

## Electricitat

L'electrotècnia, o tècnica de l'electricitat, estudia els diversos aspectes relacionats amb la producció, el transport, la distribució i el consum d'energia elèctrica.

Dins aquest àmbit es fan servir operadors de naturalesa diversa que fan les funcions que apareixen a continuació:

- Transformar altres formes d'energia en energia elèctrica.
- Modificar alguna magnitud de la qual depengui l'energia elèctrica.
- Connectar o desconnectar els dispositius consumidors d'energia elèctrica.
- Protegir les persones i els sistemes dels riscos que poden derivar-se de la utilització de l'energia elèctrica.
- Transformar l'energia elèctrica en altres formes d'energia.



### Què és electricitat?

El corrent elèctric consisteix en el desplaçament dels electrons situats en òrbites més allunyades dels nuclis dels àtoms de que estan formades les substàncies.

A les substàncies que permeten aquest desplaçament de càrregues se les anomena **conductores**. Els conductors més emprats són el coure, l'alumini, l'acer, el bronze, l'or i la plata.

A les substàncies que no permeten el pas de corrent se les anomena substàncies **aïllants**. Les substàncies aïllants més freqüents són:

- Sòlides: vidre, porcellana, paper, fusta, plàstic, seda, mica, amiant i cautxú.
- Líquides: olis, alcohols, asfalts, ceres i parafina.
- Gasoses: aire.

També hi ha uns altres elements considerats intermitjos dels anteriors, anomenats **semiconductors**, que condueixen o no depenent de determinades condicions. Aquests els veurem en profunditat a la unitat d'electrònica.

### Corrent elèctric. Tipus.

Bàsicament hi ha dos tipus de corrent elèctric:

- Corrent continu. És aquell que quan circula per un circuit sempre té el mateix sentit i el seu valor és constant. És el que trobam als circuits amb piles.
- Corrent altern. És aquell el sentit del qual s'inverteix periòdicament. A més el seu valor també es repeteix a intervals. És el que trobam en la instal·lació de les cases.

## Instal·lacions domèstiques

### Fase i neutre

Qualsevol circuit que s'instal·la en un habitatge s'alimenta mitjançant dos conductors, la fase i el neutre, que transporten corrent altern a una tensió de 220 V.

- La **fase** és el conductor pel qual entra el corrent elèctric.
- El **neutre** és el conductor per on el corrent elèctric torna a sortir de l'habitatge, després d'haver passat per endolls i llums.
- La **toma de terra** serveix per protegir la instal·lació i les persones. Deriva a terra les sobretensions.

Els conductors estan recoberts d'un aïllant de PVC d'un color característic que l'identifica:


Fase	Neutre	Presa de terra
Marró o gris	Blau	Ratlles grogues i verdes

## Elements generadors

Els generadors són sistemes que proporcionen una diferència de potencial entre els seus borns. Aquesta diferència s'obté a partir de la tensió elèctrica que es genera interiorment, anomenada **força electromotriu** (fem). La diferència de potencial en els borns és lleugerament inferior a la fem a causa de les pèrdues internes.

Hi ha generadors de dos tipus: de corrent continu (CC) i de corrent altern (CA).

Tipus de generadors:

- Les **piles** són unitats elementals que proporcionen una diferència de potencial constant entre els seus borns. L'energia l'obtenen a partir d'una transformació de l'energia química interna. 
- Les **bateries** són associacions de dues o més piles en sèrie, de manera que es sumen les fem individuals i s'obtenen diferències de potencial més grans.
- Els **acumuladors** són piles o bateries que, en acabar-se les substàncies actives, poden recuperar-se altre cop en passar un corrent elèctric en sentit contrari proporcionat per un altre generador.
- Les **cèl·lules fotovoltàiques** transformen energia lluminosa en energia elèctrica. Estan compostes per una capa de silici que capta l'energia lluminosa (fotons).
- Les **dinamos** són màquines elèctriques que proporcionen una diferència de potencial constant entre els seus borns mitjançant la transformació d'energia mecànica en energia elèctrica. Això s'aconsegueix fent rodar una bobina entre dos imants.
- Els **alternadors**, com abans, transformen l'energia mecànica en energia elèctrica. Però en aquest cas el valor no és constant sinó que varia contínuament en forma d'ona. Els pols positius i negatius no són fixes, canvien cada cert temps. És a dir, generen corrent altern.

## Transformador

El transformador no té cap part mòbil i no genera electricitat. El que fa és canviar la tensió de la sortida respecte a l'entrada.

S'utilitza per transportar electricitat entre centrals, subestacions i els consumidors finals, o bé per disposar de tensions diferents a les que es té.

## Elements consumidors

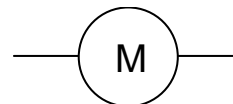
### Motors elèctrics

Un motor és una màquina que permet transformar energia elèctrica en energia mecànica. En aplicar una tensió als seus borns d'entrada produeix un moviment de gir en l'eix de sortida i subministra un parell de forces i velocitat.

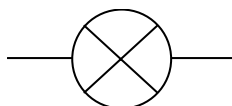
- L'estator és una part fixa que produeix el camp magnètic.
- El rotor és una part mòbil que gira en aplicar-se la tensió.

Hi pot haver motors de corrent continu (CC) i de corrent altern (CA).

Per a aplicacions especials hi ha els motors **pas a pas**. Quan s'aplica una tensió només fan una part del gir.



### Elements d'enllumenat



Els elements d'enllumenat són components elèctrics que transformen energia elèctrica en lluminosa. Alguns empen materials que es posen incandescents amb el pas de corrent elèctric.

- **Làmpares d'incandescència.** Estan formades per una ampolla de vidre plena de gas (argó i nitrogen) i un filament de tungstè que es posa incandescent amb el pas de corrent elèctric.

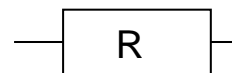
Aquesta casta de làmpares necessita un consum elevat respecte a la llum emesa. Aproximadament el 90% de l'energia consumida es transforma en energia calorífica.

- **Làmpares fluorescents.** Funcionen per mitjà de la ionització d'un gas que es troba en el seu interior. La llum emesa per aquest gas no és visible i, per aconseguir que es vegi es posen partícules de fòsfor, que són les que s'il·luminen.

Les més conegudes són els **tubs fluorescents**, però s'està popularitzant l'ús de **bombetes de baix consum**.

## Elements calorífics

Aquests elements utilitzen l'efecte Joule. Consisteix en aprofitar el calor produït quan el corrent elèctric passa a través d'una resistència. Són dels elements que consumeixen més potència. Els podem trobar com a elements de calefacció o integrats dins altres elements que necessiten generar calor.



## Altres elements

A més dels elements vists en podem trobar d'altres que contenen els anteriors i altres en forma de circuits electrònics que poden tenir múltiples usos i aplicacions.

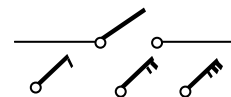
	Timbre
	Bronzidor
	Cuina
	Escalfador
	Calefacció
	Gelera

## Elements de control

Els elements de control permeten fer anar, o no, el corrent elèctric allà on es necessita.

### Interruptor

L'interruptor serveix per permetre o tallar el pas del corrent elèctric a través d'un circuit. Està format per dues làmines metàl·liques subjectes a una base aïllant que, per mitjà de pressió o lliscament, s'uneixen o es separen.

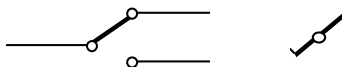


S'utilitza per posar en marxa i aturar qualsevol casta d'element elèctric.

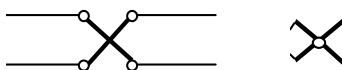
### Commutadors

Els commutadors serveixen per desviar el corrent elèctric (commutador senzill) o bé fer una inversió de la connexió (commutador de creuament).

Un **commutador senzill** està format per una base aïllant que suporta una làmina metàl·lica unida a un dels seus borns de connexió i als borns de sortida. Un sistema de balancí o de lliscament permet el moviment de la làmina.

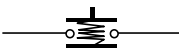
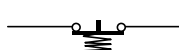


Un **commutador d'encreuament** està constituït per dues làmines metàl·liques suportades per una base aïllant on es troben els borns. En actuar sobre el commutador es pot obtenir la sortida directa o inversa.



### Polsadors



Els polsadors poden permetre o no el pas del corrent elèctric segons que s'hi actuï. Estan constituïts per un suport aïllant on es troben els borns de connexió i una part mòbil en que es troben una làmina metàl·lica i una molla que permet el retorn a la posició de repòs del polsador.

	Normalment Obert (NO)	Normalment Tancat (NT)
<b>Sense pitjar</b>	No permet el pas de corrent	Permet el pas de corrent
<b>Pitjar</b>	Permet el pas de corrent	No permet el pas de corrent
<b>Símbol</b>		

### Elements de connexió

Seveixen per construir, i accedir, la instal·lació de corrent de forma segura.

- **Endolls.** Són les preses de corrent. Formades per dues peces metàl·liques protegides per material aïllant. N'hi ha de molts tipus i models. Poden tenir toma de terra o no.
- **Portalàmpares.** Consisteixen en un casquet roscat amb uns contactes. Venen protegits amb material aïllant per facilitar la substitució de la bombeta.
- **Regletes.** Formades per connectors que permeten subjectar els conductors amb dos pernns. Estan recobertes de material aïllant. Serveixen per fer connexions, ja sigui de derivació o de continuació. Les connexions s'han de fer sempre dins les **caixes de derivació**, mai dins el tubs.

Preses de baix consum	Preses d'alt consum
	

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

### Elements de protecció

Els elements de protecció serveixen per protegir les persones, els aparells o les instal·lacions de sobrecàrregues o derivacions a terra.

#### Fusibles

Protegeixen els aparells i instal·lacions d'intensitats més grans de les que poden suportar. Formats per una base aïllant amb un conductor que es fon quan no pot suportar el calor generat per una intensitat gran.

#### Interruptors automàtics

Interrompen el corrent quan es compleixen unes determinades condicions. N'hi ha de diferents tipus:

- **Tèrmics.**
- **Magnètics.**
- **Magnetotèrmics.** Protegeixen de sobreescalfament i curtcircuit.
- **Diferencials.** Permeten detectar la diferència de corrent que circula pels conductors. Si no hi ha pèrdues el valor ha de ser igual.

## El servei elèctric

La connexió de servei a les cases passa pel **terminal de línia per a derivacions**, que conté el **fusible general de la connexió de servei**. Aquest fusible actua quan es produeix una avaria gran i impedeix que s'estengui pel veïnat.

Després, el corrent arriba al **comptador**, on s'enregistra el consum d'energia elèctrica de cada habitatge. Els comptadors estan precintats per evitar manipulacions.

Del comptador passa a l'**interruptor de control de potència (ICP)**. També es troba precintat. Serveix per controlar la potència màxima simultània que es pot utilitzar a l'habitatge, segons el contracte amb la companyia elèctrica.

## El quadre general de protecció i distribució

El primer element que apareix és l'**interruptor general automàtic (IGA)**, que detecta intensitats altes i curtcircuits. Salta automàticament desconnectant tot el sistema elèctric.

A continuació s'instal·la un **interruptor diferencial (ID)** per detectar possibles derivacions a terra i protegir les persones de contactes indirectes. D'aquest parteixen els diferents circuits interiors de l'habitatge.

Cadascun d'aquests circuits està protegit per un **petit interruptor automàtic (PIA)** de protecció magnetotèrmica.

En el quadre també hi ha el born general de **presa de terra**.

## Grau d'electrificació

Els habitatges es classifiquen pel grau d'electrificació, això és, segons la potència màxima simultània que pot suportar la instal·lació. Això està regulat pel Ministeri d'Indústria i Energia.

	<b>Mínim</b>	<b>Mitjà</b>	<b>Màxim</b>
<b>Potència màxima</b>	3000 W	5000 W	8000 W
<b>Superfície útil</b>	Fins a 80 m <sup>2</sup>	Fins a 150 m <sup>2</sup>	Fins a 200 m <sup>2</sup>
<b>N. de circuits independents</b>	2	4	6
<b>Circuits</b>	1. Enllumenat 2. Endolls	1. Enllumenat 2. Endolls 3. Màquines de rentar i escalfador 4. Cuina elèctrica	1. Enllumenat 2. Enllumenat 3. Endolls 4. Màquines de rentar i escalfador 5. Cuina elèctrica 6. Calefacció o aire condicionat
<b>Ús màxim de serveis</b>	1. Enllumenat 2. Rentadora sense escalfament 3. Frigorífics 4. Petits electrodomèstics	1. Enllumenat 2. Rentadora sense escalfament 3. Escalfador 4. Rentaplats 5. Frigorífics 6. Petits electrodomèstics	1. Enllumenat 2. Rentadora sense escalfament 3. Escalfador 4. Rentaplats 5. Frigorífics 6. Petits electrodomèstics 7. Calefacció elèctrica o aire condicionat
<b>Components del quadre general</b>	1 Diferencial de 25 A i 30 mA 2 PIA de 10 A 1 GIA	1 Diferencial de 25 A i 30 mA 1 PIA de 10 A 1 PIA de 15 A 1 PIA de 20 A 1 PIA de 25 A 1 GIA	1 Diferencial de 40 A i 30 mA 2 PIA de 10 A 1 PIA de 15 A 1 PIA de 20 A 2 PIA de 25 A 1 GIA

## **Normes de seguretat**

- La instal·lació elèctrica no s'ha de manipular sense desconnectar el subministrament d'energia en la caixa general de distribució.
- No manipular mai cap aparell connectat al corrent. S'ha de revisar abans de connectar-ho.
- No fer cap manipulació elèctrica amb mans banyades. Tenir els aparells allunyats de fonts d'humitat.
- Els escalfadors elèctrics han d'estar lluny de l'endoll. Al bany no és recomanable l'ús de calefactors portàtils, ni d'aparells elèctrics manuals.
- No acostar els cables conductors a fonts de calor o de fregament.
- No posar fusibles amb amperatges massa alts, ja que no compleixen la seva funció.
- Abans de canviar un fusible, detectar i reparar l'avaria que l'ha fet fondre.
- Els endolls de força han d'anar protegits amb presa de terra.
- No connectar més d'un aparell per endoll.
- Les instal·lacions exteriors han d'estar protegits per ID d'alta sensibilitat.

## **Primers auxilis**

Quan hi ha un accident elèctric el més important és separar la víctima de la font d'electricitat que li ha produït la descàrrega. Per evitar que afecti a la persona que ajuda s'ha de tenir en compte:

- Tallar ràpidament el corrent. Desconnectant l'aparell o el quadre general.
- Si no es pot fer, posar-se sobre material aïllant i, sense tocar directament la víctima, separar-la del conductor.
- Si és possible provocar un curtcircuit a terra, fer-ho.
- No moure les persones que hagin caigut a terra, ja que poden tenir altres lesions. Tapar la víctima amb una manta i cridar assistència.
- Si és necessari, efectuar respiració artificial immediatament. S'ha de continuar durant tres o quatre hores encara que no hi hagi signes de vida.

## Activitats

1.- Completa la taula següent. Fes-ho amb els materials que coneguis i llavors completa-la amb els dels companys i el professor.

	Conductor	Aïllant
Sòlid		
Líquid		
Gas		

2.- Fes una llista amb cinc elements consumidors d'electricitat (només 1 amb endoll) i indica d'on l'obtenen.

3.- Quants motors elèctrics hi ha a casa teva? On estan?

4.- Fes una taula de símbols:

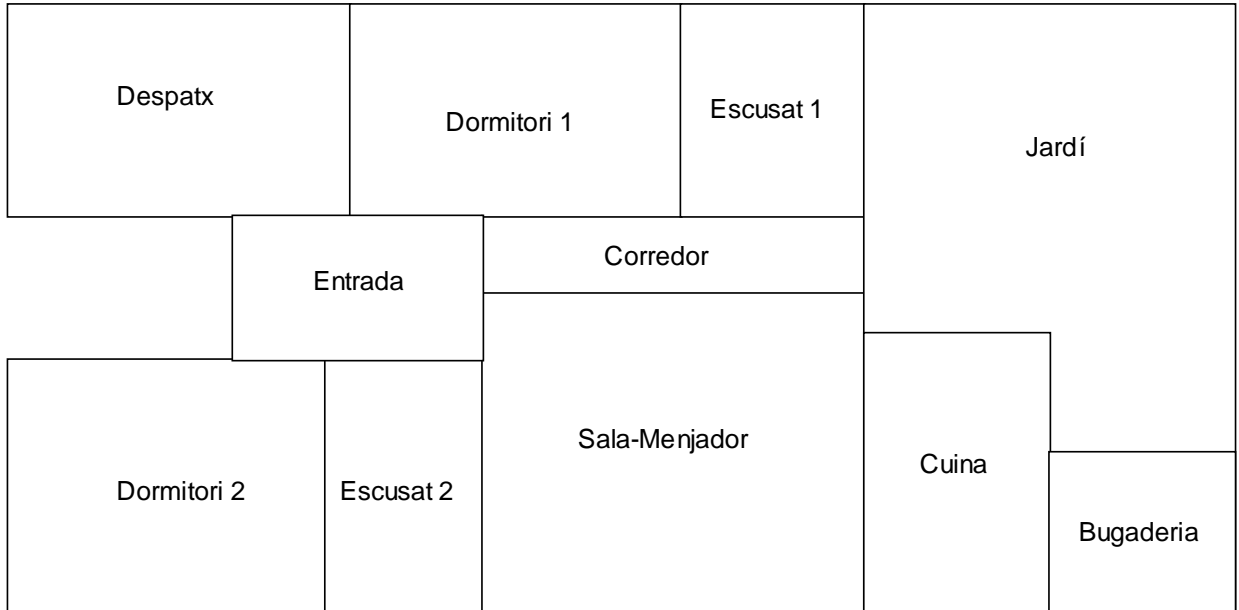
Component	Símbol
Punt de llum	
Motor elèctric	
Interruptor	
Commutador	
Commutador de creuament	
Polsador NO	
Polsador NT	
Brunzidor	
Timbre	
Cuina	
Escalfador	

5.- Dibuixa (aproximadament) un rebut de la llum i identifica els elements que la conformen. Demana ajuda al professor si la necessites.

6.- Investiga el grau d'electrificació de casa teva (mira el rebut de la llum). Està ben relacionat amb el consum que feis a casa? Perquè creus que es limita la potència assignada?

7.- Confecciona una llista de mesures d'estalvi de corrent elèctric.

8.- Planifica la instal·lació de la casa de la figura que hi ha a la pàgina següent. Has de pintar les portes i altres elements.



9.- Fes el plànol d'una casa i planifica la instal·lació elèctrica. Fes-ho en un A4.

10.- Amb l'ajuda d'un rebut de la llum i completa el quadre següent:

Lloguer de comptador: .....€cada mes
Cost del kWh: .....€
Potència de ..... W → .....€cada mes
Potència de ..... W → .....€cada mes
Potència de ..... W → .....€cada mes
IVA .....%

Destria els conceptes que són fixes dels que són variables.



## Magnituds elèctriques bàsiques

### Càrrega elèctrica

Sabem que els materials estan formats per àtoms, i aquests per electrons (-), protons (+) i neutrons. Normalment els electrons i els protons estan nivellats, però si (per exemple) fregam un material, aquest es pot carregar elèctricament.

Si les càrregues són del mateix signe es repel·leixen i si són de signe distint s'atreuen.

Es defineix **quantitat d'electricitat** (Q) com el nombre total de càrregues que travessa una secció de conductor durant un temps determinat. Per no haver de fer servir nombres gaire grans, s'empra com a unitat de quantitat d'electricitat el **coulomb** (C) en lloc de la carrega de l'electró.

$$1\text{C} = 6,24 \cdot 10^{18} \text{ e}$$

### Intensitat de corrent

Es defineix **intensitat de corrent** (I) com la quantitat d'electricitat, mesurada en coulombs, que travessa una secció de conductor en un segon. La seva unitat és **l'ampere** (A). Ve donada per:

$$I = \frac{q}{T}$$

Exemple: Calcula la quantitat d'electricitat consumida per un trepant si l'utilitzam durant dues hores, absorbint una intensitat de corrent de 0,4 A.

### Potencial elèctric

Per poder passar un corrent des d'un element a un altre hi ha d'haver una diferència de càrrega entre un i l'altre. Això s'anomena **tensió, diferència de potencial** o **voltatge**. Es mesura en **volts** (V).

### Resistència elèctrica

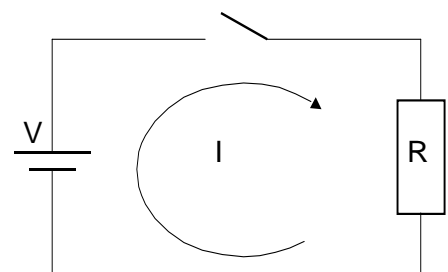
La resistència elèctrica indica la dificultat que posen els materials al pas de corrent elèctric. Aquesta dependrà del tipus de material i de les dimensions d'aquest. La resistència es mesura en **ohms** ( $\Omega$ ).

Tots els elements consumidors tendran una determinada resistència.

## Circuits elèctrics

Un circuit elèctric és una agrupació d'elements pels quals hi passa un corrent elèctric. Un circuit simple està format per:

- Un **generador** que proporciona la diferència de potencial. Es caracteritza per la tensió que proporciona expressada en volts.
- Un **receptor**, caracteritzat per la seva resistència, que consumeix certa quantitat d'energia elèctrica.
- Elements de control i protecció**, que serveixen per dirigir el corrent elèctric allà on el volem. El més típic seria un interruptor per obrir i tancar el circuit.
- Conductors** que connecten els elements anteriors entre ells.



Les magnituds dels elements anteriors es relacionen entre elles amb l'anomenada **lleis d'Ohm**:

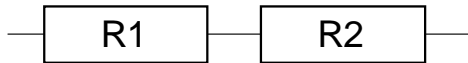
$$V = I \cdot R$$

## Associació de resistències

Podem tenir més d'una resistència dins el mateix circuit. Es pot calcular la resistència equivalent a una de sola. Aquest càlcul serà diferent segons la forma en que estiguin connectades. Hi ha dues formes possibles:

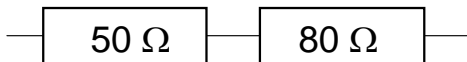
### En sèrie

La connexió en sèrie consisteix en posar una resistència a continuació de l'altre.

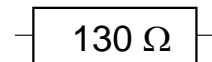


$$R_e = R_1 + R_2$$

Exemple:

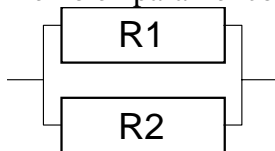


$$R_e = 50 + 80 = 130\Omega$$



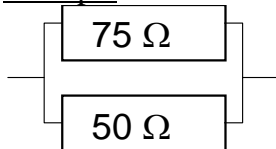
### En paral·lel

La connexió en paral·lel consisteix en connectar les resistències al mateixos punts.



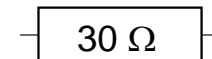
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

Exemple:



$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{75} + \frac{1}{50} = \frac{2}{150} + \frac{3}{150} = \frac{5}{150} = \frac{1}{30}$$

$$R_e = 30\Omega$$



## Potència elèctrica

La **potència elèctrica** és la quantitat de treball (d'energia) desenvolupada o consumida per un sistema en una unitat de temps. Ve donada per l'expressió:

$$P = I \cdot V$$

Es mesura en **Watts (W)**.

## Energia elèctrica

**Energia elèctrica** és la quantitat de treball desenvolupat o consumit per un sistema elèctric. Ve donada per l'expressió:

$$E = P \cdot t$$

Es mesura en **joules (J)**. Generalment aquesta unitat és molt gran i de forma més corrent s'utilitza el quilowatt-hora (kWh). L'equivalència és:

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Exemple: Tenim una serra de 150 W funcionant durant mitja hora. Quina quantitat d'energia consumirà?

## Energia calorífica

Quan l'energia elèctrica consumida per un receptor és transformada en calor per l'efecte Joule la quantitat de calor desenvolupada ve donada per la **lei de Joule**:

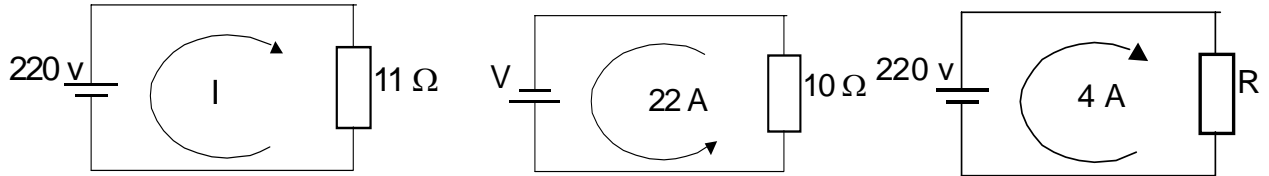
$$Q = 0,24 \cdot E$$

L'energia ha de ser en joules i el calor vendrà donat en **calories (Cal)**.

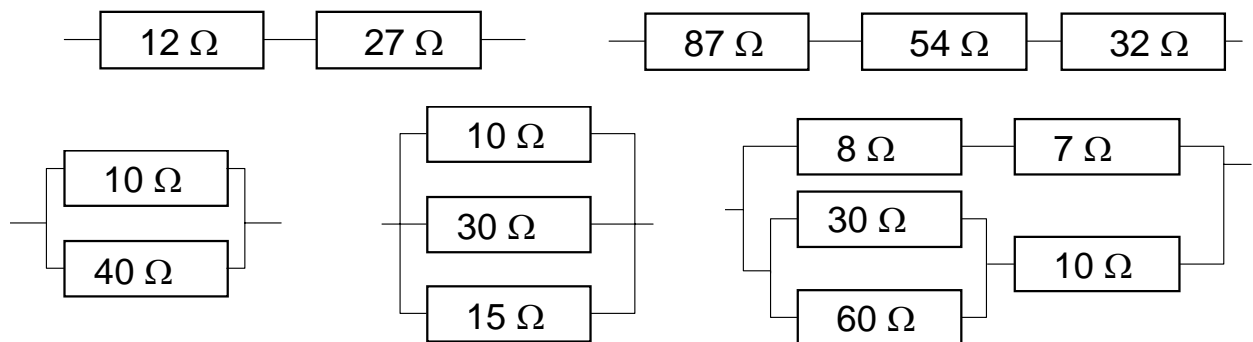
### Activitats

11.- Calcula la quantitat d'electricitat consumida per un radiocassette si l'utilitzam durant un hora baixa mentre feim els deures (unes 4 hores), absorbint una intensitat de 0,2 A.

12.- Aplica la llei d'Ohm per trobar la magnitud que falta en els següents circuits:



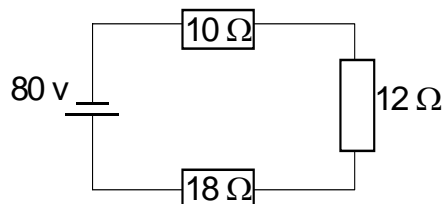
13.- Simplifica les següents associacions de resistències:



14.- Calcula el cost de:

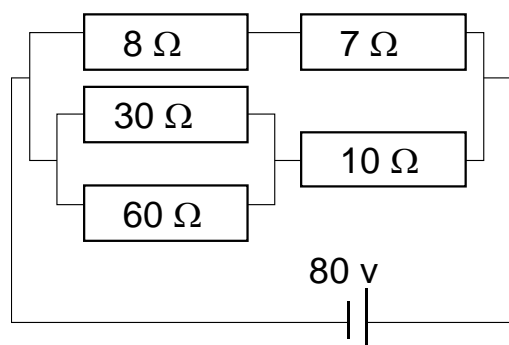
- Mirar una pel·lícula de vídeo de tres hores. Posem per cas que la televisió consumeix 150 W i el vídeo 30 W.
- Escarar la vaixella, si el programa dura una hora i mitja i consumeix 1500 W.
- Utilitzar un calefactor cada matí durant tres quart d'hora. Sabem que té dues resistències de 1 kW cadascuna.

15.- Cerca la potència consumida per les resistències del circuit següent:



16.- Calcula la quantitat d'energia consumida per una làmpara de 100 W durant una hora, i la quantitat de calor que genera.

17.- Determina la intensitat que proporciona el generador al circuit següent:



18.- Quina serà la potència subministrada pel generador en el circuit anterior?  
 Calcula també la quantitat d'energia consumida durant 3 hores i mitja. (en joules i kWh)  
 Quina quantitat de calor s'ha generat?

**Treball proposat**

Heu de fer una estimació de la potència que teniu instal·lada a ca vostra. Per això heu d'anar passant per totes les habitacions anotant els aparells elèctrics (connectats i no) i la seva potència. Aquesta potència sol estar anotada a una placa platejada, generalment a la part posterior de l'aparell.

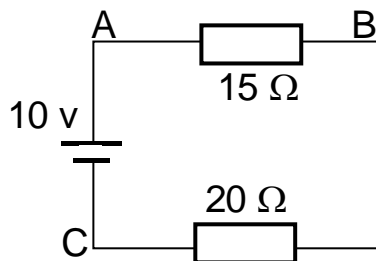
Sumareu el total de la potència per cada habitació i, al final, la de totes elles.

Nota: la potència pot venir donada en W o en VA.

Exemple:	
Menjador:	
Televisió.....	120 W
Làmpara .....	8 x 25 = 200 W
Radiador.....	3000 W
<b>Total .....</b>	<b>5120 W</b>
Cuina	
Placa vitroceràmica.....	1500 W
Etc.	
<b>Total .....</b>	<b>xxxxx W</b>

**Activitats d'ampliació**

19.- Calcula la intensitat que passa pel següent circuit i la diferència de potencial entre els borns de la resistència de 15 Ω i entre els de la de 20 Ω.



20.- Calcula la intensitat proporcionada pel generador i la que passa per les branques A i B.

