a lâmpada do interruptor 1 esteja ligada. A corrente exigida para seu funcionamento será:

$$i_1 = \frac{100 \text{ W}}{110 \text{ V}} \cong 0,91 \text{ A},$$

Se ligarmos também o ferro elétrico na tomada 2, a corrente exigida para seu funcionamento será: i_2 .

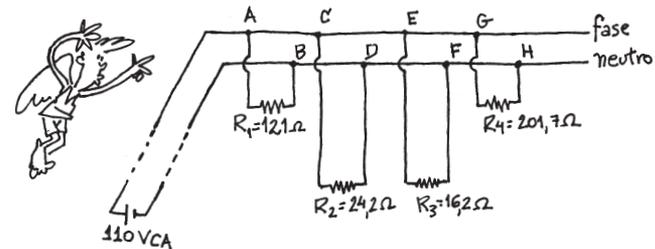
$$i_2 = \frac{750 \text{ W}}{110 \text{ V}} \cong 6,81 \text{ A},$$

De modo que a corrente entre o relógio de luz e os pontos E e F será:

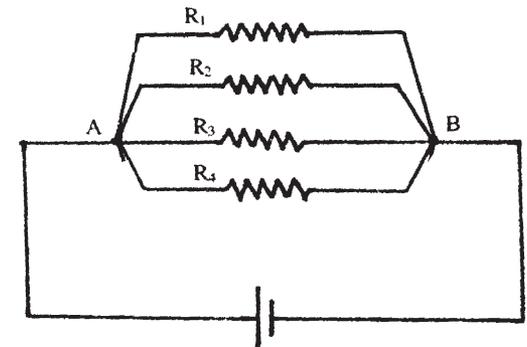
$$i = i_1 + i_2 = 0,91 + 6,81 = 7,72 \text{ A}$$

Se todos os aparelhos estiverem funcionando, cada um exigirá uma determinada corrente que pode ser calculada pela equação $P = U \cdot i$, e a corrente total, que é a soma de todas essas correntes, corresponderá apenas ao trecho entre o relógio de luz e os pontos A e B.

d) O cálculo das resistências podem ser feitos usando-se as equações: $P = U \cdot i$ e $R = U/i$. Usando o símbolo  para os resistores, temos:



Admitindo-se que a escolha dos fios foi adequada, tanto os fios da rede principal quanto os fios que se ligam aos aparelhos, possuem resistência elétrica desprezível. Assim, podemos simplificar um pouco mais o circuito e representá-lo da maneira ilustrada ao lado.

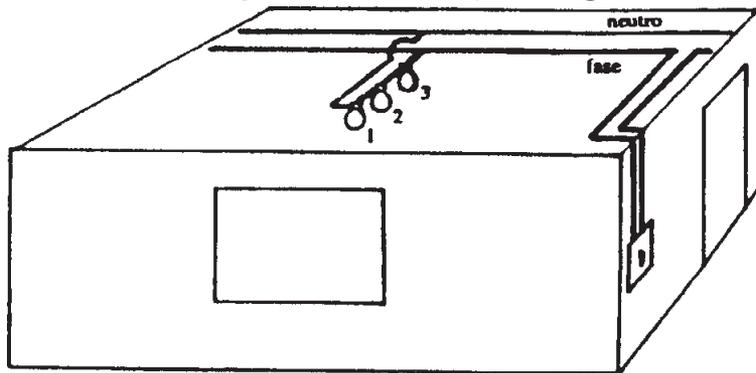


2. Vamos verificar de que modo podemos ligar três lâmpadas L_1 , L_2 e L_3 de mesma tensão em um circuito.

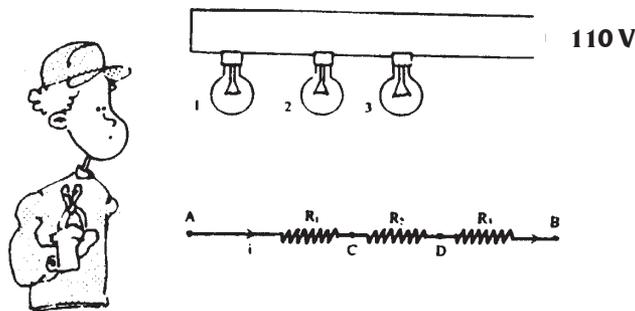
Existem quatro formas diferentes: todas em série, todas em paralelo, duas em série e em paralelo com a terceira ou duas em paralelo e em série com a terceira.

As vantagens e as desvantagens de cada tipo de associação, serão discutidas a seguir:

1. Ligação em série: neste tipo de ligação a mesma corrente se estabelece nas três lâmpadas do circuito. Vejamos a figura.



De um modo mais simplificado, temos:



Na associação em série, cada lâmpada do circuito está submetida a uma tensão cuja soma equivale à tensão total entre os extremos A e B do circuito (uma vez que as perdas na fiação podem ser consideradas desprezíveis).

A tensão total aplicada às três lâmpadas pode ser escrita como:

$$U_{AB} = U_{AC} + U_{AD} + U_{DB}$$

Como: $U_{AC} = R_1 \cdot i$, $U_{CD} = R_2 \cdot i$ e $U_{DB} = R_3 \cdot i$

então: $U_{AB} = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i$

Para calcularmos a resistência equivalente da associação usaremos a relação: $U_{AB} = R_{eq} \cdot i$, portanto:

$$R_{eq} \cdot i = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot i$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$

A potência dissipada na associação em série é calculada pela relação:

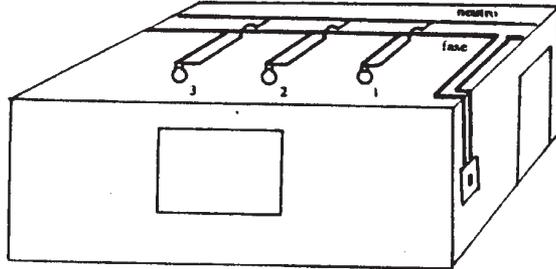
$$P = R \cdot i^2 = R_{eq} \cdot i^2 = (R_1 + R_2 + R_3) \cdot i^2 = R_1 \cdot i^2 + R_2 \cdot i^2 + R_3 \cdot i^2$$

ou seja,

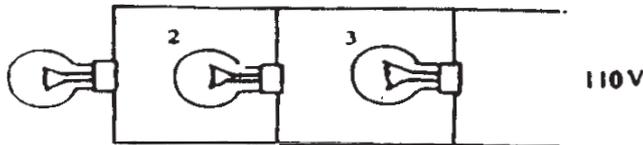
$$P = P_1 + P_2 + P_3$$

Como a tensão em cada lâmpada é sempre menor que a tensão aplicada nos terminais da associação, a potência dissipada em cada uma delas na ligação em série é sempre menor do que a indicada pelo fabricante. Nessas condições ela terá um brilho bem menor que o esperado. Além disso, se uma lâmpada queimar, interrompe o circuito e conseqüentemente as outras apagam. Por isso esse tipo de ligação não é usado nas instalações residenciais, mas pode ser achada nos cordões de luzes de árvore de natal; se desligarmos apenas uma delas, apagará toda a seqüência de lâmpadas em série.

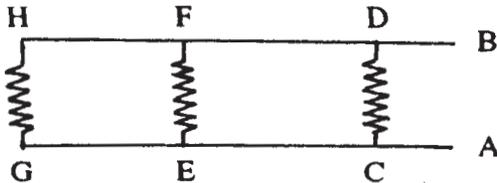
2. Ligação em paralelo: este tipo de ligação se caracteriza pelo fato de todas as lâmpadas estarem submetidas a uma mesma tensão, desprezando-se a resistência elétrica dos fios da instalação.



Podemos ainda representar esquematicamente a mesma ligação da seguinte forma:



A tensão AB é igual às tensões CD, EF e GH, pois estamos desprezando a resistência dos fios. Desse modo podemos reduzir ainda mais o esquema:



As correntes estabelecidas em cada uma delas será i_1, i_2, i_3 , e a corrente total, estabelecida entre os pontos A e B do circuito, será $i = i_1 + i_2 + i_3$.

Assim, se a tensão é a mesma, pela lei de Ohm, temos:

$i = U/R_{eq}$, onde R_{eq} é a resistência equivalente da associação.

Sendo $i_1 = U/R_1, i_2 = U/R_2$ e $i_3 = U/R_3$

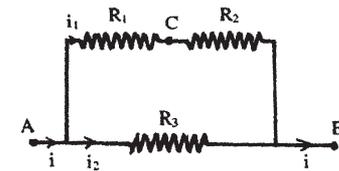
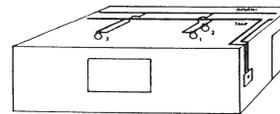
Substituindo na equação $i = i_1 + i_2 + i_3$, teremos:

$$U/R_{eq} = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3 \text{ ou}$$

$$1/R_{eq} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

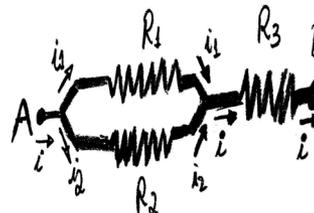
Na associação em paralelo, a tensão em cada lâmpada é a mesma, e a potência dissipada em cada lâmpada independe do número de lâmpadas agrupadas, e, conseqüentemente, o brilho da lâmpada também. O brilho é igual ao que teria se ela estivesse sozinha. Além disso, se uma das lâmpadas queimar, as demais não sofrem alteração. É por isso que essa ligação é utilizada nas instalações elétricas residenciais.

3. Ligação mista: ocorre quando combinamos os dois tipos de ligação conforme mostra a figura:



Nessa situação, a tensão U se aplica nos terminais da série $R_1 + R_2$ e em R_3 . Assim, L_3 terá brilho maior que L_1 e L_2 . Em função dessa característica, esse tipo de circuito também não é empregado nas instalações elétricas residenciais, mas é muito utilizado nos circuitos internos dos aparelhos eletrônicos, como rádio, TV, computadores etc.

A última possibilidade com três lâmpadas é a ligação mista com duas lâmpadas em paralelo associadas a uma em série, representada no esquema abaixo:



Nessa situação, a tensão U_{ab} se aplica nos terminais da série entre R_3 e o circuito paralelo R_1 e R_2 . Assim, a corrente i se divide em duas partes, L_1 e L_2 , e volta a ser a corrente total i em R_3 ; por isso, L_3 terá brilho maior que L_1 e L_2 .