74. (a) De $P = \frac{U^2}{R}$ tenim

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{12^2}{55} = 2,6182\,\Omega$$

Com que les resistències es troben en paral·lel

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(\frac{12^2}{55})^{\cancel{2}}}{2 \cdot \cancel{\frac{12^2}{55}}} = \frac{\frac{12^2}{55}}{2} = \frac{144}{110} = \frac{72}{55} = 1,309\,\Omega$$

(b) Una caiguda del 5 % de la tensió en el cable correspon a

$$U_{cable} = 5\,\% \cdot 12 = 0,6\,V$$

Llavors, aplicant la llei d'Ohm al cable

$$0,6 = I\rho\frac{L}{A}$$

però no coneixem la intensitat que passa pel circuit, calculem-la. Si anomenem $U_\otimes$ a la tensió que cau en els llums (no és $12\,V$ perquè estem dient que al cable cau tensió també)

$$I = \frac{U_\otimes}{R_{eq}} = \frac{12 - 0,6}{\frac{72}{55}} = 8,708\,A$$

ara

$$0,6 = I\rho\frac{L}{A} \rightarrow L = \frac{0,6 \cdot A}{I\rho} = \frac{0,6 \cdot \frac{\pi(0,0025)^2}{4}}{8,708 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}} = 19,894\,m$$

però com es tracta d'un cable bipolar (doble), hem de considerar la meitat de la longitud calculada, és a dir

$$L^{bip}_{max} = \frac{19,894}{2} = 9,947\,m$$

(c) Per una longitud del cable de $4\,m$ (8, en realitat), tenim

$$R = \rho\frac{L}{A} = 1,7 \cdot 10^{-8}\frac{2 \cdot 4}{\frac{\pi(0,0025)^2}{4}} = 0,0277\,\Omega$$

(d) Considerem que la resistència del cable es troba en sèrie amb el conjunt de les llums i calculem

$$P = \frac{U^2}{R_{cable} + R_{eq}} = \frac{12^2}{0,0277 + 1,309} = 107,73\,W$$

* * *

76. (a) Passem l'energia consumida en els $15\,min$ a Joule

$$0,6\,kW \cdot h \times \frac{3,6 \cdot 10^6\,J}{1\,kW \cdot h} = 2,16 \cdot 10^6\,J$$

llavors, la potència consumida val

$$P = \frac{E}{t} = \frac{2,16 \cdot 10^6}{15 \cdot 60} = 2400\,W$$

Ara, a partir de l'expressió de la potència P que entrega una font d'alimentació U a un circuit per el qual circula una intensitat I

$$P = UI \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{2400}{230} = 10,435\,A$$

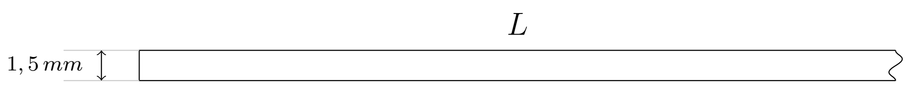
(b) Aplicant ara la llei d'Ohm

$$U = IR \rightarrow R = \frac{U}{I} = \frac{230}{10,435} = 22,04\,\Omega$$

i

$$R = \rho\frac{L}{A} \rightarrow L = \frac{RA}{\rho} = \frac{22,04 \cdot 0,1 \cdot 1,5 \cdot 10^{-6}}{11,8 \cdot 10^{-7}} = 2,802\,m$$

(c) El fil de nicrom es pot representar per



Llavors, la condició demanada a l'enunciat es tradueix en

$$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot L = 3,5\,\%\,S$$

$$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,802 = \frac{3,5}{100}\,S \rightarrow S = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,802 \cdot 100}{3,5} = 0,1201\,m^2$$

77. (a) Aplicant la llei d'Ohm al conjunt font d'alimentació - llums (sense cables connectors), tenim

$$U = I_b R_\otimes \rightarrow R_\otimes = \frac{U}{I_b} = \frac{12}{10,22} = 1,174\,\Omega$$

Ara, al connectar els llums a la font amb els cables, la resistència del circuit canvia, i per tant la intensitat que hi circula. Si ha de caure com a molt el 3% de $12\,V$ al cable; la resta, el 97% de $12\,V$, és la tensió que caurà als llums ($\otimes$), així

$$\frac{97}{100}U = IR_\otimes \rightarrow I = \frac{97U}{100R_\otimes} = \frac{97\cdot 12}{100\cdot 1,174} = 9,915\,A$$

Aplicant ara la llei d'Ohm al cable

$$\frac{3}{100}U = IR_{cable} = I\rho\frac{L}{A}$$

d'on

$$A = \frac{100I\rho L}{3U} = \frac{100\cdot 9,915\cdot 1,7\cdot 10^{-8}\cdot 3\cdot 2}{3\cdot 12}$$
$$= 2,808\cdot 10^{-6}\,m^2 = 2,81\,mm^2$$

(b) Si fem servir un fil de $4\,mm^2$ de secció

$$R = \rho\frac{L}{A} = 1,7\cdot 10^{-8}\cdot\frac{2\cdot 3}{4\cdot 10^{-6}} = 0,0255\,\Omega = 25,5\,m\Omega$$

Recordem que el cable és bipolar i la longitud L s'ha de multiplicar per 2.

(c) En les condicions de l'apartat anterior

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_\otimes + R_{cable}} = \frac{12^2}{1,174+0,0255} = 120,05\,W$$

* * *

79. Tenim que el 2 % de 470 és

$$\frac{2}{100}\,470 = 9,4\,\Omega$$

llavors

$$470\Omega \pm 2\,\% = 470 \pm 9,4$$

i el valor està comprés entre $-460,6\,\Omega$ i $479,4\,\Omega$

82. De l'expressió de la resistència elèctrica en funció de la resistivitat, longitud i secció del conductor

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

tenim

$$A = \frac{\rho L}{R}$$

llavors

$$\pi \frac{d^2}{4} = \frac{\rho L}{R}$$

i

$$d = 2\sqrt{\frac{\rho L}{\pi R}} = 2\sqrt{\frac{0,49 \cdot 10^{-6} \cdot 4,508}{\pi \cdot 5}} = 7,5 \cdot 10^{-4}\, m = 0,75\, mm$$

* * *

83. (a) La tensió que proporcionen les 4 bateries val

$$U_{bateries} = 4 \cdot U_{bat} = 4 \cdot 12 = 48\, V$$

La tensió que cau a cada branca és

$$U_{branca} = 5 \cdot U_{LED} = 5 \cdot 3,4 = 17\, V$$

La intensitat que passa per cada branca és la mateixa que passa per cada LED, donat que estan en sèrie, i val $I_{LED,4} = 25\, mA$. Llavors, la intensitat total al circuit (que passa per la resistència R), val

$$I_{total} = I_R = 3 \cdot I_{LED,4} = 3 \cdot 25 \cdot 10^{-3} = 0,075\, A$$

La tensió que cau a la resistència R val

$$U_R = U_{bateries} - U_{branca} = 48 - 17 = 31\, V$$

Llavors, aplicant la llei d'Ohm a la resistència R

$$U_R = I_R R \rightarrow R = \frac{U_R}{I_R} = \frac{31}{0,075} = \frac{1240}{3} = 413,33\, \Omega$$

(b) Per calcular l'energia consumida en $8\,h$ calculem la potència consumida i apliquem

$$P = \frac{E}{t}$$

La potència consumida és la mateixa que la font d'alimentació entrega al circuit, llavors

$$P = U_{bateries} I_{total} = 48 \cdot 0,075 = 3,6\,W$$

Ara doncs,

$$E = Pt = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 0,0288\,kWh$$

també

$$E = Pt = 3,6 \cdot 8 \cdot 3600 = 103680\,J$$

(c) Per calcular el temps que duren les bateries tenim en compte la seva capacitat $c_{bat} = 10000\,Ah$, com que n'hi ha 4, la capacitat serà $40000\,Ah = 40\,Ah$, llavors

$$I_{total} \cdot t = c \rightarrow t = \frac{c}{I_{total}} = \frac{40}{0,075} = \frac{1600}{3} = 533,33\,h$$

(d) Si ara tenim només 3 bateries connectades en sèrie, serà

$$U_{bateries} = 3 \cdot U_{bat} = 3 \cdot 12 = 36\,V$$

Per calcular la nova intensitat que passa ara per cada LED necessitem saber la resistència que presenta cadascun. Ho calculem amb les dades de la situació anterior. Aplicant la llei d'Ohm a un LED

$$U_{LED} = I_{LED,4} \cdot R_{LED} \rightarrow R_{LED} = \frac{U_{LED}}{I_{LED,4}} = \frac{3,4}{25 \cdot 10^{-3}} = 136\,\Omega$$

Llavors la resistència equivalent del circuit és

$$R_{eq} = R + \frac{5R_{LED}}{3} = \frac{1240}{3} + \frac{5}{3} \cdot 136 = 640\,\Omega$$

perquè hi ha cinc LED en sèrie per branca i es pot provar que si tenim tres resistències r iguals en paral·lel, la seva resistència equivalent val $r/3$.

Finalment, aplicant la llei d'Ohm a tot el circuit

$$3 \cdot U_{bat} = I'_{total} \cdot R_{eq} \rightarrow I'_{total} = \frac{3 \cdot U_{bat}}{R_{eq}} = \frac{3 \cdot 12}{640} = 0,05625\,A$$

Aquesta intensitat travessarà la resistència R i després es dividirà (entre 3) per passar per cada branca, llavors, la intensitat que passa per cada branca i per tant, la que passa per cada LED, val

$$I_{LED,4} = \frac{I'_{total}}{3} = \frac{0,05625}{3} = 0,01875\,A$$

* * *

92. Com que la capacitat de la bateria és $c = 100\,Ah$, podem escriure

$$100 = I \cdot t$$

Si la demanda d'intensitat és alta, la durada serà petita i a l'inrevés. Llavors, Si tarda $5\,h$ en carregar-se, la intensitat que se li aplica és

$$100 = I \cdot 5 \rightarrow I = \frac{100}{5} = 20\,A$$

Com que la potència per una font d'alimentació es pot calcular com

$$P = VI$$

i la bateria es carrega a $220\,V$, tenim

$$P = VI = 220 \cdot 20 = 4400\,W = 4,4\,kW$$

* * *

95. (a) Per trobar la intensitat que travessa la resistència podem fer servir

$$P = UI \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{600}{230} = \frac{60}{23} = 2,609\,A$$

(b) Ara, de

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{600} = 88,17\,\Omega$$

i de

$$R = \rho\frac{L}{A} \rightarrow L = \frac{RA}{\rho} = \frac{88,17 \cdot \frac{\pi\left(0,2\cdot 10^{-3}\right)^2}{4}}{4,9 \cdot 10^{-7}} = 5,6523\,m$$

(c) Per calcular el cost

$$E = P \cdot t = 600 \cdot 3 \cdot 60 = 108000\,J$$

passem a kWh

$$108000\,J \cdot \frac{1kWh}{3,6 \cdot 10^6\,J} = 0,03\,kWh$$

i ara

$$0,03\,kWh \cdot \frac{0,10\,€}{1\,kWh} = 0,003\,€$$

* * *

96. (a) A cada branca hi ha 3 LED i en cadascun cauen $U_{LED} = 3,6\,V$, llavors la tensió que cau a cada branca val

$$U_{branca} = 3 \cdot U_{LED} = 3 \cdot 3,6 = 10,8\,V$$

i aquesta és precisament la tensió U que proporciona la font d'alimentació. És a dir $U = 10,8\,V$.

Per cada LED passa una intensitat $I_{LED} = 20\,mA$, aquesta intensitat és la mateixa per els LEDs de cada branca, per tant, la intensitat total al circuit serà llavors la suma de les intensitats de cada branca

$$I_{total} = I_{branca} \cdot 8 = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 8 = 0,16\,A$$

Aleshores la intensitat consumida I és la calculada $I = I_{total} = 0,16\,A$

(b) La potència consumida per cada LED es pot calcular com

$$P_{LED} = U_{LED} I_{LED} = 3,6 \cdot 20 \cdot 10^{-3} = 0,072\,W$$

i l'energia consumida en $8\,h$

$$E_{LED} = P_{LED} \cdot t = 0,072 \cdot 8 \cdot 3600 = 2073,6\,J$$

Alternativament

$$E_{LED} = P_{LED} \cdot t = 7,2 \cdot 10^{-5}\,kW \cdot 8\,h = 5,76 \cdot 10^{-4}\,kWh$$

Llavors, l'energia total consumida serà

$$E_{total} = 24E_{LED} = 24 \cdot 2073,6 = 49766,4\,J$$

(c) Tenint en compte la capacitat de la bateria $c = 1800\,mAh = 1,8\,Ah$, i sabent que ha d'entregar una intensitat total $I_{total} = 0,16\,A$, podem escriure

$$1,8 = It \rightarrow t = \frac{1,8}{0,16} = 11,25\,h$$

* * *

97. (a) Tenim que és

$$U = I(R + R_p)$$

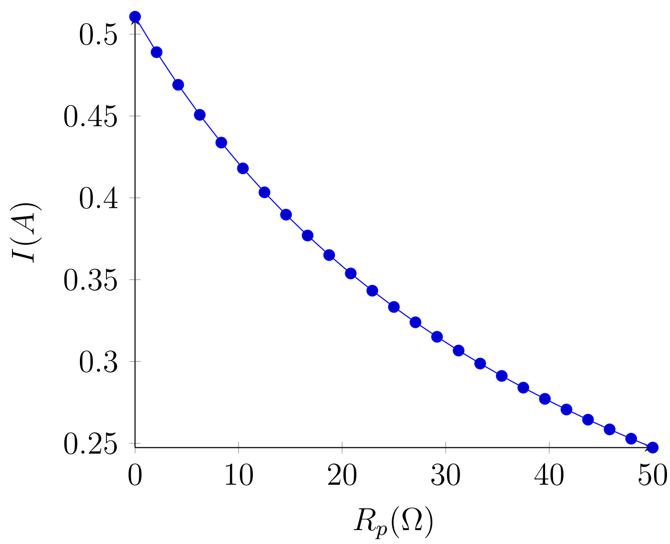
i

$$I_{max} = \frac{U}{R_{min}} \qquad I_{min} = \frac{U}{R_{max}}$$

llavors, com que $R_{min} = R$ i $R_{max} = R + R_p$,

$$I_{max} = \frac{U}{R + (R_p = 0)} = \frac{U}{R} = \frac{24}{47} = 0,5106\,A$$

$$I_{min} = \frac{U}{R + (R_p = 50)} = \frac{24}{47 + 50} = 0,2474\,A$$

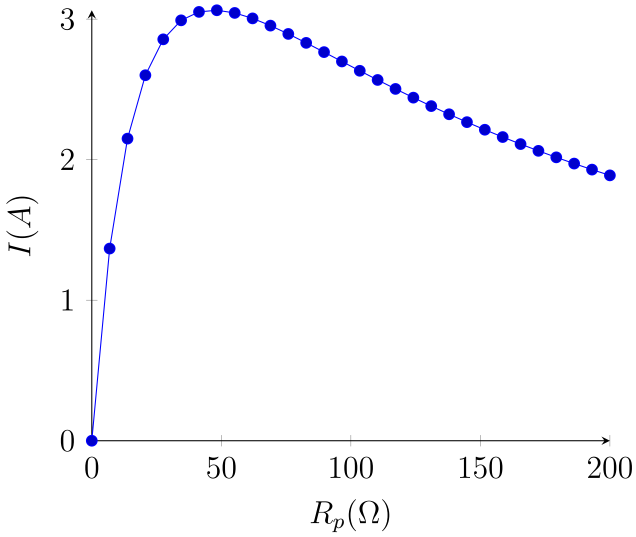


(b)

(c) La potència dissipada per la resistència variable (potenciòmetre) R_p, es pot escriure com

$$P_{R_p} = I^2 R_p = \left(\frac{U}{R + R_p}\right)^2 R_p$$

Si la representem en funció de R_p (s'han considerat valors de R_p fora del límit donat per l'enunciat per obtenir una gràfica més entenedora)



veiem que el màxim es dona per un valor proper a $50\,\Omega$. De fet, es pot demostrar (calen eines de calcul diferencial) que el valor exacte és per a $R_p = 47\,\Omega$, és a dir quan les dues resistències valen el mateix. Aquesta informació es proporciona a l'exercici, però no tindria perquè ser així perquè al llarg del curs de 2n de Batxillerat, a la matèria de matemàtiques, en algun moment s'expliquen les tècniques per trobar els màxims i mínims d'una funció qualsevol, i en el moment de fer l'examen de les PAU, se suposa que l'alumne domina aquestes tècniques i per tant, les ha de poder aplicar a qualsevol altra matèria de les PAU, en particular, a Tecnologia industrial.

La potència màxima dissipada per R_p, serà doncs

$$P_{R_p}^{max} = I^2 R_p = \left(\frac{U}{R+R}\right)^2 R = \left(\frac{24}{47+47}\right)^2 47 = 3,064\,W$$

Mentre que els valors extrems són

$$P(R_P = 0) = \left(\frac{24}{47+0}\right)^2 \cdot 0 = 0\,W$$

que coincideix amb el seu valor mínim, i

$$P_{R_P=50} = \left(\frac{24}{47+50}\right)^2 \cdot 50 = 3,061\,W$$

En canvi, la potència dissipada per R val

$$P_R = I^2 R = \left(\frac{24}{47 + R_P}\right)^2 \cdot 47$$

i els seus valors extrems (que coincideixen amb els seus valors mínim-màxim) són

$$P_R^{min} = I_{min}^2 R = \left(\frac{24}{47 + 50}\right)^2 \cdot 47 = 2,877\,W$$

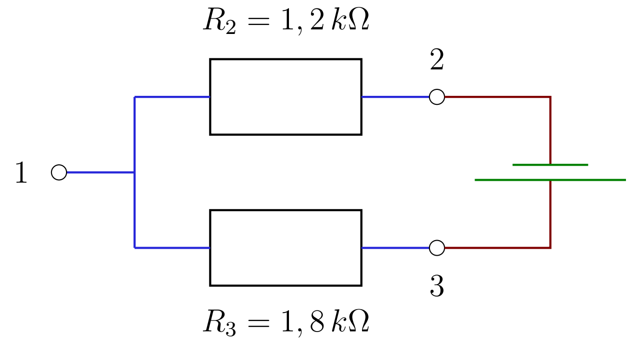
$$P_R^{max} = I_{max}^2 R = \left(\frac{24}{47 + 0}\right)^2 \cdot 47 = 12,255\,W$$

que supera les especificacions establertes.

* * *

100. (a) Els esquemes de connexió en funció de la posició del commutador són:

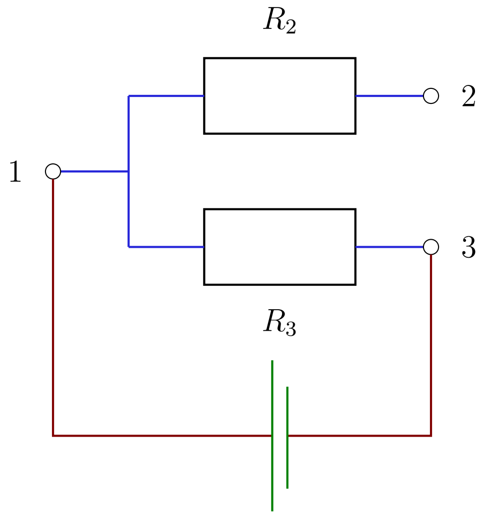
i. *Potència mínima*



Les resistències es troben connectades en sèrie i la resistència equivalent serà $R_{eq} = R_2 + R_3$. La potència subministrada val

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_2 + R_3} = \frac{220^2}{1800 + 1200} = 16,133\,W$$

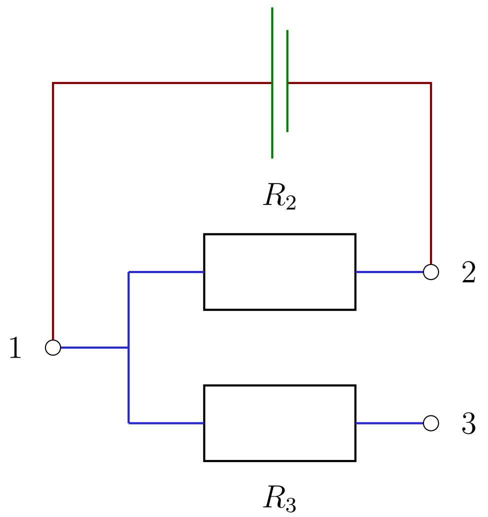
ii. *Nivell de potència mitjà-baix*



Ara només es troba connectada la resistència R_3 i la potència subministrada val

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_3} = \frac{220^2}{1800} = 26,89\,W$$

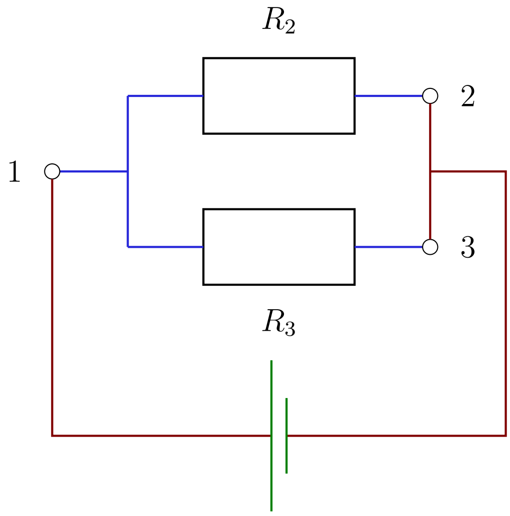
iii. *Nivell de potència mitjà-alt*



Ara només es troba connectada la resistència R_2 i la potència subministrada val

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_2} = \frac{220^2}{1200} = 40,33\,W$$

iv. *Nivell màxim de potència*



Ara es troben les dues resistències connectades en paral·lel i la resistència equivalent val

$$R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{1200 \cdot 1800}{1200 + 1800} = 720\,\Omega$$

i la potència subministrada

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{720} = 67,22\,W$$

(b) Quan es troben en sèrie

$$R_{eq} = R_2 + R_3 = 1200 + 1800 = 3000\,\Omega$$

quan es troben en paral·lel

$$R_{eq} = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{1200 \cdot 1800}{1200 + 1800} = 720\,\Omega$$

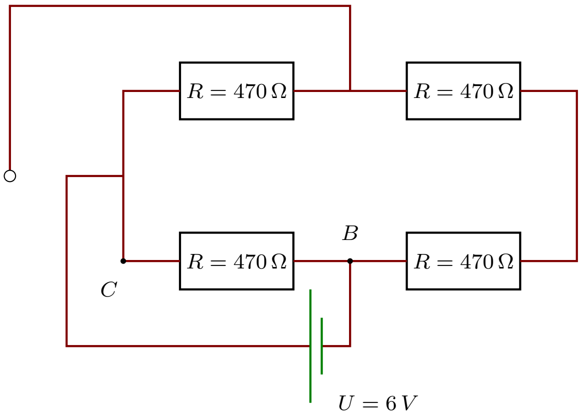
(c) En sèrie

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{U^2}{R_2 + R_3} = \frac{220^2}{1800 + 1200} = 16,133\,W$$

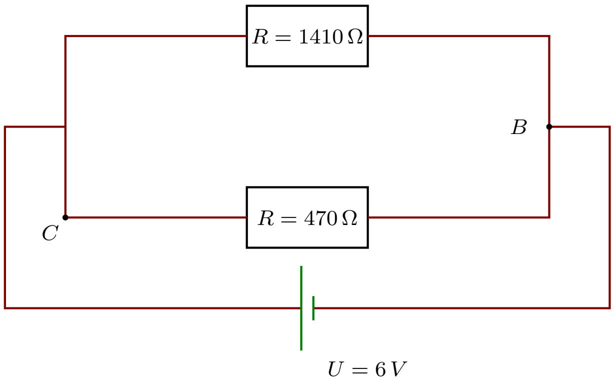
En paral·lel

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{220^2}{720} = 67,22\,W$$

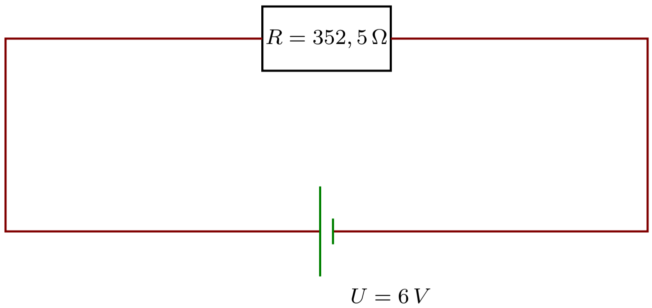
101. (a) Amb l'interruptor connectat a la posició 2, el circuit és equivalent a



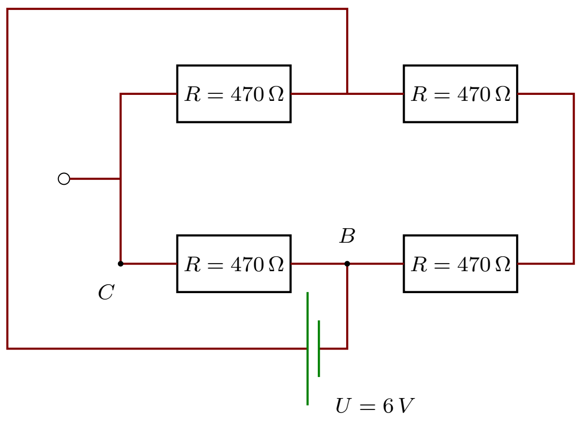
Que es pot reduir a



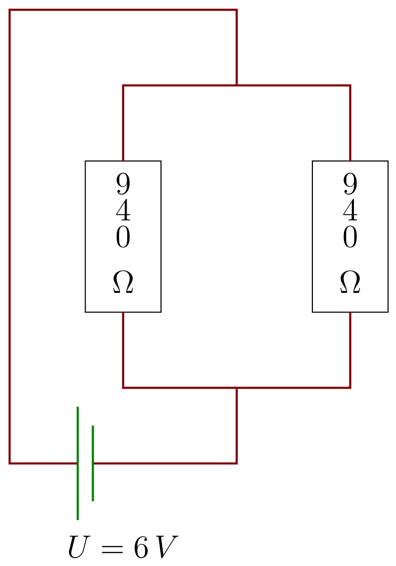
i finalment



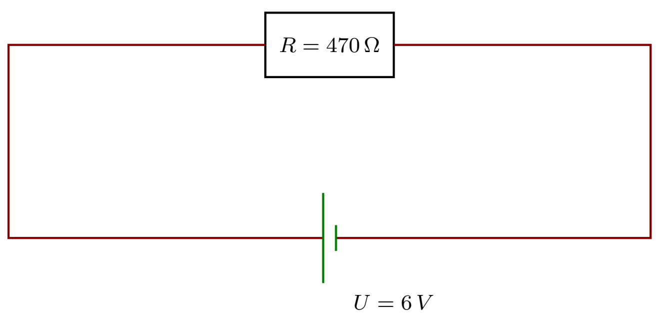
Amb l'interruptor connectat a la posició 1, el circuit és equivalent a



Llavors, sumant les resistències en sèrie a cada branca



I el circuit simplificat queda ara com



(b) De forma que la resistència equivalent amb el connector en la posició 2, val $352,5\,\Omega$.

Amb el connector en la posició 1, la resistència equivalent del circuit val $470\,\Omega$.

(c) Quan el commutador es troba en la posició 2 podem aplicar $P = \frac{U^2}{R}$ a la branca que conté la resistència BC (quan tenim les resistències de $1410\,\Omega$ i $470\,\Omega$ en paral·lel), per trobar

$$P = U^2 R = \frac{6^2}{470} = 0,0766\,W$$

Per la posició 1 del commutador, apliquem la llei d'Ohm al circuit del darrer esquema per trobar,

$$6 = I \cdot 470 \rightarrow I = \frac{6}{470} = 0,01276\,A$$

per tant, per la resistència BC passarà la meitat d'aquesta intensitat, i la potència dissipada serà

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R = 0,01915\,W$$

* * *

102. (a) Tenim

$$L_P = h + 2b + \pi r = 0,68 + 2 \cdot 0,12 + \pi \cdot 0,20 = 1,548\,m$$

$$L_A = \frac{2h}{\cos\frac{\alpha}{2}} + 2b = \frac{2 \cdot 0,68}{\cos 35^\circ} + 2 \cdot 0,12 = 1,666\,m$$

$$L_U = 2(h - r) + \pi r = 2 \cdot (0,68 - 0,20) + \pi \cdot 0,20 = 1,588\,m$$

(b) Les potències consumides són

$$P_P = 60 L_P = 60 \cdot 1,548 = 92,88\,W$$

$$P_A = 60 L_A = 60 \cdot 1,666 = 99,96\,W$$

$$P_U = 60 L_U = 60 \cdot 1,588 = 95,28$$

(c) ♠ Cada seqüència $P - A - U$ consumeix una potència

$$P_{PAU} = P_P + P_A + P_U = 92,88 + 99,96 + 95,28 = 288,12\,W$$

i com cada lletra està activada $2\,s$, una energia

$$E_{PAU} = P_{PAU} \cdot t_{PAU} = 288,12 \cdot 2 = 576,24\,J$$

i en les $3\,h$ de funcionament la seqüència es donara completa un nombre de vegades igual a

$$\frac{3\cdot 3600}{6} = 1800$$

de forma que l'energia total que consumeix és

$$E_{PAU}^{total} = 576,24\cdot 1800 = 1037232\,J \times \frac{1\,kWh}{3,6\cdot 10^6\,J} = 0,288\,kWh$$

♠ Cada seqüència $P-A-U-A$ completa consumeix una potència

$$P_{PAUA} = P_P+P_A+P_U+P_A = 92,88+99,96+95,28+99,96 = 388,08\,W$$

i com cada lletra està activada $2\,s$, una energia

$$E_{PAUA} = P_{PAUA}\cdot t_{PAUA} = 388,08\cdot 2 = 776,16\,J$$

i en les $3\,h$ de funcionament la seqüència es donara completa un nombre de vegades igual a

$$\frac{3\cdot 3600}{8} = 1350$$

de forma que l'energia total que consumeix és

$$E_{PAUA}^{total} = 776,16\cdot 1350 = 1047816\,J\cdot \frac{1\,kWh}{3,6\cdot 10^6\,J} = 0,29106\,kWh$$

* * *

106. (a) De $P = UI$, la intensitat que consumeix una estufa es pot calcular com

$$I_{estufa} = \frac{P}{U} = \frac{300}{220} = \frac{15}{11} = 1,364\,A$$

Llavors la intensitat total valdrà

$$I_{total} = 12\cdot I_{estufa} = 16,264\,A$$

(b) Cada estufa consumeix una energia

$$E_{estufa} = Pt = 0,3\cdot 5 = 1,5\,kWh$$

com que n'hi ha 12, el total consumeix

$$E_{total} = 1,5\cdot 12 = 18\,kWh$$

i el cost serà

$$18\,kWh\cdot\frac{0,08\,€}{1\,kWh} = 1,44\,€$$

(c) Per trobar el valor de la resistència que representa cada estufa fem

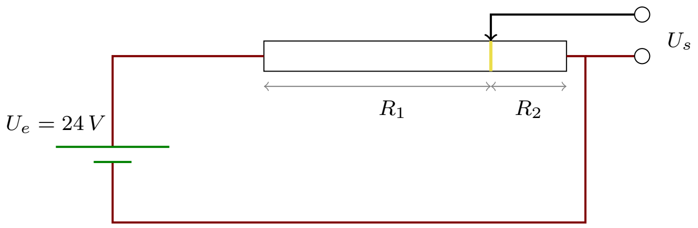
$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{300} = \frac{484}{3} = 161,33\,\Omega$$

Llavors, si s'alimenten a $U' = 125\,V$, la potència que consumirien valdrà

$$P' = \frac{U'^2}{R} = \frac{125^2}{161,33} = 96,85\,W$$

* * *

107. El circuit es pot representar com



Aplicant la llei d'Ohm a cada secció de la resistència

$$U_e = I \cdot (R_1 + R_2)$$

$$U_s = I \cdot R_2$$

(a) Tenim

$$I = \frac{U_e}{R_1 + R_2} = \frac{24}{5000} = 0,0048\,A$$

(b) Podem escriure

$$U_s = I \cdot R_2 = \frac{24}{5000} \cdot 3000 = 14,4\,V$$

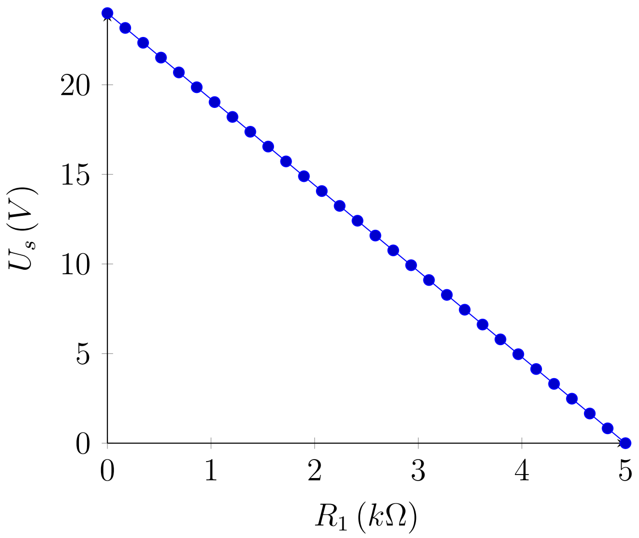
(c) Per representar U_s en funció de R_1, considerem

$$U_s = I \cdot R_2 = \frac{U_e}{R_1 + R_2} \cdot R_2$$

llavors, podem escriure (suposant les resistències en $k\Omega$)

$$U_s = \frac{24}{5} \cdot (5 - R_1)$$

que és l'equació d'una recta amb gràfica



(d) Tenim

$$k = \frac{|\Delta U_s|}{|\Delta d|} = \frac{24-0}{(1200-150)\cdot 10^{-3}} = 22,86\,V/m$$

* * *

109. (a) Tenim que

$$P = \Gamma \cdot \omega \rightarrow \Gamma_s = \frac{P_s}{\omega} = \frac{310}{2600\frac{\pi}{30}} = 1,1386\,N\cdot m$$

(b) La potència elèctrica es pot calcular com

$$P = UI = 230 \cdot 1,9 = 437\,W$$

llavors, el rendiment electromecànic val

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} = \frac{310}{437} = 0,7094$$

(c) Per l'energia elèctrica consumida tenim

$$E_{elec} = P_e t = 437 \cdot 3 \cdot 60 = 78660\,J$$

i l'energia dissipada la calculem com a diferència entre l'elèctrica i la de sortida

$$E_{diss} = (P_e - P_s)\cdot t = (437-310)\cdot 3 \cdot 60 = 22860\,J$$

111. La corba característica d'una cel·la solar és la representació de la intensitat que produeix per efecte fotoelèctric, en funció de la tensió que pot arribar a generar. Quan es connecta una càrrega (resistència) a la cel·la (il·luminada), es produeix una caiguda de tensió en els extrems de la càrrega i hi circula una intensitat. Distingim entre d'altres, tres paràmetres fonamentals que caracteritzen la cel·la:

◦ Corrent de curtcircuit I_{sc}: és el corrent que obtindríem si connectéssim els borns de la cel·la entre ells i correspon a $U = 0\,V$.

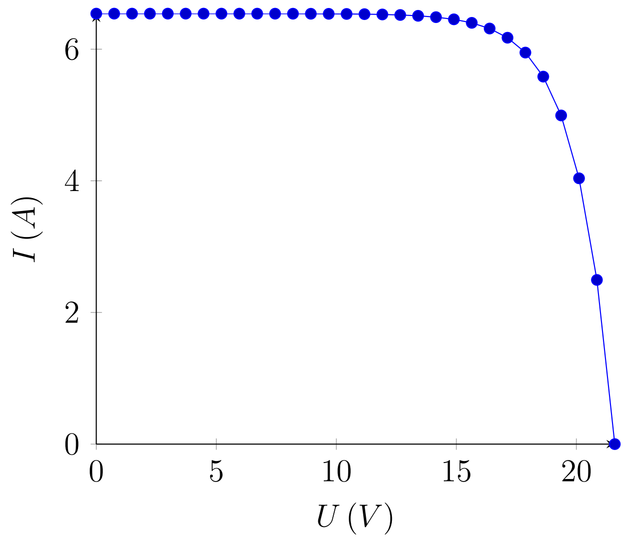
◦ Tensió de circuit obert U_{oc}: és la tensió que correspon a $I = 0\,A$.

◦ Potència màxima: és el valor màxim de la potència que pot entregar la cel·la a una càrrega.

En el supòsit de l'exercici tenim

$$I(U) = 6,54\left(1 - e^{\frac{U-21,6}{1,550}}\right)$$

que es pot representar com



(a) Per trobar I_{sc} calculem $I(0)$ i obtenim

$$I(0) = 6,54\left(1 - e^{\frac{-21,6}{1,550}}\right) = 6,5399\,A$$

(b) Per trobar U_{oc} calculem el valor U tal que la intensitat dona zero. Per inspecció es veu que és $U_{oc} = 21,6\,V$ ja que llavors l'exponencial queda elevada a zero i $e^0 = 1$, annul·lant-se el terme dins el parèntesi i resultant $I = 0\,A$

(c) La potència màxima la podem calcular com

$$P_{max} = U_{max} \cdot I_{max}$$

amb

$$I_{max} = I(U_{max}) = I(17,4\,V) = 6,54\left(1 - e^{\frac{17,4-21,6}{1,550}}\right) = 6,105\,A$$

per tant

$$P_{max} = U_{max} \cdot I_{max} = 17,4 \cdot 6,105 = 106,22\,W$$

(d) Com el panell consta de dos grups en paral·lel de 36 cel·les solars en sèrie, la intensitat que proporciona cada branca (i que passa per cada cel·la) és

$$I_{cel\cdot la} = \frac{6,105}{2} = 3,0525\,A$$

En quant a la tensió, la tensió és la mateixa a cada branca per el fet d'estar en paral·lel, i cada cel·la proporciona

$$U_{cel\cdot la} = \frac{17,4}{36} = 0,4833\,V$$

* * *

112. Fem servir la relació

$$R = \rho\frac{L}{A} \rightarrow L = \frac{RA}{\rho} = \frac{R\frac{\pi d^2}{4}}{\rho} = \frac{4,7 \cdot \frac{\pi\left(0,61\cdot 10^{-3}\right)^2}{4}}{0,49 \cdot 10^{-6}} = 2,803\,m$$

* * *

113. (a) El corrent que circularà per la resistència serà el mateix per tots els diàmetres disponibles, ja que és

$$P = UI \rightarrow I = \frac{P}{U} = \frac{2200}{230} = 9,565\,A$$

(b) La resistència ha de ser

$$R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{2200} = 24,045\,\Omega$$

Per cada fil la longitud serà

$$L_{0,125} = \frac{RA}{\rho} = \frac{24,045 \cdot \frac{\pi\left(0,125 \cdot 10^{-3}\right)^2}{4}}{4,9 \cdot 10^{-7}} = 0,6022\,m$$

$$L_{0,25} = \frac{RA}{\rho} = \frac{24,045 \cdot \frac{\pi\left(0,25 \cdot 10^{-3}\right)^2}{4}}{4,9 \cdot 10^{-7}} = 2,409\,m$$

$$L_{0,5} = \frac{RA}{\rho} = \frac{24,045 \cdot \frac{\pi\left(0,5 \cdot 10^{-3}\right)^2}{4}}{4,9 \cdot 10^{-7}} = 9,635\,m$$

(c) L'àrea que representa el fil serà $A = L \cdot 200 \cdot d$, i per les condicions del problema s'ha d'escalfar una àrea de $300 \times 400\,mm^2 = 0,12\,m^2$. Calculem per cada diàmetre l'àrea que representa i comparem amb el valor necessari

$$A_{0,125} = L_{0,125} \cdot 200 \cdot 0,125 \cdot 10^{-3} = 0,015\,m^2$$

$$A_{0,25} = L_{0,25} \cdot 200 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} = 0,12045\,m^2$$

$$A_{0,5} = L_{0,5} \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} = 0,9635\,m^2$$

el diàmetre més aconsellable és doncs, el de $0,25\,mm$, i el cost que tindrà és

$$2,409\,m \times \frac{1,29\,€}{1\,m} = 3,1076\,€$$

* * *

114. (a) Quan l'interruptor A està obert, les resistències es troben en sèrie. Quan està tancat, el mateix interruptor curtcircuita la resistència R_2, annul·lant-la. Llavors, com que en tots dos casos la potència és de $1000\,W$, i a partir de

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

podem escriure

$$1000 = \frac{230^2}{R_1 + R_2}$$

$$1000 = \frac{120^2}{R_1} \rightarrow R_1 = \frac{120^2}{1000} = 14,4\,\Omega$$

i finalment,

$$R_1 + R_2 = \frac{230^2}{1000} \rightarrow R_2 = \frac{230^2}{1000} - R_1 = \frac{230^2}{1000} - 14,4 = 38,5\,\Omega$$

(b) Fent servir ara

$$P = UI$$

tenim

$$I_{230} = \frac{1000}{230} = 4,35\,A$$

$$I_{120} = \frac{1000}{120} = 8,33\,A$$

(c) La resistència equivalent del circuit amb l'interruptor A espatllat i actuant com una resistència $R_A = 3\,\Omega$ la podem trobar associant R_A i R_2 en paral·lel i després el resultat en sèrie amb R_1. Així, doncs

$$\frac{R_A R_2}{R_A + R_2} = \frac{3 \cdot 38,5}{3 + 38,5} = 2,783\,\Omega$$

ara, sumem aquesta en sèrie amb R_1 per obtenir

$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_A R_2}{R_A + R_2} = 14,4 + 2,783 = 17,18\,\Omega$$

i finalment, la potència corresponent en aquesta situació i quan s'alimenta amb $120\,V$ serà

$$P_e = \frac{U^2}{R} = \frac{120^2}{17,18} = 838,03\,W$$

* * *

115. (a) Com que es troben enceses de forma simultània 20 bombetes i la potència que desenvolupen és $360\,W$, la potència d'una bombeta serà

$$P_b = \frac{360}{20} = 18\,W$$

(b) De l'expressió $P = \frac{U^2}{R}$, tenint en compte que totes les resistències són iguals i n'hi ha 20 per branca tenim

$$360 = \frac{230^2}{20 \cdot R} \rightarrow R = \frac{230^2}{360 \cdot 20} = 7,347\,\Omega$$

En quant a la intensitat

$$P = I^2 R \rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{18}{7,347}} = 1,565\,A$$

(c) L'energia total consumida en $t = 4\,h$

$$\begin{aligned} E_{total} &= P_{total} \cdot t = 360 \cdot 4 \cdot 3600 = 5184000\,J \\ &= 0,36\,kW \cdot 4\,h = 1,44\,kWh \end{aligned}$$

i la d'una bombeta

$$E_b = \frac{E_{total}}{60} = \frac{1,44}{60} = 0,024\,kWh$$

* * *

116. (a) Per calcular la resistència del fil fem

$$P = \frac{U^2}{R} \rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{230^2}{800} = 66,125\,\Omega$$

(b) Tenim

$$R = \rho\frac{L}{A} \rightarrow L = \frac{RA}{\rho} = \frac{R\frac{\pi d^2}{4}}{\rho} = \frac{66,125\frac{\pi(0,3\cdot 10^{-3})^2}{4}}{4,9\cdot 10^{-7}} = 9,54\,m$$

(c) La planxa segueix cicles encès-apagat de 50-30 segons, llavors, la fracció de temps que està funcionant és $\frac{50}{50+30}$, llavors l'energia consumida en $3\,h$ serà

$$E = Pt = 800\cdot\frac{50}{80}\cdot 3\cdot 3600 = 5400000\,J = 0,8\,kW\cdot\frac{50}{80}\cdot 3\,h = 1,5\,kWh$$

* * *

117. (a) Degut al funcionament descrit i l'esquema de connexió, el que tenim és essencialment un circuit amb tres grups de 25 bombetes en paral·lel, de forma que en tot moment només hi ha un grup dels tres activat.Per la lluminària tenim

$$P_l = UI = 230 \cdot 2,7 = 621\,W$$

i per cada bombeta

$$P_b = \frac{P_l}{25} = \frac{621}{25} = 24,84\,W$$

(b) La intensitat que circula per cada bombeta és la mateixa que la total, ja que formalment el circuit és com si fossin 25 bombetes en sèrie connectades a la font d'alimentació, per tant

$$I_b = I = 2,7\,A$$

i la resistència de cada bombeta es pot calcular com

$$P_b = I^2 R_b \rightarrow R_b = \frac{P_b}{I^2} = \frac{24,84}{(2,7)^2} = 3,407\,\Omega$$

(c) Per calcular el consum total

$$E_{total} = P_l{\cdot}t = 621{\cdot}7{\cdot}3600 = 15649200\,J = 0,621\,kW{\cdot}7\,h = 4,347\,kWh$$

el consum per bombeta (comptant-les totes) serà doncs

$$E_b = \frac{E_{total}}{75} = 0,0578\,kWh$$