

## Index

7.1 Formes d'energia.....	3
7.1.1 Energia mecànica.....	3
7.1.2 Fonts i generació d'energia.....	5
7.2 Exercicis formes d'energia.....	12
7.3 Magnituds elèctriques bàsiques.....	15
7.4 Exercicis magnituds elèctriques bàsiques.....	18
7.5 Potència i energia.....	19
7.5.1 Consum d'energia elèctrica.....	22
7.5.2 La factura elèctrica.....	25
7.6 Exercicis potència i energia.....	27
7.7 El circuit elèctric.....	29
7.7.1 Components del circuit elèctric.....	30
7.8 Exercicis circuit elèctric.....	39
7.9 Components en sèrie.....	41
7.9.1 Connexió de bateries en sèrie.....	42
7.9.2 Connexió de resistències en sèrie.....	42
7.10 Exercicis connexió en sèrie.....	43
7.11 Connexió de components en paral·lel.....	45
7.12 Exercicis connexió en paral·lel.....	47
7.13 Connexió mixta sèrie paral·lel.....	49
7.14 Exercicis connexió mixta sèrie paral·lel.....	51
7.15 Circuits elèctrics bàsics d'un habitatge.....	53
7.16 Exercicis circuits habitatge.....	55
7.17 Solucions.....	57
7.18 Annexe - Transformació d'equacions.....	87

## 7 Energia

En la nostra vida diària feim multitud de coses molt diverses. Per fer qualsevol cosa, necessitem energia. Per exemple, per fer la cursa. Hem d'anar al comerç i hem de carregar amb la cursa i tornar a casa. Per dur a terme aquesta tasca haurem invertit energia de moviment, per transportar-nos a nosaltres i a la càrrega, energia potencial, per pujar tot a casa, segurament energia elèctrica, per il·luminar les escales o utilitzar l'ascensor i pot ser energia química d'un combustible, si hem utilitzat un vehicle.

Quan controlem una forma d'energia, la podem utilitzar per fer una feina.



## 7.1 Formes d'energia

L'energia es pot manifestar en diverses formes i transformar-se d'una forma a altres.

Algunes de les formes d'energia són:

- Mecànica - cinètica i potencial
- Elèctrica
- Lluminosa
- Tèrmica o calorífica
- Química

### 7.1.1 Energia mecànica

La mecànica és una branca de la física que estudia el moviment dels objectes.

Perquè un objecte es mogui s'hi ha d'aplicar una força, per exemple, en llençar una pedra, la força l'apliquem amb el nostre braç.

Una de les obsessions humanes ha estat pujar objectes, sovint pedres, d'un lloc més baix, a un lloc més alt. Per pujar la pedra necessitem energia, mentre que baixar, baixa tota sola, gràcies a la força de la gravetat.

Es diu que, en pujar, la pedra rep **energia potencial**, que és un tipus d'energia mecànica i en caure, la transforma en energia de moviment, **energia cinètica**.

En el nostre temps, el problema de pujar o llençar pedres, està resolt. L'obsessió actual és pujar satèl·lits o llençar míssils.

**L'energia potencial** es calcula amb

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$E_p$       energia potencial en J

$m$       massa en kg

$g$       constant de gravetat 9,81  $\frac{m}{s^2}$

$h$       alçada en m

Per exemple, per pujar un sac de ciment de 25 kg tres pisos (12 m) l'energia potencial que guanya el sac és:

$$E_p = 25 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \cdot 12 \text{ m} = 2943 \text{ J}$$

**L'energia cinètica** es calcula amb

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$E_c$       energia cinètica en J

$m$       massa en kg

$v$       velocitat en  $\frac{m}{s}$

Per exemple, el sac de ciment cau del tercer pis (12 m) a terra, quina és la velocitat màxima que agafa en la seva caiguda?

La velocitat màxima la tindrà just en el moment abans d'estampar-se contra terra, és a dir, després d'haver caigut 12 m.

De l'exemple anterior sabem que l'energia potencial per pujar el sac 12 m és de 2943 J, aquesta energia potencial es transforma en cinètica

$$E_p = E_c = 2943 \text{ J} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 25 \text{ kg} \cdot v^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot 2943 \text{ J}}{25 \text{ kg}}} = 15,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

L'energia necessària per accelerar el sac de ciment de 0 a  $55 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  és 2943 J.

### 7.1.2 Fonts i generació d'energia

En les fonts d'energia distingim entre les no renovables i les renovables.

Fonts d'energia no renovables	Fonts d'energia renovables
Fòssils <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carbó</li> <li>• Petroli</li> <li>• Gas natural</li> </ul>	Solar (tèrmica i fotovoltaica) Hidràulica Eòlica Biomassa
Nuclear <ul style="list-style-type: none"> <li>• Urani</li> </ul>	

Els combustibles fòssils i l'Urani són recursos limitats que s'estreuen de la terra mitjançant la mineria.

La combustió dels combustibles fòssils contribueix a l'efecte hivernacle que té com a conseqüència l'escalfament global.

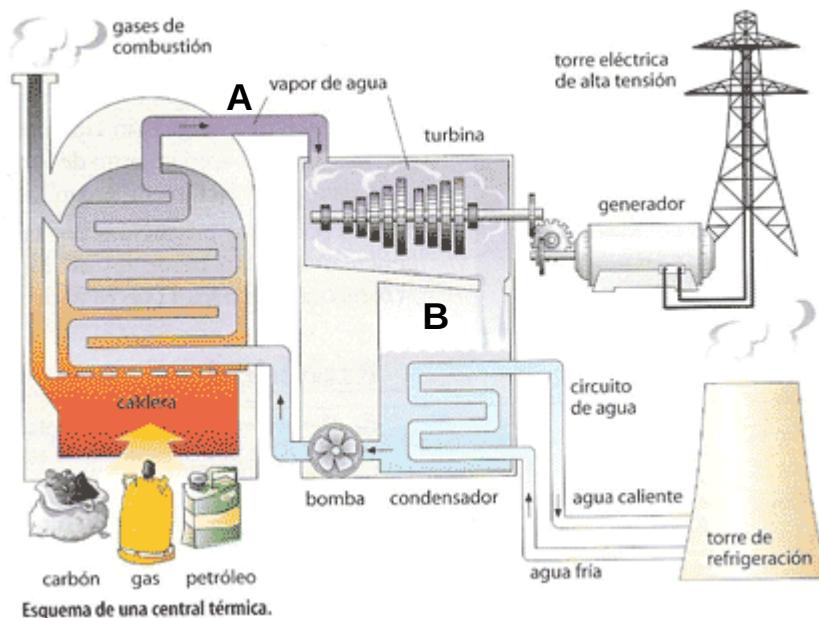
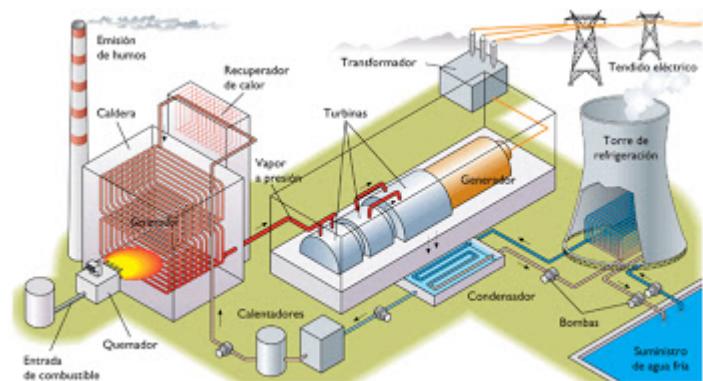
Els residus del combustible nuclear, el seu transport i emmagatzematge provoquen riscos mediambientals per contaminació radioactiva.

La generació d'electricitat mitjançant fonts d'energia renovable està considerada menys impactant damunt el medi ambient.

Independentment de la seva font, s'ha de procurar estalviar energia si es vol conservar el medi ambient.

## Central tèrmica

En la central tèrmica es genera electricitat, cremant un combustible fòssil. Amb la calor es produeix vapor a alta temperatura i pressió, que en passar per una turbina genera energia elèctrica. Després d'haver passat per la turbina, el vapor condensa a baixa pressió en la torre de refrigeració. La diferència de pressió entre el vapor abans i darrere la turbina, provoca el corrent de vapor necessari per moure la turbina.



**A - Vapor a alta pressió i temperatura**

**B - Vapor a baixa pressió i temperatura**  
Condensació del vapor

## Central nuclear

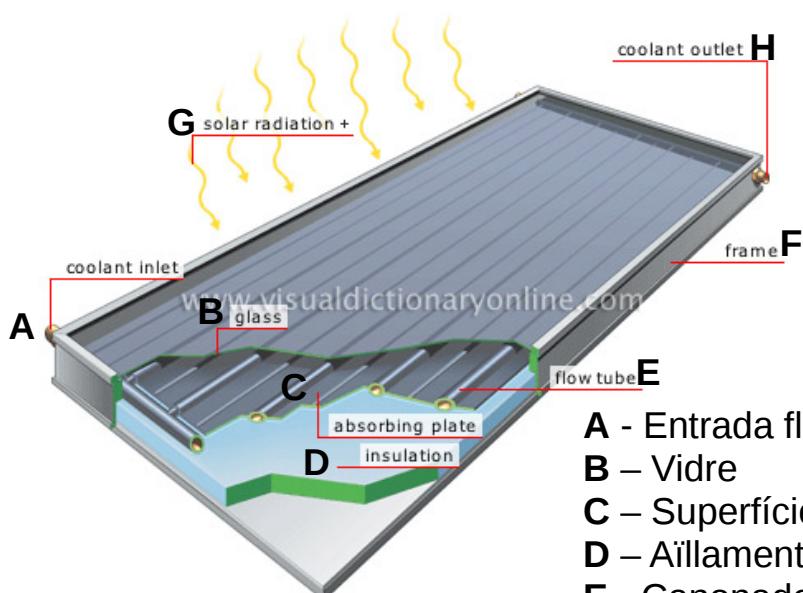
El funcionament de la central nuclear és similar a la central tèrmica, amb la diferència que l'energia calorífica produïda per escalfar i elevar la pressió del vapor, es genera amb Urani.

## Energia solar tèrmica

Els col·lectors solars s'utilitzen per produir aigua calenta sanitària o per donar suport a la calefacció.

El principi de funcionament dels col·lectors solars són uns tubs pels quals circula aigua. La radiació solar incideix damunt una superfície absorbidora que transmet la calor als tubs.

### Col·lector solar pla



- A** - Entrada fluid portador de la calor (aigua).
- B** – Vidre
- C** – Superficie absorbidora
- D** – Aïllament tèrmic
- E** - Canonades
- F** - Bastidor
- G** - Radiació solar
- H** - Sortida fluid portador de la calor (aigua).

## Energia solar fotovoltaica

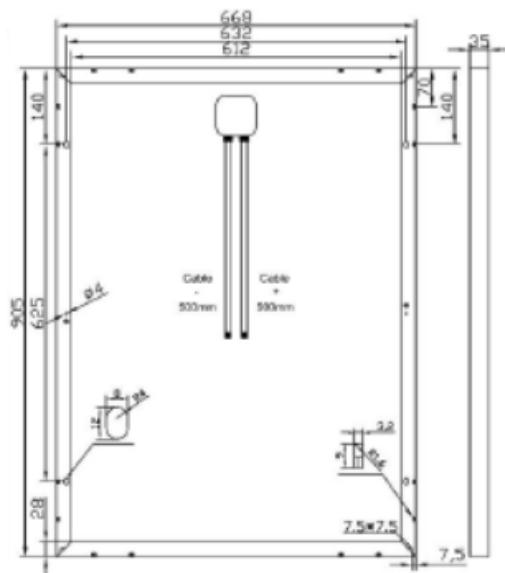
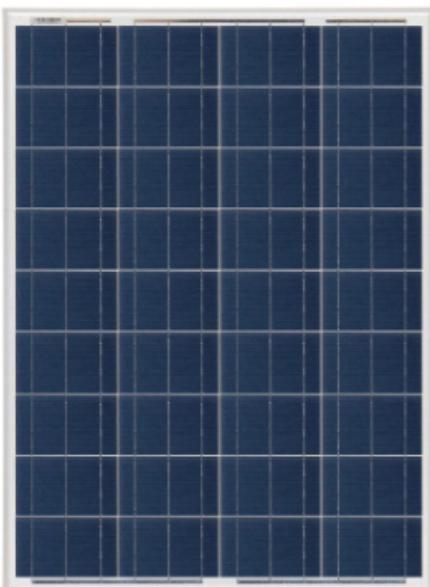
Els mòduls fotovoltaics transformen la radiació solar en energia elèctrica.

Estan formats per un conjunt de cel·les fotovoltaïques, fetes amb materials semiconductors com el silici.



### Módulo policristalino

#### Modelo SCL-85P



#### CARACTERISTICAS ELÉCTRICAS

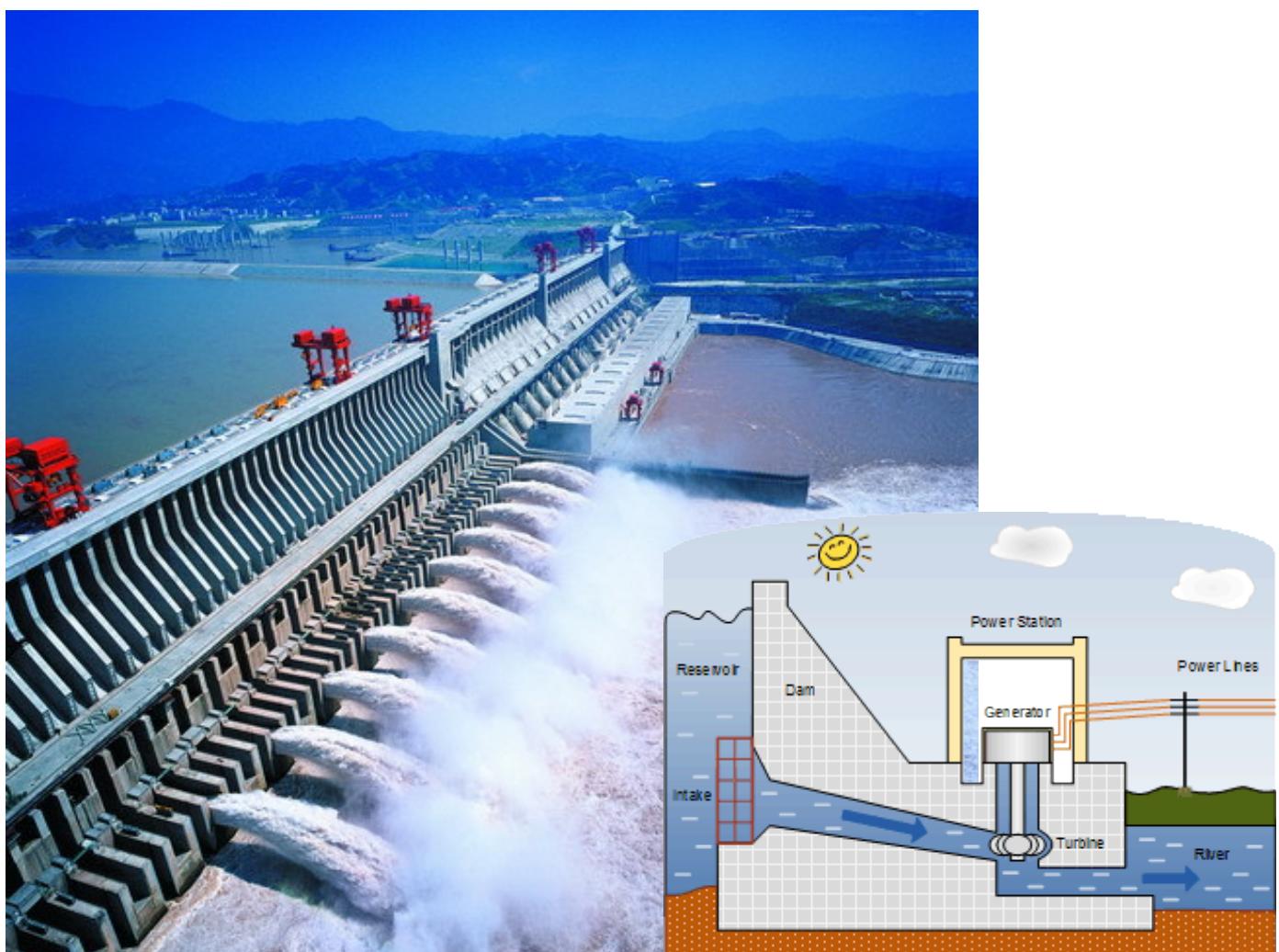
MODELO	Características Eléctricas
Modelo SCL-85P	
Potencia nominal (Pmax) [W]	85W
Voltaje a potencia máxima (Vmp) [V]	18.72V
Intensidad a potencia máxima (Imp) [A]	4.54A
Voltaje a circuito abierto (Voc) [V]	22.36V
Intensidad de cortocircuito (Isc) [A]	4.86A
Tolerancia de potencia [W]	0/+3%
Voltaje máximo	IEC EN: 1000V

Preu amb IVA 125 euro – 02/2018

<http://www.efimarket.com/media/pdf/SCL85P.pdf>

## Energia hidràulica

En l'energia hidràulica s'aprofita la força d'un corrent d'aigua que fa girar una turbina per generar electricitat. Aquesta font d'energia sovint es troba en embassaments.



**La presa de les Tres Gorges** és una presa hidroelèctrica amb l'embassament a la vall del riu Iang-Tsé, a la Xina. Aquesta presa conté la central de producció d'energia elèctrica més gran del món en termes de capacitat instal·lada (22 500 MW)

[https://ca.wikipedia.org/wiki/Presa\\_de\\_les\\_Tres\\_Gorges](https://ca.wikipedia.org/wiki/Presa_de_les_Tres_Gorges)

## Energia eòlica

L'energia eòlica aprofita el vent per generar electricitat.

Els parcs eòlics causen un impacte visual. El possible perill que els parcs eòlics representen per a ocells s'està estudiant.



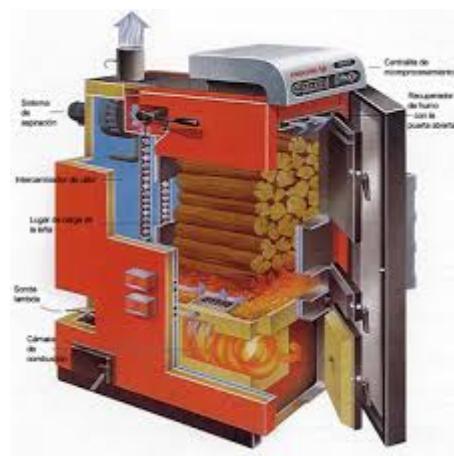
El **parc eòlic d'Es Milà**, al terme municipal de Maó (Menorca), va ser el primer parc eòlic a les Illes Balears.

Construït entre els anys 2003 i 2004, està format per quatre aerogeneradors del model Made AE-59, que proporcionen 800 kW de potència eòlica cadascun, per a un total de 3.200 kW. Amb una producció anual prevista de 7.040 MWh/any, poden proporcionar electricitat a uns 2.000 habitatges.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Parque\\_e%C3%B3lico\\_de\\_Es\\_Mil%C3%A0](https://es.wikipedia.org/wiki/Parque_e%C3%B3lico_de_Es_Mil%C3%A0)

## Energia generada a partir de biomassa

La biomassa no és altra cosa que massa orgànica com per exemple fusta, casques d'ametlla o pinyols d'oliva. En cremar la biomassa es pot aprofitar la calor de la combustió directament, per exemple amb estufes de pèl·lets, o transformar-la en electricitat.



<http://www.biotrenovables.es/cat/biocombustibles/pinyol-d-oliva>

## 7.2 Exercicis formes d'energia

### Exercici 7.2-1

Els següents aparells funcionen amb energia elèctrica. Indica en quin altre tipus d'energia la transformen.

Assecador	
Làmpada	
Espremedora	
Ventilador	

### Exercici 7.2-2

Amb quina energia funcionen les següents màquines, en quina energia o en quines energies la transformen?

Rentadora, cotxo, làmpada

### Exercici 7.2-3

Indica 8 aparells d'ús quotidià que funcionin amb energia elèctrica i indica en quina altra forma d'energia la transformen.

### Exercici 7.2-4

- a) Calcula l'energia potencial que guanya l'Airbus A 380 amb una massa de 574 t i una càrrega de 500 t en pujar de 0 a 10 000 m d'altitud.
- b) Si l'energia específica del combustible és de  $45 \frac{MJ}{kg}$  i el rendiment del motor d'un 30%, quants kg de combustible necessitarà l'avió per arribar als 10 000 m



$$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$$

$$1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J}$$

**Exercici 7.2-5**

- Indica 3 fonts d'energia renovable i 3 no renovable.
- Quins problemes mediambientals poden causar les fonts d'energia indicades?

**Exercici 7.2-6**

Un aerogenerator MADE AE-59 està dissenyat per generar una potència elèctrica de 800 kW.

Un mòdul fotovoltaic SCL-85P pot generar una potència màxima de 85 W. Les dimensions del mòdul són de 900 mm x 670 mm.

- Calcula quants mòduls serien necessaris per aconseguir una potència equivalent a la d'un aerogenerator.
- Calcula la superfície dels mòduls en  $m^2$ .
- Un camp de futbol ocupa una superfície de aprox. 5000  $m^2$ . A quants camps de futbol equival la superfície calculada en b)?
- Suposant que la irradiació solar sobre els mòduls és de 800  $\frac{W}{m^2}$  i la seva potència elèctrica subministrada 85 W, quina és l'eficiència de conversió de l'energia solar a energia elèctrica?

**Exercici 7.2-7**

Fes un dibuix esquemàtic que mostri els principals components d'una central tèrmica.

**Exercici 7.2-8**

Amb una bomba s'han pujat 1000 l d'aigua d'un pou de 50 m de profunditat a la superfície.

Quin tipus d'energia s'ha aportat a l'aigua?

Quina és l'energia necessària per pujar l'aigua?

**Exercici 7.2-9**

Quina és l'energia necessària per accelerar un Airbus A 380 de 800 t de 0 a  $800 \frac{km}{h}$ .

### 7.3 Magnituds elèctriques bàsiques

Sabem que per conduir l'electricitat s'utilitzen cables conductors. El material conductor habitualment utilitzat en els cables és el coure.

#### Manguera Eléctrica Negra Cable Flexible 3x2,5 RV-K 1Kv

Fils conductors de coure



**1,02 €**

I.V.A incluido

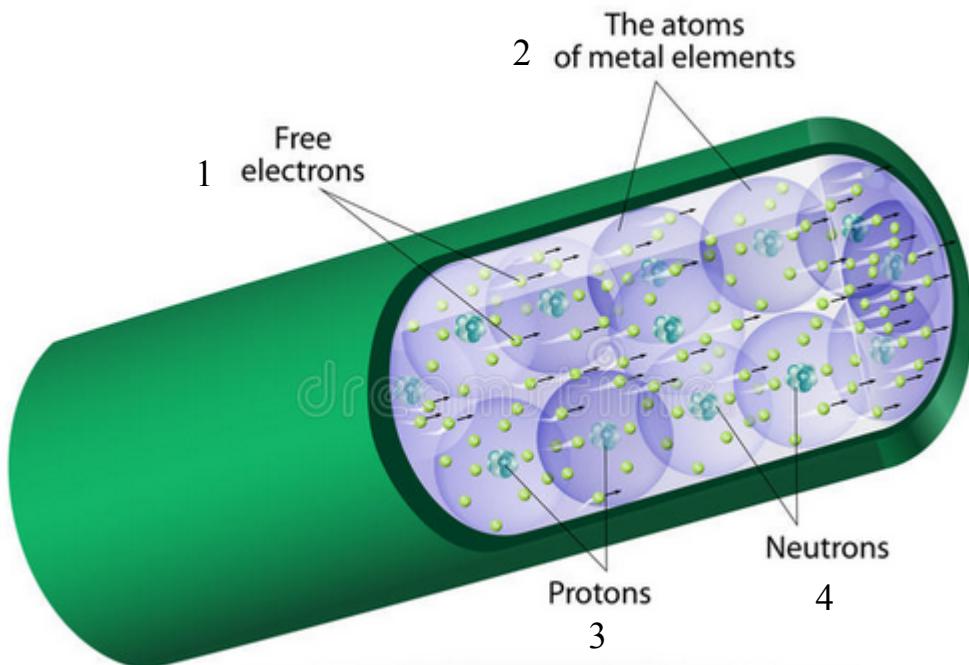
Referencia: RVK3G2,5

##### Ficha técnica

- Aislamiento Hilos : Polietileno reticulado (XLPE)
- Propagación del Incendio : No
- Material del Conductor : Cobre
- Cubierta Exterior : PVC
- Tensión nominal : RV-K 0.6/1kV
- Sección : 2.5 mm
- Nº Hilos : 3
- Norma constructiva : UNE21123-2
- Uso : Instalaciones Interiores / Subterráneas / Exteriores / Alumbrado exterior
- Baja emisión de gases corrosivos : Si
- Conductor flexible : Clase 5
- Temperatura máxima en cortocircuito : 250°C
- Color : Negro

<https://bricoelige.com/es/3-conductores/4586-manguera-negra-electrica-cable-flexible-3x25-rv-k-1kv.html>

Els metalls són bons conductors de l'electricitat. En els metalls, el corrent elèctric està format per electrons, que són partícules amb càrrega negativa. El corrent elèctric  $I$ , també anomenat intensitat, es mesura en amperis (A).



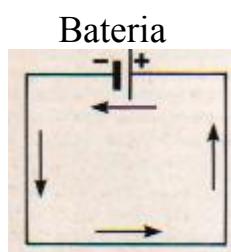
1 Els electrons es poden moure lliurement entre els àtoms

2 Els nuclis dels atoms es mantenen fixos en l'estruccura metàl·lica

3 i 4 Els nuclis dels atoms estan formats per protons i neutrons.

Per causar un corrent elèctric, que és el moviment d'un extrem del conductor a l'altre d'electrons, és necessari aplicar una tensió elèctrica, per exemple amb una bateria.

Una unitat habitual per indicar la tensió  $U$  són els volts (V).



Corrent d'electrons en un circuit elèctric

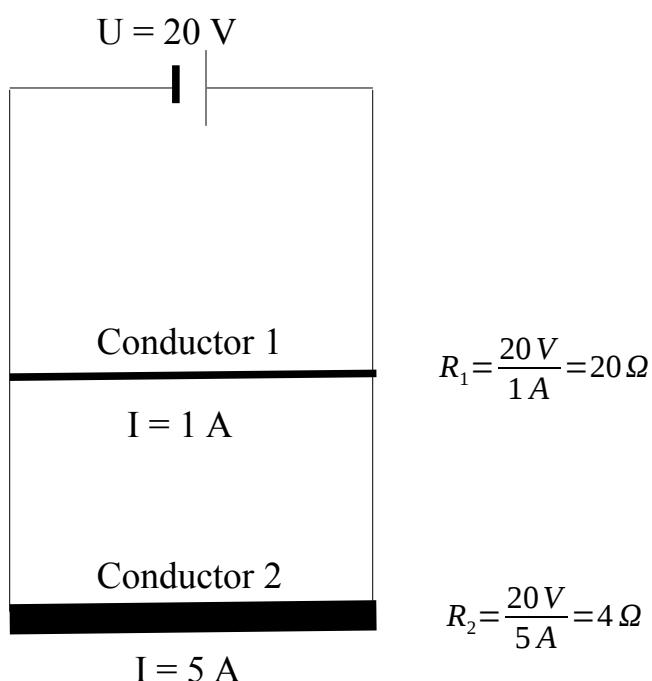
Encara que els electrons del conductor metàl·lic es mouen lliurement, el corrent d'electrons entre els extrems del conductor xoca contra l'estructura de nuclis d'àtoms fixos, transformant una part de l'energia en calor. Aquesta resistència al pas del corrent elèctric s'anomena resistència elèctrica  $R$  i es mesura en Ohms ( $\Omega$ ).

La relació entre les tres magnituds elèctriques corrent, tensió i resistència la proporciona la Llei d'Ohm

$$R = \frac{U}{I} \quad R \cdot I = \frac{U}{I} \cdot I \quad R \cdot I = U \quad \frac{R \cdot I}{R} = \frac{U}{R} \quad I = \frac{U}{R}$$

Comparem per exemple els conductors 1 i 2 als quals apliquem la mateixa tensió de 20 V. El corrent pel conductor 1 és d'1 A, el del conductor 2 de 5 A.

Calculem la resistència dels conductors



## 7.4 Exercicis magnituds elèctriques bàsiques

### Exercici 7.4-1

Calcula el corrent  $I$  en amperis que passa per una làmpada amb una resistència  $R$  de  $100 \Omega$ , si la tensió  $U$  és de 10 V.

### Exercici 7.4-2

Calcula la resistència  $R$  en ohms d'una làmpada on es mesura un corrent  $I$  de 0,5 A, si la tensió  $U$  és de 10 V.

### Exercici 7.4-3

Calcula la tensió  $U$  en volts d'una làmpada on es mesura un corrent  $I$  de 0,5 A, si la resistència  $R$  és  $30 \Omega$ .

### Exercici 7.4-4

Explica què són tensió, corrent i resistència elèctrica. Indica com es calcula cada una d'elles en funció de les altres dues.

## 7.5 Potència i energia

Analitzarem la diferència entre potència i energia a partir d'un experiment que consisteix a pujar les dues plantes del rebedor a la segona planta. Pujarem dues vegades, una a poc a poc i una altra ràpidament. Cronometrarem quant temps es necessita per pujar-les.

La potència (P) és la quantitat de treball, també anomenat energia (E), que es realitza en un determinat temps (t).

Per exemple, per pujar des del rebedor de l'institut, situat en la planta baixa a la segona planta, hem de treballar, també es pot dir aportar energia, pujant les escales. Pujant a poc a poc es triga aproximadament 90 s, pujant ràpid 45 s. El treball de pujar és el mateix, dues plantes, la potència necessària per realitzar el treball és el doble pujant ràpid.

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

$$E_{\text{subir 2 plantas}} = P_{\text{rápido}} \times 45 \text{ s} = P_{\text{despacio}} \times 90 \text{ s}$$

$$P_{\text{rápido}} = 2 \times P_{\text{despacio}}$$

La diferència entre pujar a poc a poc les escales i pujar-les ràpid és que pujant-les ràpid fem major esforç. Quan parlem d'esforç normalment ens referim a la potència, ja que fer una feina més ràpidament requereix major esforç, és a dir, potència.

Fer 100 sumes en 10 minuts requereix més potència que fer-les en 30 minuts, accelerar un vehicle de 0 a 100 km/h en 10 segons requereix més potència que accelerar-lo en 20 segons, pujar les escales ràpidament requereix més potència que pujar-les lentament. El treball realitzat en els 3 exemples és el mateix: resoldre 100 sumes, accelerar el vehicle de 0 a 100 km/h, pujar les escales. La diferència està en la velocitat amb la qual fem el treball.

La potència està relacionada amb la velocitat (v) i la força (F).

$$P=F \cdot v$$

Si augmentem la velocitat pujant les escales, augmenta la potència. La força necessària que fem amb les cames en els graons, és la d'aixecar el pes del nostre cos. La força que fem amb les nostres cames és la mateixa, pugem ràpid o a poc a poc. L'esforç és major pujant ràpid, ja que pugem major nombre de graons per segon.

Si pugem les escales a poc a poc (en 90 segons), però carregats amb la motxilla, la velocitat no augmenta, però l'esforç (la potència) sí, perquè la força que necessitem fer amb les cames per pujar cada graó és major, per ser major el pes que pugem (el del nostre cos i el de la motxilla).

A més, el treball realitzat per pujar les escales amb motxilla és major que sense motxilla.

En l'electricitat, la força que fem amb les cames equival a la tensió (V) i la velocitat amb la qual pugem les escales a la intensitat (A).

Imagina les escales plenes d'alumnes pujant. Com més ràpid pugin els alumnes, major és el nombre d'alumnes que puja les escales per minut, és a dir, major és el corrent d'alumnes que puja les escales.

La potència elèctrica d'un aparell es calcula multiplicant la tensió  $U$  en V per la intensitat  $I$  en A. El resultat és la potència  $P$  en watts (W).

$$P = U \cdot I$$

$$W = V \cdot A$$

La potència d'un llum connectat a una tensió de 230 V i en el qual es mesura un corrent de 0,1 A és de:

$$P = 230 \text{ V} \cdot 0,1 \text{ A} = 23 \text{ W}$$

### 7.5.1 Consum d'energia elèctrica

El consum d'energia elèctrica es mesura amb un comptador de kilowattshora (kWh).

Cada habitatge amb subministrament elèctric disposa del seu propi comptador.



Comptador d'energia elèctrica amb sistema de telegestió. Inclou la funció d'ICP.



El consum elèctric es calcula multiplicant la potència elèctrica d'un aparell pel temps de funcionament.

$$E_{el} = P_{el} \cdot t$$

Un llum amb una potència de 23 W està encès durant 3 hores. Quina energia elèctrica ha consumit en Wh, kWh i Ws?

$$E_{el} = 23 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} = 69 \text{ Wh}$$

$$E_{el} = 23 \text{ W} \cdot 3 \text{ h} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 248400 \text{ Ws} = 248400 \text{ J}$$

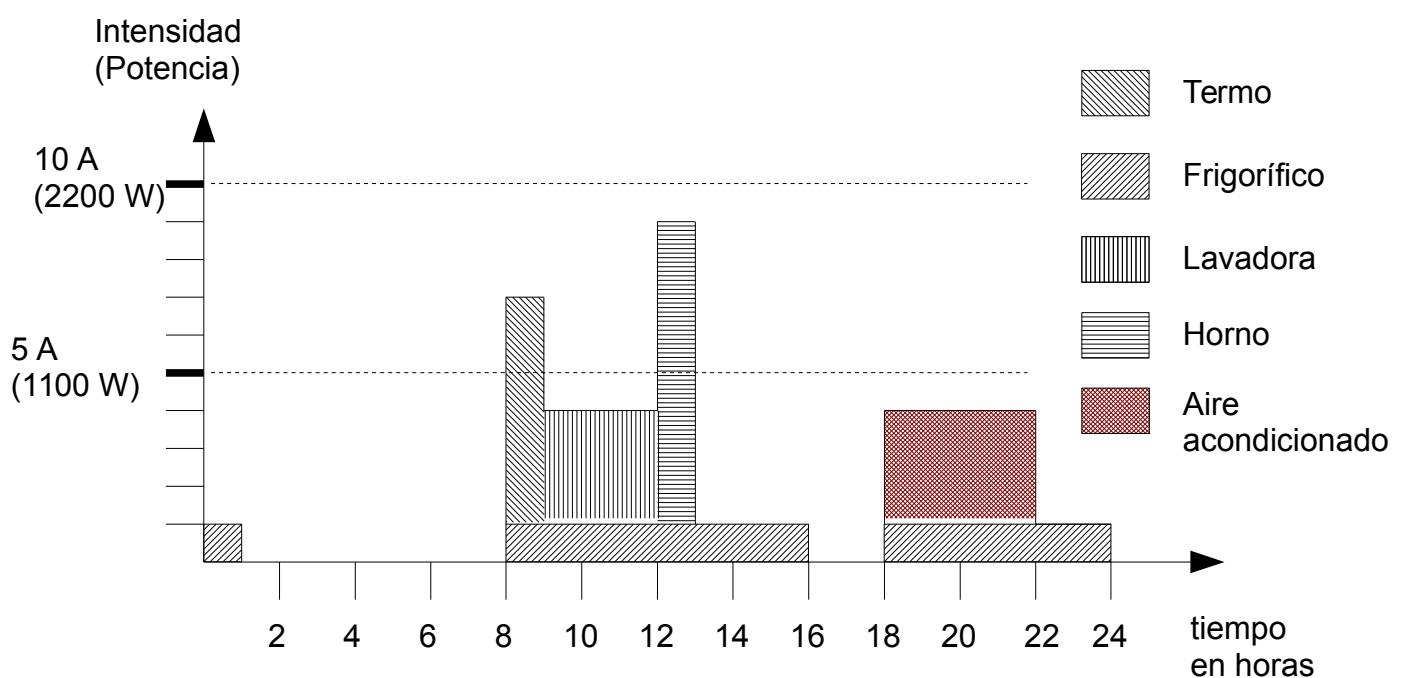
$$1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

$$E_{el} = 0,023 \text{ kW} \cdot 3 \text{ h} = 0,069 \text{ kWh}$$

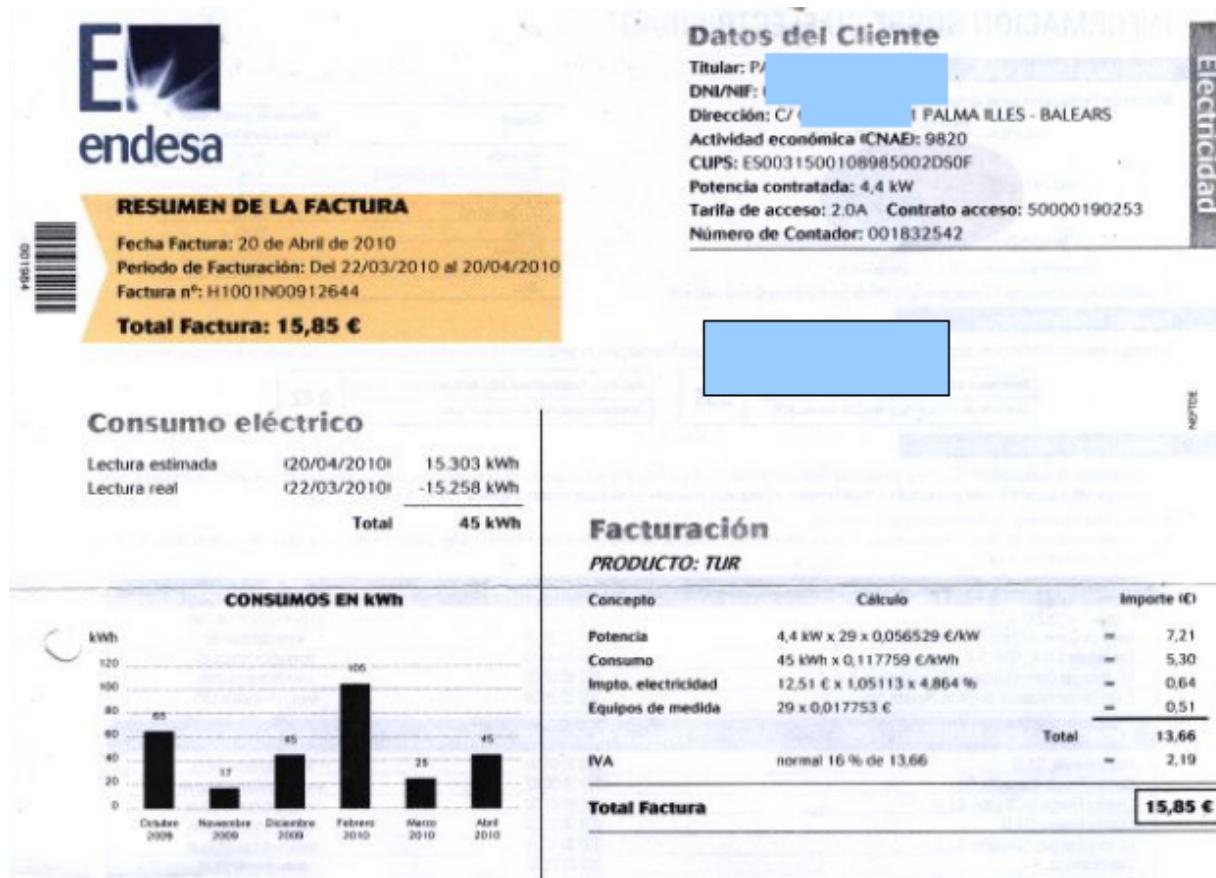
Les unitats Ws i J són idèntiques. Normalment utilitzem la unitat Ws quan es tracta d'energia elèctrica i J per a energia mecànica o tèrmica.

El consum elèctric d'un habitatge varia al llarg del dia, dependent del funcionament dels consumidors elèctrics (rentadora, forn, aspiradora, frigorífic, etc.).

Exemple de potència i corrent subministrades a un habitatge al llarg d'un dia.



## 7.5.2 La factura elèctrica



La imatge mostra un exemple de factura elèctrica.

Els conceptes facturats són

**Potència** La potència contractada és de 4,4 kW. Això significa que la suma de les potències dels aparells elèctrics funcionant al mateix temps no hauria de superar els 4,4 kW, ja que aquest és el consum màxim contractat. Si es supera aquesta potència l'interruptor de control de potència (ICP) desconecta el subministrament elèctric a l'habitatge.

La companyia subministradora cobra per cada kW de potència

contractada, en el cas d'aquesta factura  $0,056529 \frac{\text{€}}{\text{kW} \cdot \text{dia}}$ .

**Consum** El consum d'energia elèctrica s'indica en kWh i es calcula com la diferència de dues lectures successives del comptador. En la factura la primera lectura es va fer el 02/03/2010 i la següent el 20/04/2010. Aquesta segona lectura no va ser real sinó que es va estimar.

La diferència entre les dues lectures dóna un consum de 45 kWh. El preu és de  $0,118 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$ .

**Impost** Per calcular l'impost s'agafa com a base la suma dels imports de consum i potència, que fa 12,51 € i es calcula un percentage, en aquesta factura el 4,9%.

**Equips** Pels equips de mesura, és a dir, el comptador elèctric, la companyia factura  $0,0178 \frac{\text{€}}{\text{dia}}$ .

## 7.6 Exercicis potència i energia

### Exercici 7.6-1

Utilitzant el gràfic que mostra la potència subministrada a un habitatge al llarg d'un dia, calcula l'energia elèctrica consumida per cada un dels electrodomèstics.

Si el titular del contracte ha de pagar 0,2 € per kWh, quant ha de pagar pel consum diari de l'exemple?

### Exercici 7.6-2

Calcula la intensitat en funció de la potència dels aparells. La tensió en les preses de corrent domèstiques és d'aproximadament 230 V.

Aparell	Intensitat en A	Potència en W placa de dades
Ordinador		150
Frigorífic		230
Aire condicionat		690
Termo elèctric		1380
Trempant		500

**Exercici 7.6-3**

Calcula l'energia elèctrica consumida pels aparells de la taula següent i el seu cost. El preu del kWh és de 0,15 €.

Aparell	Temps (h)	Potència (W)	Energia (kWh)	Import en €.
Cuina	2	2500		
Rentadora	1	1500		
Frigorífic	8	500		
Televisor	5	200		
Total				

**Exercici 7.6-4**

Calcula la potència d'una planxa que consumeix 7200 kJ per hora de funcionament.

**Exercici 7.6-5**

Calcula l'import de la factura elèctrica amb les següents dades:

Lectura data 20/07/17 - 567664 kWh

Lectura data 20/09/17 - 568061 kWh

Preu electricitat  $0,15 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}$

Potència contractada 4,6 kW

Preu potència  $0,1 \frac{\text{€}}{\text{kW} \cdot \text{dia}}$

Impost electricitat 5%

Equips de mesura  $0,05 \frac{\text{€}}{\text{dia}}$

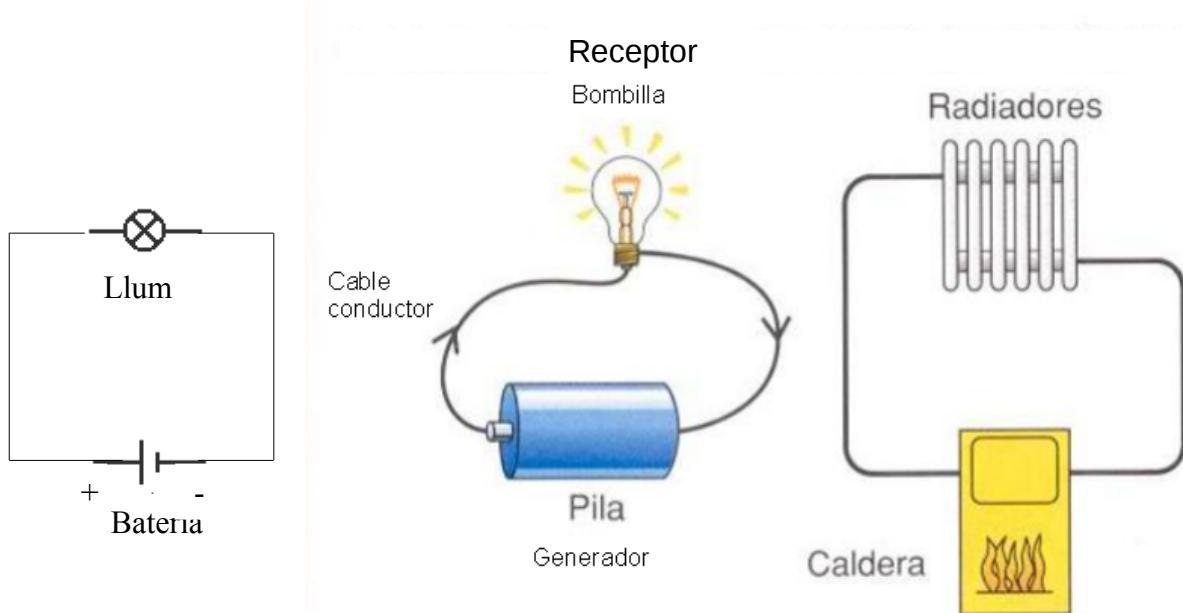
## 7.7 El circuit elèctric

Per observar l'efecte de l'electricitat és necessari un circuit elèctric. El circuit elèctric està compost per una font d'electricitat (generador), un aparell que funciona amb electricitat (receptor) i els cables conductors que uneixen al generador amb el receptor, conduint l'energia elèctrica des del seu origen (generador) a la seva destinació (receptor).

Un circuit de calefacció, s'assembla a un circuit elèctric perquè també condueix energia, en aquest cas calor, del generador al receptor. En el circuit de calefacció el generador (de calor) és la caldera, el receptor el radiador (emissor de calor) i els conductors de la calor són les canonades. En el circuit de calefacció el mitjà portador de calor és aigua.

Tots dos circuits han d'estar tancats per poder conduir l'energia del generador al receptor.

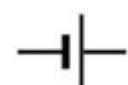
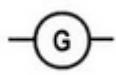
Un cas molt senzill és el d'un circuit compost per una pila (generador) un llum (receptor) i els cables de connexió entre pila i llum (conductors).



### 7.7.1 Components del circuit elèctric

#### Generadors

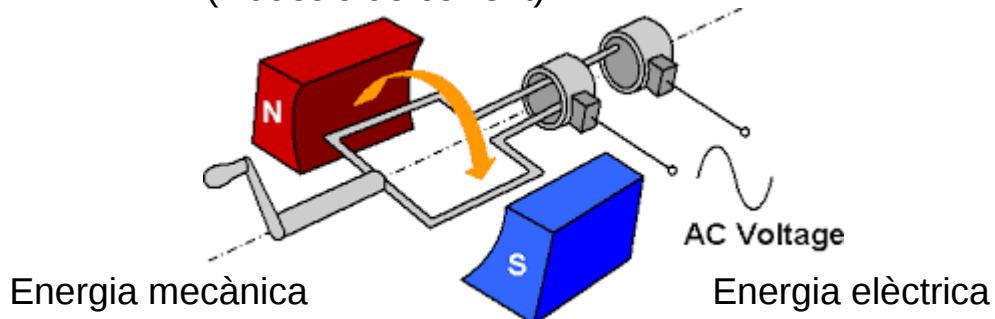
Generadors elèctrics són dispositius que transformen energia mecànica en energia elèctrica a partir d'un efecte electromagnètic. Les bateries també produueixen electricitat, però mitjançant reaccions químiques.



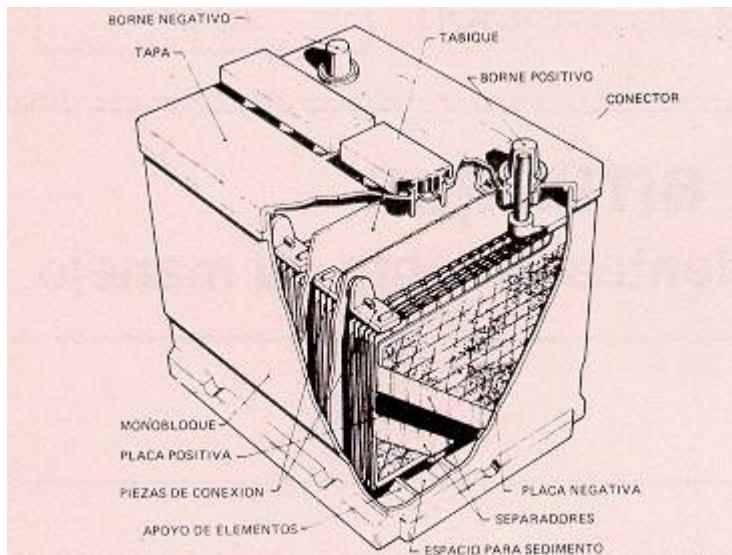
GENERADOR ELÉCTRICO GASOLINA 6500W TRIFÁSICO |  
ARRANQUE ELÉCTRICO

**258,40 €**

Efecte electromagnètic  
(inducció de corrent)



Bateria per a automòbil composta de planxes de plom en un bany d'àcid sulfúric.



Pol positiu

+



Pol negatiu

-

## Receptors

Els receptors transformen l'electricitat en una altra forma d'energia. Receptors com làmpades, motors i resistències, transformen l'electricitat en llum, moviment i calor.



Resistència

→ calor

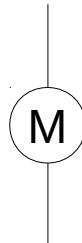
Termo elèctric  
Forn  
Rentadora  
Assecador



Llum

→ llum

Làmpades  
incandescents,  
fluorescents,  
halògenes, LED



Motor

→ moviment

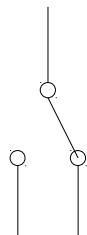
Rentadora  
Ascensor  
Ventilador  
Barrera garatge  
Frigorífic  
Bombes d'aigua

## Elements de comandament i maniobra

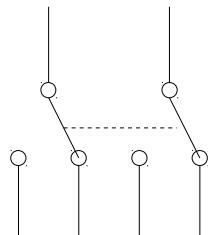
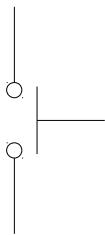
Aquests són els dispositius que permeten connectar o controlar els receptors d'un circuit elèctric. Es tracta d'interruptors, commutadors, pulsadors, interruptors de final de carrera, etc.



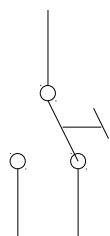
Interruptor



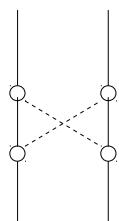
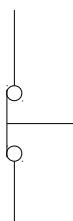
Commutador

Commutador  
doble

Pulsador NA



Final de carrera

Commutador  
de creuament

Pulsador NC

Symbols d'elements de comandament i maniobra

## Conductors

Els cables conductors uneixen els diversos components del circuit elèctric perquè hi pugui circular el corrent. La majoria són de coure, però també n'hi ha d'alumini.

A causa de la resistència dels cables conductors, es produeixen pèrdues d'energia elèctrica, que es transforma en calor. La resistència del cable conductor depèn de la resistència específica del material conductor, de la seva llargària i de la seva secció.

La resistència  $R$  d'un conductor es calcula amb

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

L Llargària del conductor en m

$\rho$  Resistència específica en  $\Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$

A Secció del conductor en  $mm^2$



La resistència d'un cable conductor augmenta en proporció a la seva llargària i disminueix en proporció a la seva secció.

Si el corrent és massa elevat, la temperatura del conductor puja fins a fondre l'aïllament i pot provocar un incendi.

Per normativa, en les instal·lacions domèstiques la caiguda de tensió en els cables conductors no ha de superar el 3 %.

## Exemple

En una instal·lació domèstica calcula la secció mínima d'un conductor de coure de 40 m de llargària, per a un circuit protegit amb un interruptor magnetotèrmic de 10 A.

La tensió d'alimentació del circuit és de 230 V, la resistència específica del coure

$$\rho_{Cu} = 0,0171 \Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$$

Comencem calculant la caiguda màxima de tensió en el conductor que és un 3% de la tensió d'alimentació del circuit.

$$U_{conductor\ max} = 230 V \cdot 0,03 = 6,9 V$$

Coneixem la intensitat màxima que està limitada a 10 A pel magnetotèrmic, així podem calcular la resistència màxima del conductor

$$R_{conductor\ max} = \frac{U_{conductor\ max}}{I_{max}} = \frac{6,9 V}{10 A} = 0,69 \Omega$$

$$\text{Amb } R = \rho \cdot \frac{L}{A} \rightarrow 0,69 \Omega = 0,0171 \Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \cdot \frac{40 m}{A_{min}} \rightarrow$$

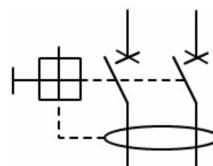
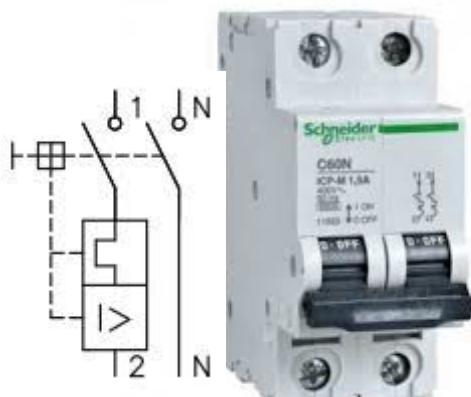
$$A_{min} = 0,0171 \Omega \cdot \frac{mm^2}{m} \cdot \frac{40 m}{0,69 \Omega} = 0,99 mm^2$$

## Elements de protecció

Serveixen per protegir components del circuit elèctric contra corrents o tensions excessives. En formen part els fusibles, interruptors magnetotèrmics, diferencials o l'interruptor de control de potència, d'entre altres.



Fusibles



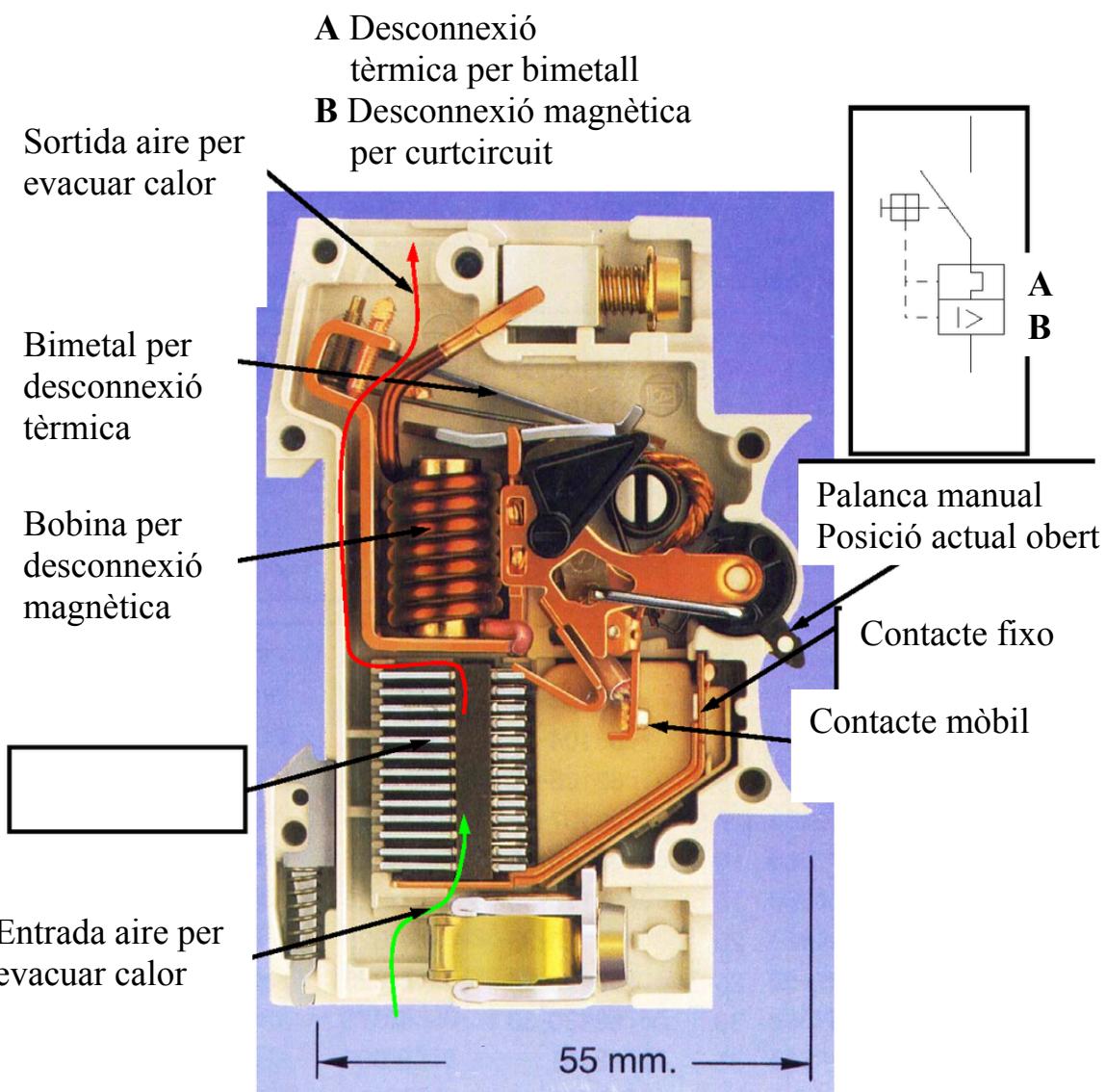
Interruptor  
magnetotèrmic, també  
anomenat automàtic



Interruptor diferencial bipolar

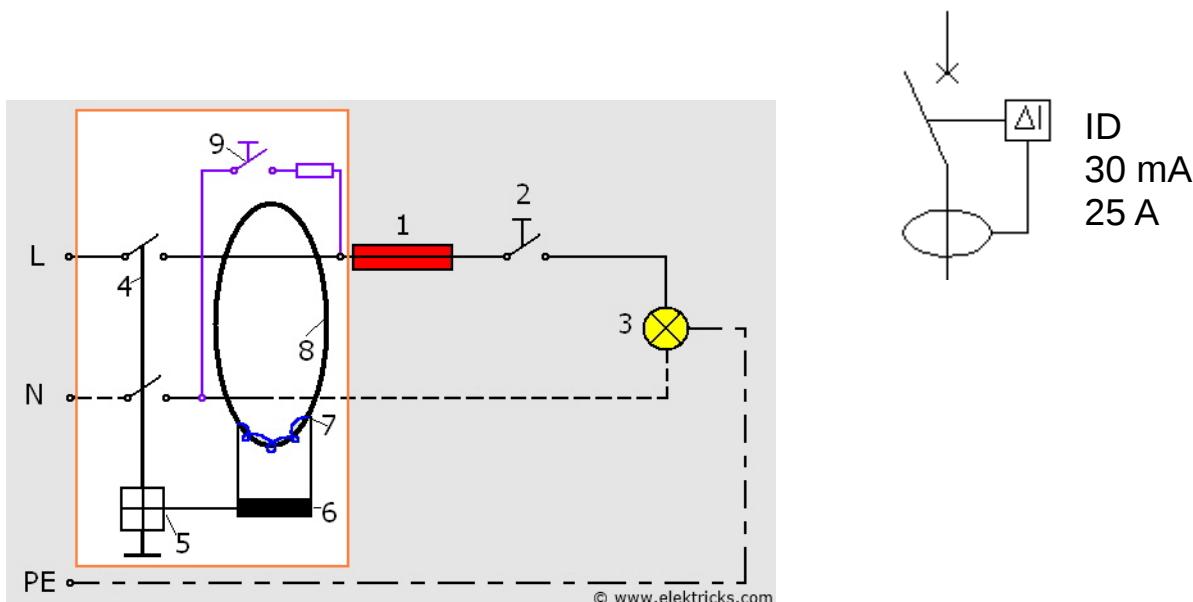
Els **fusibles** estan formats per un conductor que aguanta fins a un corrent màxim sense fonder's. Quan se supera el corrent màxim, la calor produïda en el fusible fon el conductor, tallant el corrent elèctric del circuit. Com més elevat sigui el corrent que passa pel fusible, més ràpid es fon.

També els **interruptors magnetotèrmics** protegeixen el circuit contra intensitats excessives. Mitjançant un mecanisme de palanca s'obre i tanca el contacte. El magnetotèrmic pot disconnectar per la calor causada per una sobreintensitat moderada que fa deformar-se un bimetall i obre el contacte (desconnexió tèrmica). Quan es produeix una sobreintensitat extrema, com en el cas d'un curtcircuit actua un dispositiu magnètic (desconnexió magnètica).



Els **interruptors diferencials** protegeixen els usuaris contra descàrregues elèctriques. El diferencial compara les intensitats en els conductors de fase i neutre i si detecta una diferència entre els corrents, disconnecta el circuit. És important que els receptors estiguin connectats a terra perquè els diferencials puguin disconnectar en cas d'un defecte.

En l'esquema elèctric s'especifica el corrent de fuita que fa actuar el diferencial, p. ex. 30 mA i el corrent màxim que suporta el component, en l'exemple 25 A.



- 1 Fusible o interruptor magnetotèrmic
- 2 Interruptor per connexió desconnexió del receptor
- 3 Receptor amb connexió a terra
- 4 Contactes del interruptor diferencial
- 5 Mecanisme per obrir i tancar els contactes
- 6 Bobina que causa la desconnexió del diferencial en cas de diferència d'intensitat entre fase i Neutre.
- 7 i 8 Bobines que detecten la diferència d'intensitat
- 9 Polsador per provar el funcionament del diferencial.

## 7.8 Exercicis circuit elèctric

### Exercici 7.8-1

Indica quins són els components d'un circuit elèctric i per a què serveixen.

### Exercici 7.8-2

Dibuixa un circuit elèctric per controlar un llum des d'un punt d'una habitació.

Dibuixa un circuit elèctric per controlar un llum des de dos punts d'una habitació.

Dibuixa un circuit elèctric per controlar un llum des de tres punts d'una habitació.

### Exercici 7.8-3

Quina és la principal diferència entre la protecció que donen un fusible, un interruptor magnetotèrmic i un diferencial?

### Exercici 7.8-4

En tres circuits independents, es mesura un corrent de 12 A. El primer circuit està protegit per un fusible de 10 A, el segon per un interruptor magnetotèrmic de 10 A i el tercer per un interruptor diferencial de 30 mA i 25 A.

- a) Dibuixa un esquema de cada circuit.
- b) Com actuen els elements de protecció en cada un dels circuits?
- c) En cas que es produixin curtcircuits en els tres circuits, com actuen els elements de protecció?
- d) En cas que el corrent en els circuits sigui de 8 A i un receptor defectuós presenti una derivació de corrent a terra, com actuen els elements de protecció?

**Exercici 7.8-5**

Un circuit domèstic està protegit amb un interruptor magnetotèrmic de 25A. La llargària dels conductors de coure és de 100 m. La tensió d'alimentació del circuit és de 230 V i la caiguda de tensió màxima admesa en els conductors és del 5%.

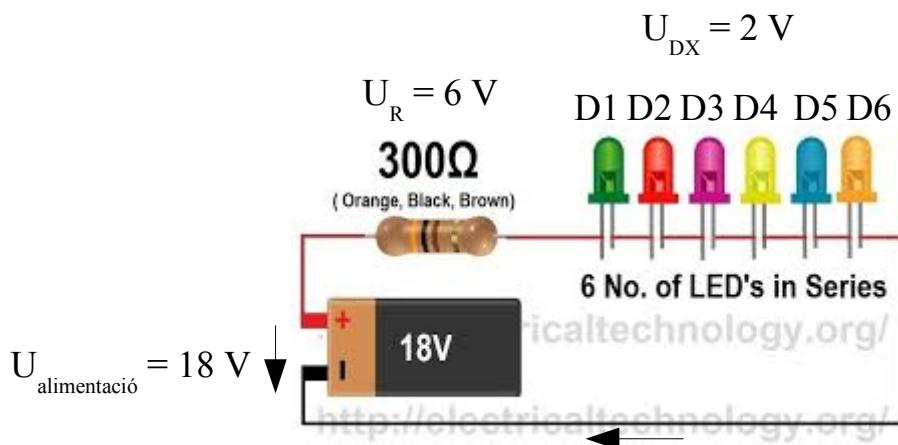
Calcula la secció mínima dels conductors.

$$\rho_{Cu} = 0,0171 \Omega \cdot \frac{mm^2}{m}$$

## 7.9 Components en sèrie

S'anomena connexió en sèrie la connexió dels components d'un circuit quan el corrent que passa pel circuit és el mateix en cada un dels components. En la connexió en sèrie, el corrent no té la possibilitat de repartir-se per diversos camins.

La tensió  $U$  de la bateria que alimenta el circuit, es reparteix en els receptors. La suma de les tensions dels receptors en sèrie és igual a la tensió d'alimentació.



En la imatge una bateria està connectada en sèrie amb una resistència i sis diòdes LED. Si s'interromp el circuit en un punt, per exemple per un diòde defectuós, deixa de circular corrent i tots els diòdes s'apaguen.

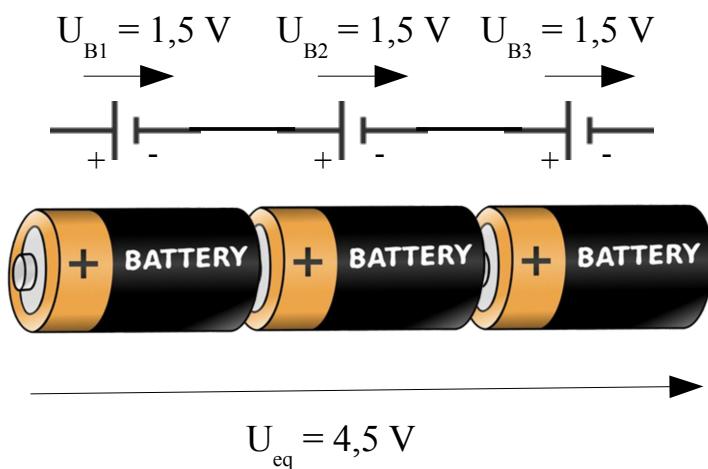
La tensió de la pila (18 V) es reparteix en els components del circuit.

$$U = U_R + U_{D1} + U_{D2} + U_{D3} + U_{D4} + U_{D5} + U_{D6}$$

$$18 \text{ V} = 6 \text{ V} + 2 \text{ V}$$

### 7.9.1 Connexió de bateries en sèrie

Les bateries es connecten en sèrie unint el pol negatiu d'una al pol positiu d'altra. D'aquesta manera se sumen les tensions de les bateries connectades.



$$U_{eq} = U_{B1} + U_{B2} + U_{B3} \rightarrow U_{eq} = 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} + 1,5 \text{ V} = 4,5 \text{ V}$$

### 7.9.2 Connexió de resistències en sèrie

Sumant els valors de les resistències connectades en sèrie, es calcula la resistència equivalent.

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow R_{eq} = 1 \Omega + 2 \Omega + 3 \Omega = 6 \Omega$$

$$R_1 = 1 \Omega \quad R_2 = 2 \Omega \quad R_3 = 3 \Omega$$

$$R_{eq} = 6 \Omega$$

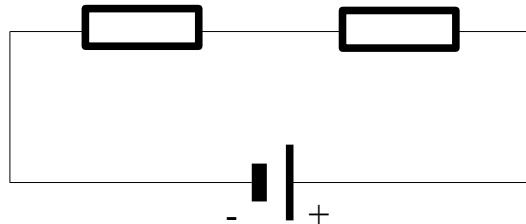
A major nombre de receptors connectats en sèrie, major és la resistència equivalent i menor el corrent en el circuit.

## 7.10 Exercicis connexió en sèrie

### Exercici 7.10-1

Calcula la resistència equivalent del circuit  $R_{eq}$ , la intensitat  $I$  i la tensió en cada resistència.

$$R1 = 90 \Omega \quad R2 = 60 \Omega$$



$$U = 9 \text{ V}$$

### Exercici 7.10-2

En un escalfador elèctric, la resistència és un fil de coure de 300 m de llargària que té  $0,1 \text{ mm}^2$  de secció. L'escalfador es connecta a una tensió d'alimentació de 220 V.

$$\text{La resistència específica del coure és } \rho_{Cu} = 0,0171 \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Calcula la potència de la resistència.

### Exercici 7.10-3

Calcula la resistència d'un conductor de 400 mm de llargària i  $2,5 \text{ mm}^2$  de secció per als següents materials:

a) Coure  $\rho_{Cu} = 0,0171 \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$

b) Ferro  $\rho_{Fe} = 0,1 \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$

c) Plata  $\rho_{Ag} = 0,016 \Omega \cdot \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$

**Exercici 7.10-4**

A una bateria de 4,5 V es connecten en sèrie 3 llums de 5, 10 i 15 Ω respectivament.

- a) Calcula la resistència equivalent.
- b) Calcula la intensitat.
- c) Calcula la tensió en cada llum.
- d) Calcula la potència en cada llum i la total.

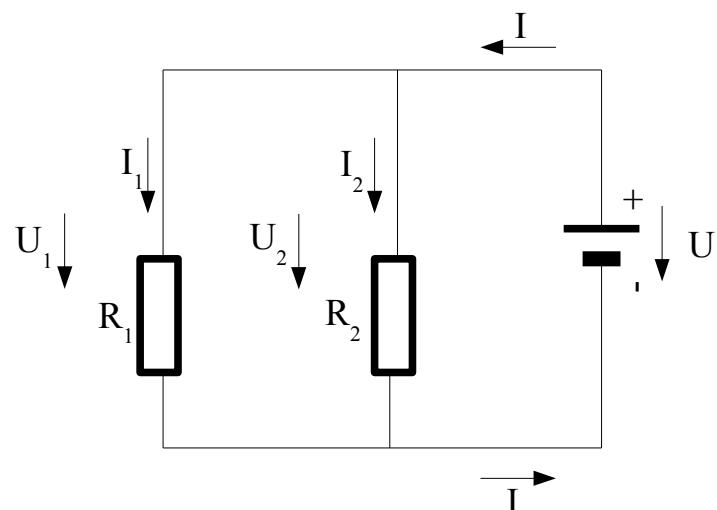
## 7.11 Connexió de components en paral·lel

S'anomena connexió en paral·lel la connexió dels components d'un circuit quan la tensió en cada un dels receptors és igual a la tensió d'alimentació del circuit.

En aquest cas, la intensitat per cada un dels receptors, depèn de la resistència del receptor pel qual passa. La suma de les intensitats dels receptors dóna la intensitat total que circula ple circuit.

$$U = U_1 = U_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

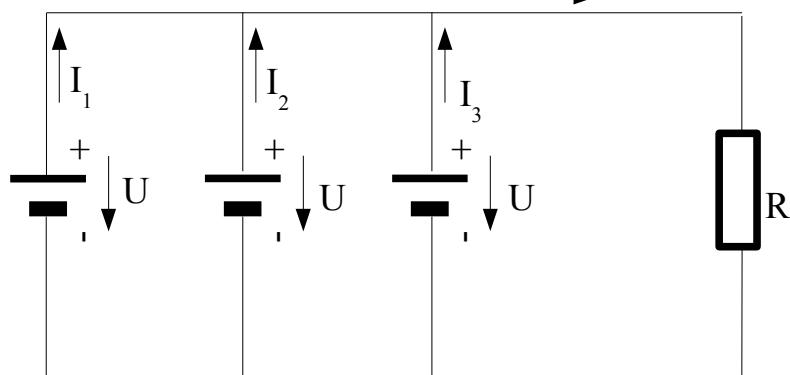


A diferència de la connexió en sèrie, en la connexió en paral·lel, la intensitat total augmenta amb el nombre de receptors connectats. Per tant, la resistència equivalent baixa.

$$I = I_1 + I_2 \rightarrow \frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

En el cas de les bateries, només s'han de connectar en paral·lel quan són del mateix tipus i donen la mateixa tensió. El corrent total del circuit, determinat per la tensió i la resistència del receptor es reparteix entre les bateries.

$$I = \frac{U}{R} = I_1 + I_2 + I_3$$

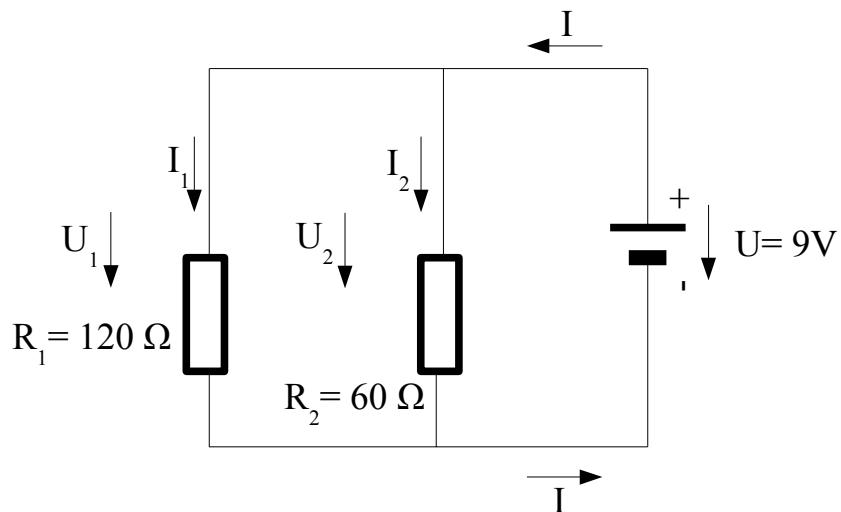


Experiment connexió en paral·lel de llimones.

## 7.12 Exercicis connexió en paral·lel

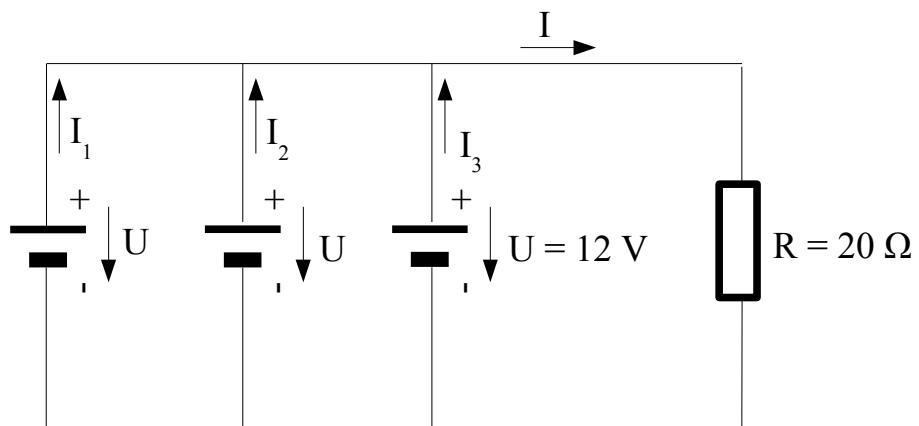
### Exercici 7.12-1

Calcula la resistència equivalent del circuit, la intensitat que circula per la bateria i les intensitats per cadascuna de les resistències.



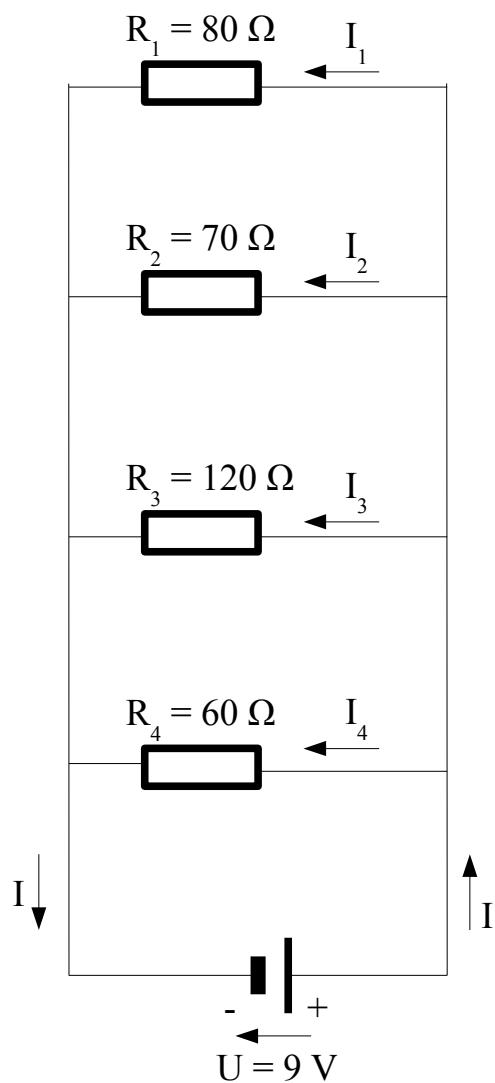
### Exercici 7.12-2

Calcula el corrent que cada una de les bateries aporta al circuit, suposant que es tracta de bateries idèntiques.



**Exercici 7.12-3**

Calcula la resistència equivalent del circuit, la intensitat que circula per la bateria i les intensitats per cadascuna de les resistències.

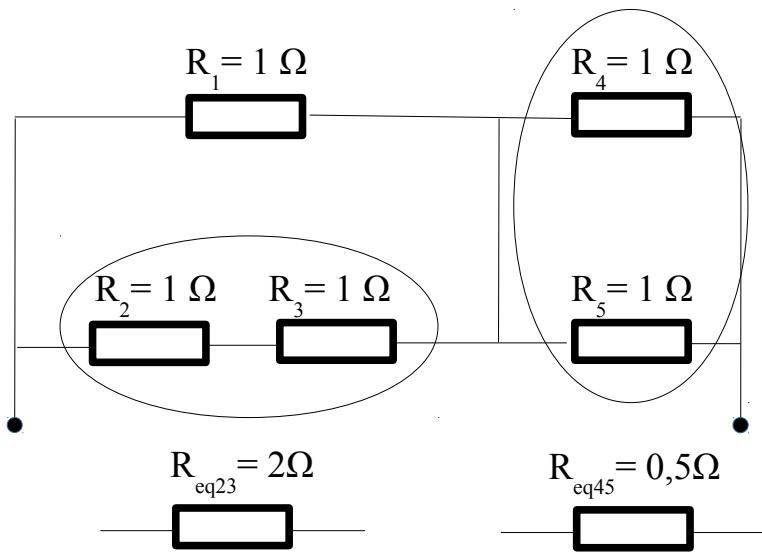


### 7.13 Connexió mixta sèrie paral·lel

S'anomena connexió mixta, quan en un circuit es combinen components connectats en sèrie amb components connectats en paral·lel.

Per calcular la resistència equivalent d'un circuit mixt, se cerquen conjunts de resistències muntades en paral·lel o en sèrie que permetin simplificar el circuit.

Exemple, quina és la resistència equivalent a les 5 resistències del següent circuit?



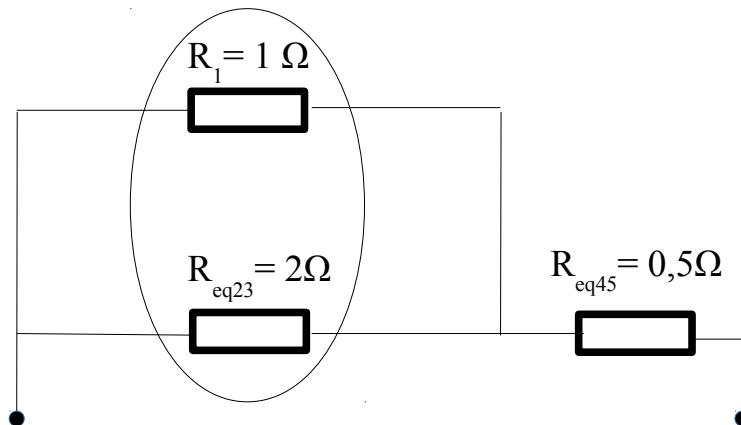
$$R_{eq23} = R_2 + R_3 = 1\Omega + 1\Omega = 2\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq45}} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{1\Omega} = \frac{2}{1\Omega}$$

Comencem amb  $R_2$  i  $R_3$ , connectades en sèrie, i calculem la resistència equivalent  $R_{eq23}=2\Omega$ .

Per a  $R_4$  i  $R_5$ , connectades en paral·lel, també podem calcular la resistència equivalent  $R_{eq45}=0,5\Omega$ .

Substituint les resistències  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$  i  $R_{45}$ , per les equivalents  $R_{eq23}$  i  $R_{eq45}$  el circuit ja s'ha simplificat.

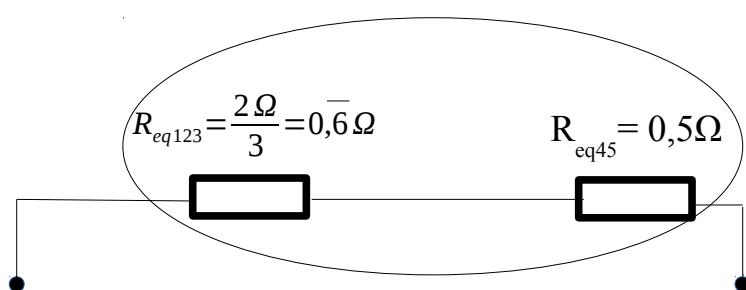


$$R_{eq123} = \frac{2\Omega}{3} = 0,6\Omega$$

$$\frac{1}{R_{eq123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{1\Omega} + \frac{1}{2\Omega} = \frac{3}{2\Omega}$$

La resistència  $R_1$  està connectada en paral·lel a  $R_{eq23}$ , ara podem calcular  $R_{eq123}$ .

Finalment queda una connexió en sèrie de  $R_{eq123}$  i  $R_{eq45}$



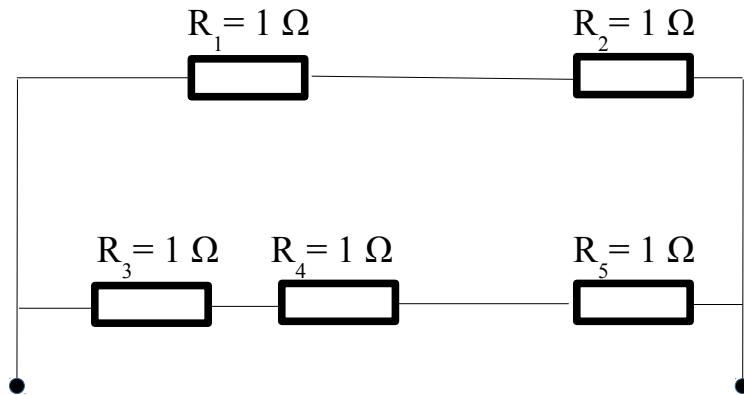
$$R_{eq12345} = R_{123} + R_{45} = 0,6\Omega + 0,5\Omega = 1,16\Omega$$

$$R_{eq12345} = 1,16\Omega$$

## 7.14 Exercicis connexió mixta sèrie paral·lel

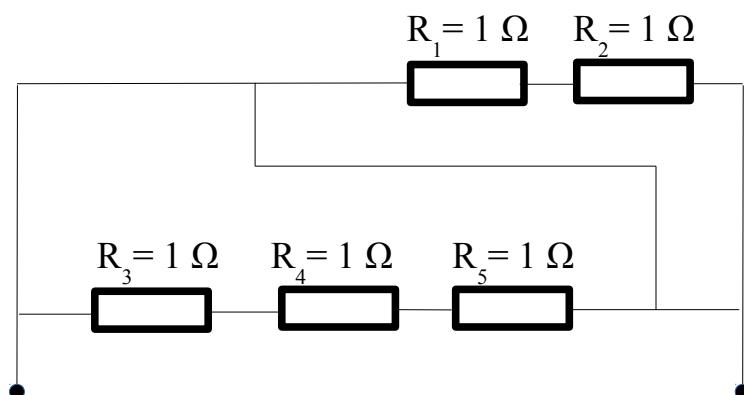
### Exercici 7.14-1

Calcula la resistència equivalent del circuit.



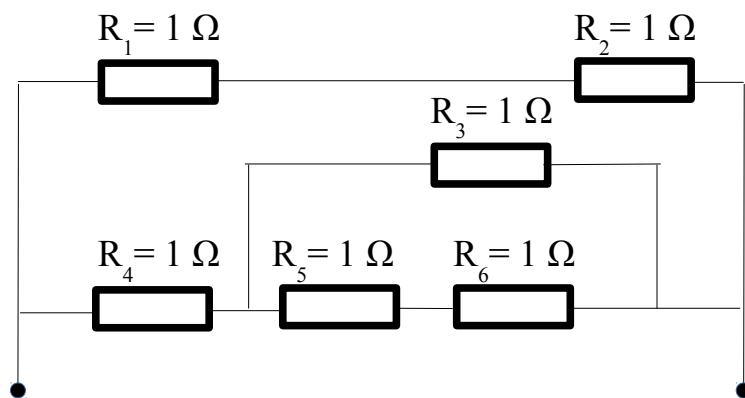
### Exercici 7.14-2

Calcula la resistència equivalent del circuit.



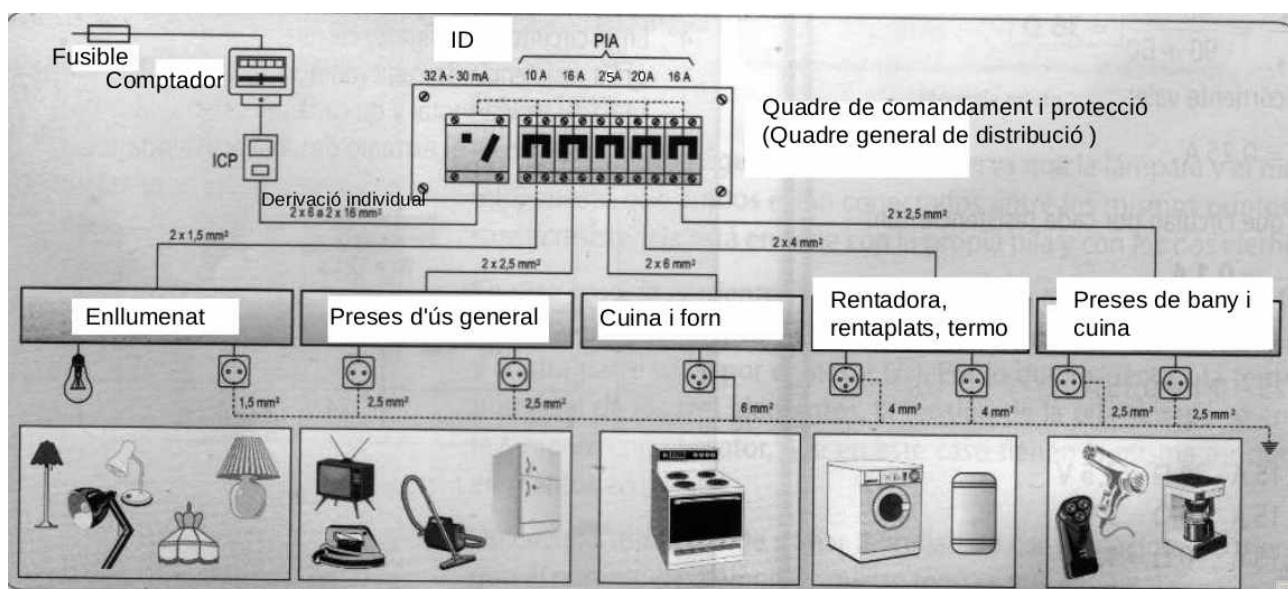
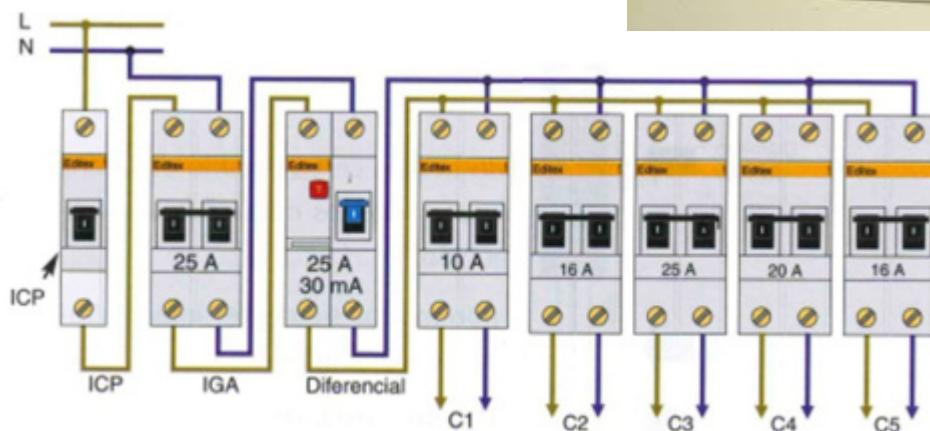
**Exercici 7.14-3**

Calcula la resistència equivalent del circuit.



## 7.15 Circuits elèctrics bàsics d'un habitatge

Els habitatges moderns disposen d'un quadre de comandament i protecció, també anomenat quadre de distribució, situat a prop de l'entrada. La funció dels components del quadre és protegir la instal·lació elèctrica contra sobrecàrregues i l'usuari contra descàrregues elèctriques.





## ICP

L'interruptor de control de potència, disconnecta la instal·lació quan se sobrepassa la potència contractada. Els comptadors més moderns inclouen la funció d'ICP. L'ICP es sol trobar en el quadre general de comandament i protecció i està precintat per evitar la seva manipulació.

Intensitats normalitzades d'ICPs en amperis:

5 - 7,5 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50

## IGA

L'interruptor general automàtic és un interruptor magnetotèrmic que com a mínim hauria de coincidir en el seu corrent nominal amb l'ICP. L'IGA protegeix la derivació individual, que és el cable del comptador al quadre de comandament i protecció.

## ID

L'interruptor diferencial disconnecta la instal·lació en cas de produir-se una derivació de corrent a terra. En els aparells amb carcassa metàl·lica una connexió defectuosa pot posar la carcassa sota tensió. Si la carcassa està connectada a terra, el diferencial disconnectarà. Així s'evita que una persona rebi una descàrrega elèctrica en tocar la carcassa.

## PIA

Cada circuit de l'habitatge està protegit per un petit interruptor automàtic. Es tracta d'interruptors magnetotèrmics seleccionats en funció de la secció dels conductors del circuit. Quan el corrent en un circuit supera el límit donat pel PIA, es produeix la desconexió.

## 7.16 Exercicis circuits habitatge

### Exercici 7.16-1

- a.) Fes una recerca en Internet de les potències elèctriques dels següents electrodomèstics

Electrodomèstic	Marca model amb enllaç a web	Potència en W
Forn		
Placa cuina amb 3 focs		
Termo elèctric 100 l		
Frigorífic		
Resistència rentadora		
Resistència rentaplats		
Televisor		
Aspiradora		
Aire condicionat 4500 frigories		

- b.) Quin seria el corrent nominal del ICP i la potència a contractar per poder cobrir el 60% de la suma de les potències dels electrodomèstics?
- c.) El corrent nominal de l'interruptor magnetotèrmic del circuit 3 (cuina) és de 35A.
- Podrien funcionar simultàniament cuina i forn a potència màxima?

**Exercici 7.16-2**

Un habitatge té contractada una potència elèctrica de 4,6 kW.

El circuit 1 (enllumenat) està protegit amb un PIA de 10 A, la potència absorbida pels receptors connectats és de 100 W.

El circuit 2 (preses d'ús general) està protegit amb un PIA de 16 A, els receptors connectats absorbeixen una potència de 3800 W.

El circuit 3 (cuina) està protegit amb un PIA de 25 A, els receptors absorbeixen 200 W.

El circuit 4 (preses de rentadora, rentaplats i termo) està protegit amb un PIA de 25 A, els receptors connectats absorbeixen 2000 W.

- a.) Quin és el corrent nominal de l'ICP?
- b.) Quin és el corrent que passa pel ICP a causa dels receptors connectats?
- c.) Desconnectaria algun dels components de protecció?
- d.) Quina és la potència màxima que poden absorbir els receptors del circuit 4 sense causar la desconnexió del PIA d'aquest circuit.

## 7.17 Solucions

### Exercici 7.2-1

Els següents aparells funcionen amb energia elèctrica. Indica en quin altre tipus d'energia la transformen.

Assecador	calor i moviment d'aire
Làmpada	llum
Espremedora	energia de moviment i deformació
Ventilador	energia de moviment

### Exercici 7.2-2

Amb quina energia funcionen les següents màquines, en quina energia o en quines energies la transformen?

Rentadora, cotxo, làmpada

Rentadora	funciona amb electricitat transforma electricitat en calor i moviment
Cotxo	funciona amb energia química del combustible o electricitat transforma en energia mecànica, cinètica o potencial
Làmpada	funciona amb electricitat o combustible transforma en llum

**Exercici 7.2-3**

Indica 8 aparells d'ús quotidià que funcionin amb energia elèctrica i indica en quina altra forma d'energia la transformen.

mòbil,

Aparell	Transforma electricitat en
Mòbil	Llum, so, calor
Ordinador	Llum, so, calor
Rentadora	Calor i cinètica, fa girar el tambor amb la roba
Forn elèctric	Calor
Termo elèctric	Calor
Scanner	Llum i cinètica
Rellotge	Cinètica, fa funcionar un mecanisme
Aspirador	Cinètica, fa girar una turbina

**Exercici 7.2-4**

- a) Calcula l'energia potencial que guanya l'Airbus a 380 amb una massa de 574 t i una càrrega de 500 t en pujar de 0 a 10 000 m d'altitud.



- b) Si l'energia específica del combustible és de  $45 \frac{MJ}{kg}$  i el rendiment del motor d'un 30%, quants kg de combustible necessitarà l'avió per arribar als 10 000 m
- $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$
- $1 \text{ MJ} = 1\,000\,000 \text{ J}$

a)

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 1074000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10000 \text{ m} = 1,05 \times 10^{11} \text{ J} = 105359 \text{ MJ}$$

b)

$$E_p = E_{combustible} = 105359 \text{ MJ} = 45 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot m \cdot 0,3 \rightarrow m = \frac{105359 \text{ MJ}}{45 \text{ MJ} \cdot 0,3} = 7804 \text{ kg}$$

**Exercici 7.2-5**

c) Indica 3 fonts d'energia renovable i 3 no renovable.

*Renovables: energies eòlica, solar, hidroelèctrica*

*No renovables: carbó, petroli, urani*

d) Quins problemes mediambientals poden causar les fonts d'energia indicades?

*Els parcs eòlics causen un impacte visual en el paisatge i poden suposar un perill per als ocells.*

*Les granges solars precisen de grans superfícies de terreny sense vegetació.*

*Per aprofitar l'energia hidroelèctrica es construeixen preses per acumular aigua en embassaments, inundant grans superfícies de terreny, destruint l'hàbitat natural de plantes i animals.*

*El carbó i el petroli són combustibles fòssils que, en cremar, alliberen diòxid de carboni i altres productes de la combustió contaminants.*

*L'urani i els residus nuclears poden causar la contaminació radioactiva, com va passar en les centrals de Tschernobil i Fukushima.*

### Exercici 7.2-6

Un aerogenerador MADE AE-59 està dissenyat per generar una potència elèctrica de 800 kW.

Un mòdul fotovoltaic SCL-85P pot generar una potència màxima de 85 W. Les dimensions del mòdul són de 900 mm x 670 mm.

- Calcula quants mòduls serien necessaris per aconseguir una potència equivalent a la d'un aerogenerador.
- Calcula la superfície dels mòduls en  $m^2$ .
- Un camp de futbol ocupa una superfície de aprox. 5000  $m^2$ . A quants camps de futbol equival la superfície calculada en b)?
- Suposant que la irradiació solar sobre els mòduls és de 800  $\frac{W}{m^2}$  i la seva potència elèctrica subministrada 85 W, quina és l'eficiència de conversió  $\eta$  de l'energia solar a energia elèctrica?

$$a) \frac{P_{aerogenerador}}{P_{modulo}} = \frac{800 \text{ kW}}{85 \text{ W}} = 9412 \text{ mòduls fotovoltaics}$$

b)

Càlcul de la superfície d'un mòdul

$$A_{modulo} = 0,9 \text{ m} \cdot 0,67 \text{ m} = 0,6 \text{ m}^2$$

Superfície del conjunt de mòduls equivalent a un aerogenerador de 800 kW

$$A_{conjunt} = 0,6 \frac{m^2}{modulo} \cdot 9412 \text{ moduls} = 5675 \text{ m}^2$$

c) La superfície equival a aprox. 1 camp de futbol.

d) L'eficiència es calcula dividint la potència elèctrica produïda pel mòdul entre la potència solar rebuda pel mòdul.

$$\eta = \frac{P_{produida}}{P_{rebuda}}$$

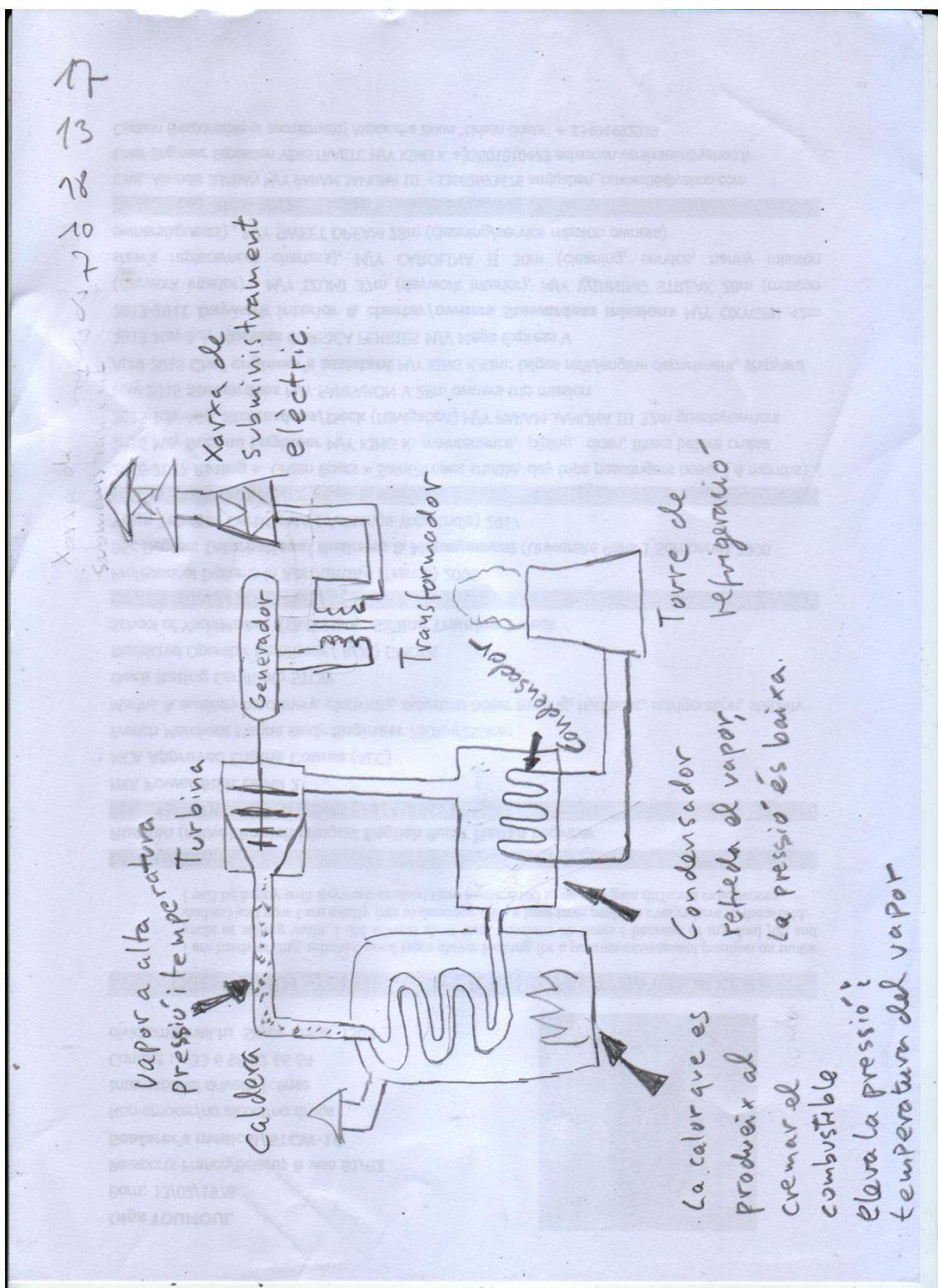
Si un mòdul amb una superfície de  $0,6\text{ m}^2$  produeix 85 W, un mòdul amb  $1\text{ m}^2$  produirà:

$$\frac{85\text{ W}}{0,6\text{ m}^2} = \frac{P_{produida}}{1\text{ m}^2} \rightarrow P_{produida} = \frac{85\text{ W}}{0,6\text{ m}^2} \cdot 1\text{ m}^2 = 141,7\text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{produida}}{P_{rebuda}} = \frac{141,7 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} = 0,177 \rightarrow \eta = 17,7\%$$

**Exercici 7.2-7**

Fes un dibuix esquemàtic que mostri els principals components d'una central tèrmica.

**Exercici 7.2-8**

Amb una bomba s'han pujat 1000 l d'aigua d'un pou de 50 m de profunditat a la superfície.

Quin tipus d'energia s'ha aportat a l'aigua?

*Energia potencial, perquè s'ha pujat una massa d'aigua de 1000 kg una alçada de 50 m.*

Quina és l'energia necessària per pujar l'aigua?

$$E_{potencial} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{potencial} = 1000 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 50 \text{ m} = 490500 \text{ J} = 490,5 \text{ kJ}$$

### Exercici 7.2-9

Quina és l'energia necessària per accelerar un Airbus A 380 de 800 t de 0 a 800  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ .

$$E_{cinetica} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 800000 \text{ kg} \cdot \frac{800000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = 88889 \text{ J} = 88,889 \text{ kJ}$$