

TEMA 4. Electricidade e electromagnetismo



ÍNDICE DE CONTIDOS

1. Importancia da electricidade

Vantaxes da electricidade
Inconvenientes da electricidade

2. Qué é a electricidade

2.1 Materia, átomo e electrón
Estrutura do átomo
Electróns libres. Corpos cargados
2.2 Definición de electricidade
A electricidade estática
A corrente eléctrica

3. Corrente eléctrica continua e alterna

4. O circuito eléctrico

Sentido convencional da corrente eléctrica
Elementos dun circuito eléctrico
Circuito pechado e aberto
O cortocircuito
Simbología eléctrica

5. Magnitudes eléctricas básicas

Voltaxe, Intensidade, Resistencia
A Lei de Ohm
A Potencia eléctrica
A Enerxía eléctrica
5.1 Aparatos de medida
das magnitudes eléctricas

6. Conexión de circuitos eléctricos básicos

6.1 Conexión de xeradores
Xeradores en serie
Xeradores en paralelo
6.2 Conexión de receptores
Circuito simple
Circuito serie
Circuito paralelo
Circuito mixto
Magnitudes: comparación de valores
Símil hidráulico de cada circuito

7. Magnetismo

7.1 Electromagnetismo
7.2 O relé
7.3 O motor eléctrico de corrente continua
7.4 A dinamo: xerador de corrente continua
7.5 O alternador: xerador de corrente alterna
7.6 O transformador



1. IMPORTANCIA DA ELECTRICIDADE

Tralo invento da **bombilla incandescente** por **Thomas Edison** en **1.879**, a expansión da electricidade na vida cotiá foi inevitable.

A electricidade e os fenómenos eléctricos foron estudados dende hai moito tempo, xa polos gregos, e sen embargo o seu aproveitamento como fonte de enerxía é bastante recente, de **finais do século XIX** e **principios do século XX**.

O alumeado público comezou coas **farolas de gas** a principios do século XIX xa que as primeiras **farolas eléctricas** non chegarían ata **1.875**.

A primeira localidade española con luz eléctrica na rúa foi **Comillas (Cantabria) en 1881**. O **faro do Cabo Vilán** (Camariñas-A Coruña) é o faro eléctrico máis antigo de España en funcionamento dende **1896**.



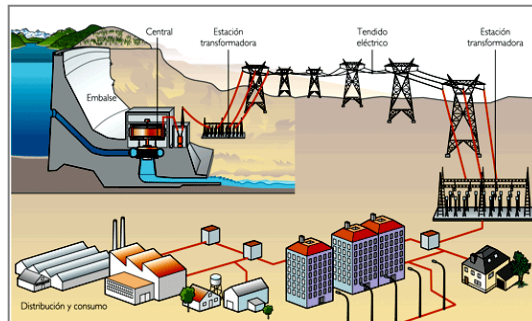
Bombilla de Thomas Edison



Faro do Cabo Vilán
Camariñas (A Coruña)



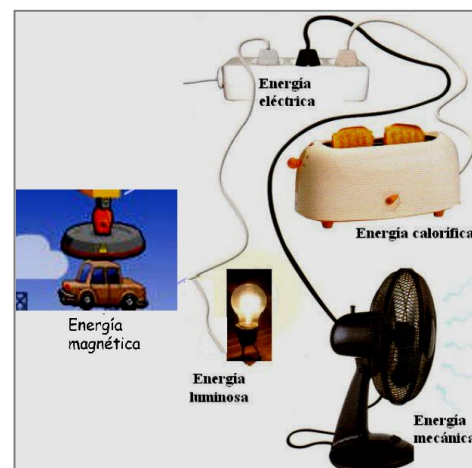
Electrodomésticos



Xeración e transporte de electricidade

■ Vantaxes da electricidade

- Permite diversos modos de **xeración**: *pilas, baterías, dinamos, alternadores de coches, alternadores de centrais eléctricas* (térmicas, eólicas, hidráulicas, solares, fotovoltaicas...)
- **Fácil de transportar** mediante condutores
- **Fácil de transformar** noutras formas de enerxía: *térmica ou calorífica, luminosa, mecánica (movemento), magnética*.
- É unha **enerxía "limpa" no seu consumo** (non na súa xeración).



Transformacións da enerxía eléctrica

■ Inconvenientes da electricidade

- Enerxía **contaminante** na súa xeración, sobre todo en centrais térmicas de carbón e petróleo, que xeran gases de efecto invernadoiro.
- Calquera central eléctrica provoca unha contaminación ou impacto visual, sonoro que inflúe no hábitat do lugar.
- A electricidade é difícil de acumular e almacenar, debe xerarse para consumirse case instantaneamente.
- Hai unha **dependencia** esaxerada da enerxía eléctrica. Sen ela, parálizase o mundo.



Impacto ambiental dunha central térmica



Excesiva dependencia da enerxía eléctrica



2. QUÉ É A ELECTRICIDADE

HISTORIA. Ano 600 a.C. un matemático grego chamado **Tales de Mileto** descubriu que ó frotar **ámbar** sobre tecido podía atraer obxectos lixeiros. Sen sabelo, descubrira o **efecto triboeléctrico** (=electricidade por frotamento).

Posteriormente descubriuse que outros materiais, como o diamante, repetían o fenómeno: ano 1.600, o científico **William Gilbert** é o primeiro en empregar o termo *electricidade* a partir da palabra **ámbar** = **elektra ou elektron** en grego.



Ámbar = elektron



Tales de Mileto e o ámbar electrizado

2.1 Materia, átomo e electrón

Todos os corpos, a mesa, o lápiz, o Sol, a auga, nós, os seres vivos, están formados por **materia** e ésta, por partículas microscópicas chamadas **átomos** (= *indivisible* en grego). Non podemos velos pero a súa existencia demostrase polo comportamento da materia ante diferentes experimentos estudados dende o século XIX.

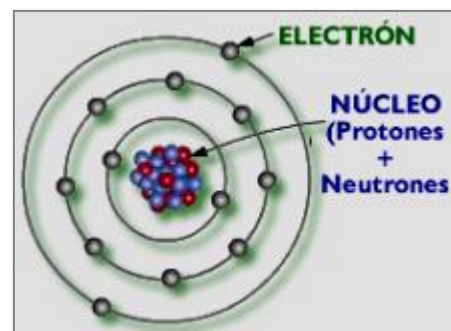
Os átomos dos elementos químicos que coñecemos aparecen ordeados na **táboa periódica dos elementos** segundo a complexidade da súa estrutura: *Hidróxeno, Osíxeno, Carbono, Cobre...* Os átomos xúntanse (enlázanse) formando **moléculas** (H_2O , O_2 , CO_2)

Táboa periódica dos elementos

■ Estrutura do átomo

O átomo está formado por 3 partículas microscópicas:

- **Os protóns (p+):** con **carga eléctrica positiva (+)**, quietos no núcleo do átomo.
- **Os neutróns:** con masa pero sen carga eléctrica, están tamén no núcleo cos protóns.
- **Os electróns (e-):** con **carga eléctrica negativa (-)**, son máis pequenos, con masa case despreziable, xiran sen parar a gran velocidade ó redor do núcleo (como os planetas ó redor do Sol). Precisamente por estar en movemento dende a creación (Big Bang) do Universo, **os electróns son os responsables da electricidade.**

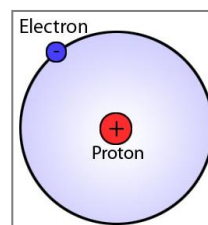


Estrutura do átomo

Corpos eléctricamente neutros:

En condicións normais os materiais son **neutros**, é dicir, os seus átomos teñen un **balance de cargas eléctricas** compensando ou en equilibrio no que *nº de protóns igual ó nº de electróns*.

Expo.- o átomo de Hidróxeno é o máis simple da táboa periódica: 1 protón e 1 electrón.



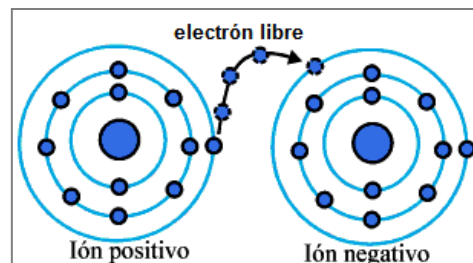
Átomo de Hidróxeno H

■ Electróns libres. Corpos cargados

Os electróns máis alonxados do núcleo poden "escaparse" dos seus átomos e moverse a outros polo **rozamento** entre materiais (electricidade estática) ou por **reaccións químicas** (pilas) ou pola incidencia de radiación (luz, raios X...)

Chámanse **electróns libres** e dan lugar a **corpos electrizados ou cargados**:

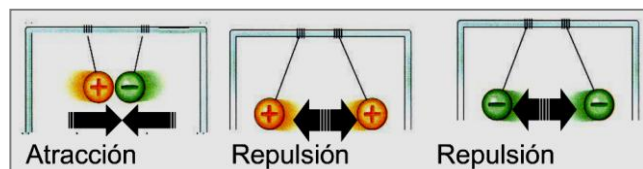
- O átomo que perde o electrón chámase **ión positivo ou catión**.
- O átomo que capta o electrón chámase **ión negativo ou anión**.



Electrón libre e formación de ións

Os corpos cargados crean unha forza entre eles, a **forza eléctrica**, semellante á magnética, de atracción ou repulsión segundo o signo das cargas:

- **cargas iguais repélense.**
- **cargas diferentes atraense.**



Forzas entre cargas eléctricas

2.2 Definición de electricidade

A electricidade é o movemento de electróns e os fenómenos e efectos que provoca: **electricidade estática, raios, fluxo de corrente eléctrica, inducción electromagnética...**

■ A electricidade estática

A electricidade estática é a acumulación de cargas eléctricas (electróns libres) nun material, xeralmente por *efecto triboeléctrico* (frotamento ou rozamento), estudado xa dende a época grega (Tales de Mileto e o ámbar)

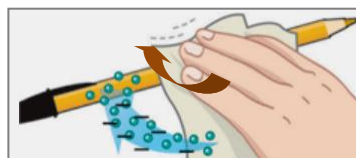
Dise que o material queda cargado ou electrizado (negativamente). Esta acumulación de cargas pode dar lugar a:

- **atracción-repulsión:**

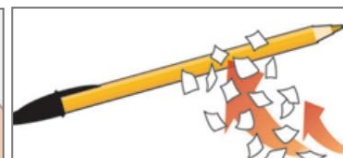
Expo.- bolígrafo, peite, pantalla de TV, plásticos sintéticos, globos...

- **descargas eléctricas, calambre e, incluso, chispa:**

Expo.- chapa do coche, chapa de electrodomésticos, raios...



Frotamento: "saltan" electróns da roupa ó boli



Boli electrizado atrae os anacos de papel

- **O raio**

É un exemplo natural de electricidade estática: o rozamento entre as nubes de tormenta provoca gran acumulación de electróns libres dentro delas.

As nubes electrizadas poden descargarse noutras nubes, no chan ou en obxectos metálicos elevados (árbores e pararraios). provocando **relámpago** (luz) e **trono** (son).

Nos aparatos eléctricos da nosa casa o exceso de electricidade estática ou a descarga do pararraios neutralízase grazas á **toma de terra T.T.** (cable verde-amarelo a raios) conectado a unha pica metálica enclavada ó chan onde se descarga a enerxía sen perigo.

HISTORIA. Ano 1.752. Benjamin Franklin chega á conclusión de que os raios son fenómenos de descarga eléctrica ó conseguir atraer un raio achegando unha cometa a gran altura cunha chave metálica atada ó final da corda. Descubriña o **pararraios**.

Experiencia de Franklin



Pararraios



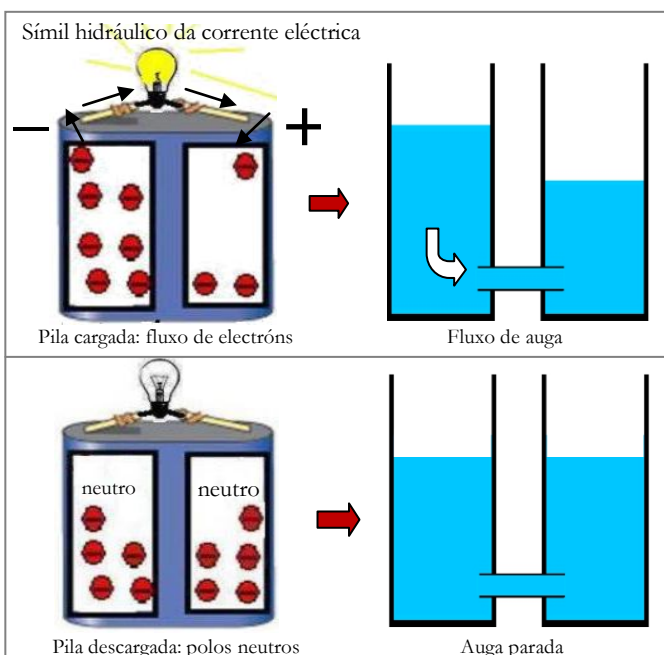
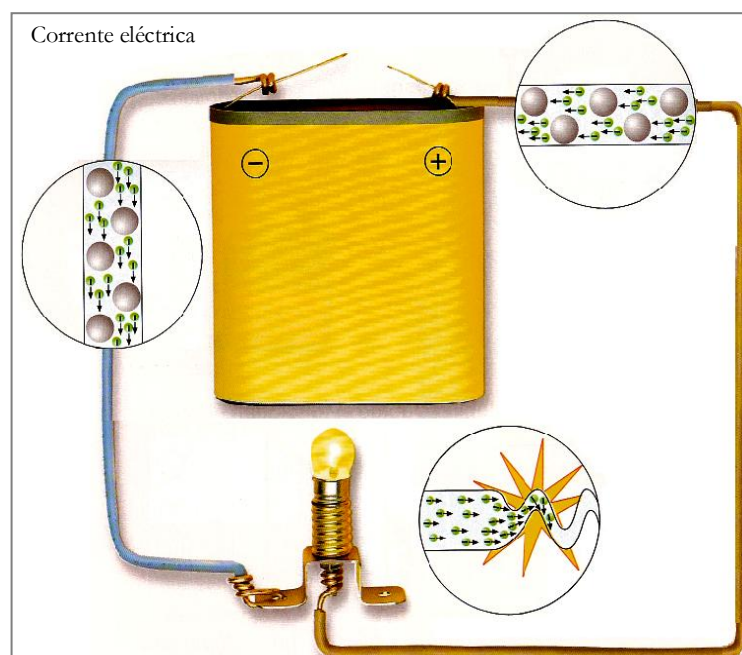
Cable toma de terra e pica soterrada



■ A corrente eléctrica

A corrente eléctrica é o movemento (ou fluxo) ordeado de electróns a través dun condutor polo desequilibrio de carga eléctrica entre 2 puntos chamados *polos* provocados por un **xerador**: pilas, baterías, dinamos, alternadores

Este movemento de electróns pode acender unha lámpada, xirar un motor, soar un timbre, provocar magnetismo...

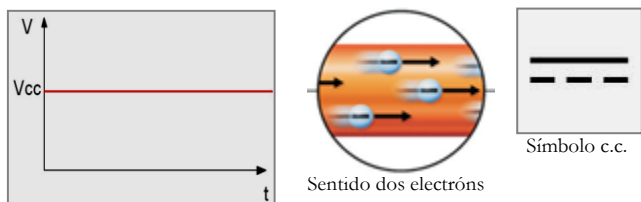


3. CORRENTE ELÉCTRICA CONTINUA E ALTERNA

Podemos xerar dous tipos de corrente eléctrica: a **corrente continua** e a **corrente alterna**.

● Corrente continua ou c.c.

O movemento de electróns prodúcese sempre **no mesmo sentido**: *dende o polo – cara o polo + do xerador.*



Son xeradores de c.c.: *pilas, baterías, dinamos e fontes de alimentación.* Emprégase en aparellos eléctricos de *pouca potencia* e na *electrónica*.



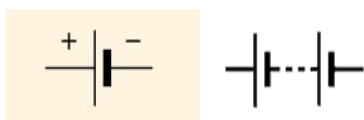
Pila



Batería



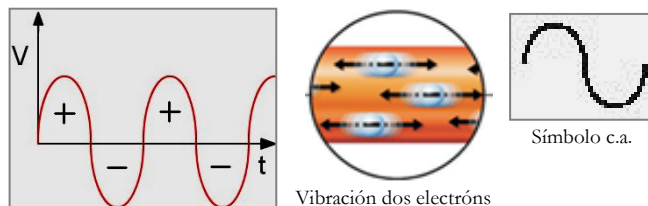
Dinamo



Símbolos da pila e batería

● Corrente alterna ou c.a.

O movemento de electróns **cambia de sentido en cada instante**.



A frecuencia: é o nº de veces que se invirte a polaridade do xerador cada segundo; en España a frecuencia é de **50 Hz (hercios)**, é dicir, cambia de sentido 50 veces cada segundo: **o que se transmite en realidade polo condutor é a vibración.**

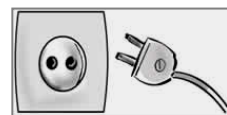
Son xeradores de c.a.: *alternadores* das centrais eléctricas ou dos coches. Emprégase en electricidade de potencia (rede eléctrica dos fogares e luz) e máquinas eléctricas.



Alternador



Símbolo alternador



Toma de corrente

■ De alterna a continua: os adaptadores de corrente

Son aparellos eléctricos conectados á rede eléctrica (c.a.) **para transformala a corrente continua c.c. de diferentes valores**, para alimentar a circuitos de menor potencia (1), para recargar a súa batería (2) ou para ambas funcións (3)



1) Cargador dun trade e dun móbil



2) Alimentación dun PC e dunha consola

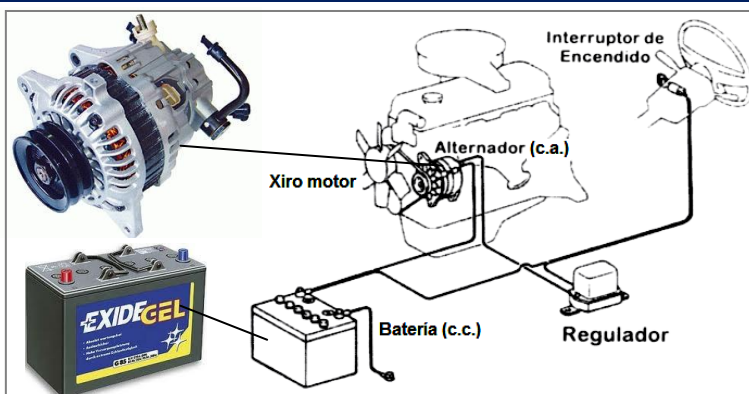


3) Alimentación/cargador dun portátil

■ De alterna a continua: alternador e batería dun coche

Os circuitos eléctricos dun automóbil funcionan coa **c.c. dunha batería**. Cómo se recarga? Por medio do **alternador**: cada vez que o coche está en movemento apróveitase o xiro do motor para facer xirar o eixo do alternador mediante unha **correa**.

A c.a. xerada se transformará a c.c. por medio dun **regulador** para recargar continuamente a batería e alimentar o **encendido**, as **luzes**, a **radio**, o **motor dos limpiaparabrisas**, o **elevavinas eléctrico**, o **peche centralizado**...



4. O CIRCUITO ELÉCTRICO

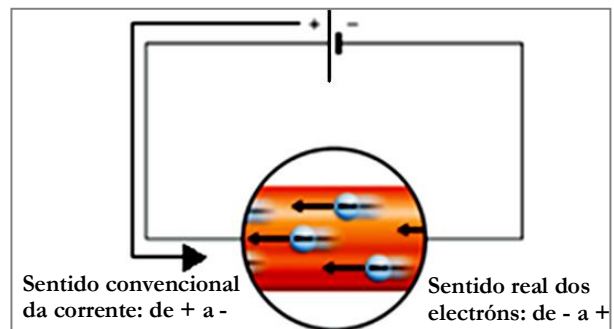
Un **circuito eléctrico** é un conxunto de elementos conectados entre si que permiten a circulación dunha corrente eléctrica.

■ Sentido convencional da corrente eléctrica

O polo negativo dunha pila *aporta* electróns ó circuito, e circulan por éste cara o polo positivo, que *recibe* os electróns do circuito.

Pero a existencia dos electróns non foi probada ata finais do século XIX, e o sentido da corrente eléctrica xa se representara, por convenio, saíndo do polo + do xerador cara o polo -.

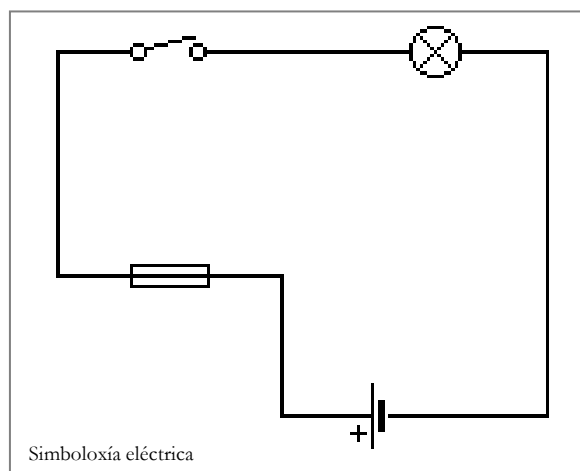
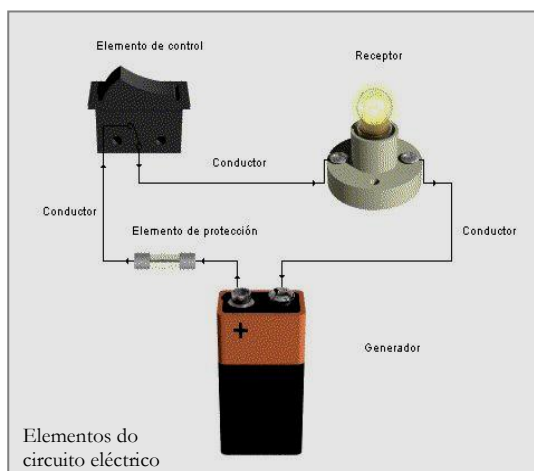
Este "erro" non se modificou e mantense hoxe en día.



■ Elementos dun circuito eléctrico

Os elementos fundamentais dun circuito eléctrico son: *xeradores, condutores, receptores, elementos de control e elementos de protección.*

Expo.- *circuito formado por: pila, cable de cobre, fusible, interruptor e bombilla*

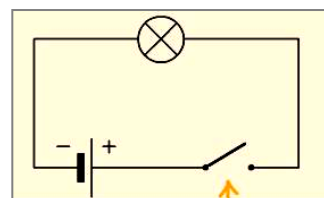


■ Circuito pechado e aberto

Olo! Cando existe un camiño entre os dous polos do xerador, dise que o circuito está **pechado e circula corrente eléctrica**: os electróns móvense ó mesmo tempo en todo o camiño ocupando os ocos que deixan os electróns precedentes.

Cando o camiño está cortado en calquera punto dise que o circuito está **aberto**: os electróns detéñense ó mesmo tempo **en todo o camiño** e non hai corrente **en ningún punto** do circuito.

Nun camiño entre os 2 polos ou hai corrente en todo el (pechado) ou non o hai en ningún punto (aberto)



■ O cortocircuito

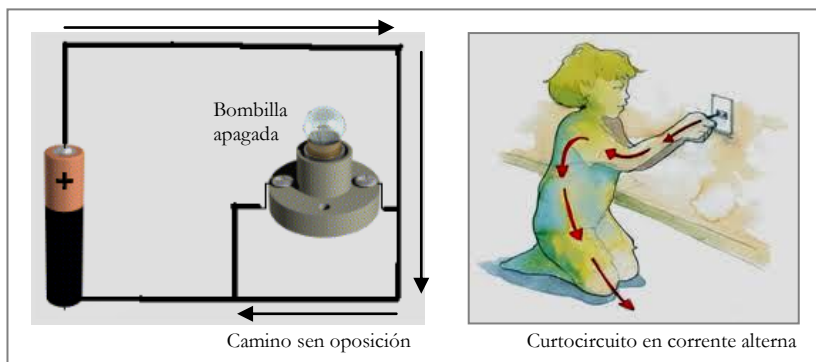
Prodúcese cortocircuito cando a corrente atopa un **camiño sen oposición**.

Os cortocircuitos provocan un aumento brusco e rápido da corrente que pode estragar outros elementos.

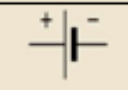
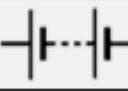
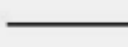
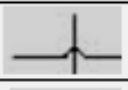
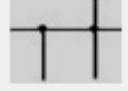
Nunha **pila** o cortocircuito é un camiño directo entre ambos polos que fai estragala rapidamente.

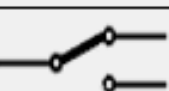
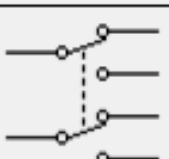
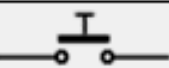
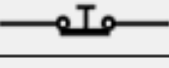
Expo.- a bombilla non recibe corrente, dise que está cortocircuitada: toda a corrente vai polo camiño sen oposición.

En **corrente alterna** a corrente de electróns é moito maior e o cortocircuito é moi perigoso pois pode producir chispa e iniciar incendio. Se o cortocircuito o provocamos nós, co noso corpo como condutor, existe risco de parada cardíaca, fibrilación e incluso a morte.



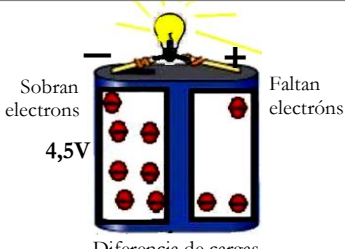
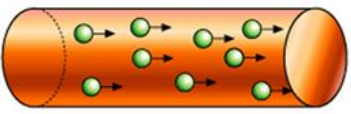
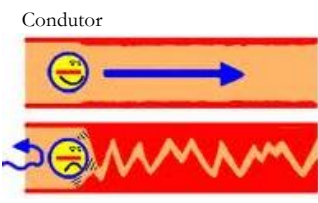
■ Simbología eléctrica

Xeradores	Pila			Xeran corrente continua
	Batería			
Cables	Simple			Conectan o xerador co receptor
	Cruce sen conexión			
	Conexión de cables			
Receptores	Lámpada			Xera luz e calor
	Diodo LED			Xera luz
	Resistencia			Xera calor e limita a corrente
	Motor			Xera movemento
	Timbre ou zoador			Xeran son
	Altofalante			

Elementos de control ou manobra	Interruptor			Permite ou impide o paso da corrente
	Conmutador			Permite escoller entre 2 camiños
	Conmutador bipolar			Son dous conmutadores funcionando simultaneamente
	Pulsador NA			Permite o paso da corrente ó accionarse
	Pulsador NC			Impide o paso da corrente ó accionarse
	Fusible			Protexe o circuito fundíndose ó pasar demasiada corrente
Aparatos de medida	Voltímetro			O polímetro permite medir diferentes valores do circuito: voltaxe, intensidade
	Amperímetro			

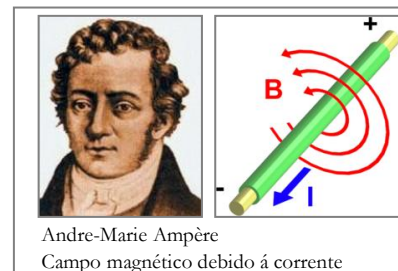
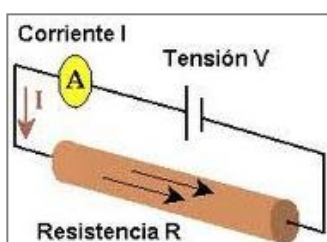
5. MAGNITUDES ELÉCTRICAS BÁSICAS

Para comprender o funcionamento e o deseño dos circuitos necesitamos coñecer as **magnitudes eléctricas básicas** que os caracterizan:

■ Voltaxe ou tensión (V)	■ Intensidade de corrente (I)	■ Resistencia eléctrica (R)
É a <i>diferencia de carga eléctrica</i> entre dous puntos do circuito. Tamén se define como a Energía de cada partícula cargada (electrón) para desplazala entre dous puntos. A voltaxe suministrada por un xerador denomínase f.e.m. (forza electromotriz)	É a <i>cantidade de electróns</i> que percorren un punto do circuito nun instante. Represéntase con frechas co sentido convencional da corrente: de polo+ a - (tanto para c.c. como para c.a.)	É a <i>oposición</i> dun material ó fluxo ou movemento de electróns. Os condutores teñen moi baixa resistencia (os seus electróns circulan con facilidade) mentres que os illantes teñen unha resistencia elevadísima (non permiten o movemento de electróns).
Mídese en voltios (V) e os seus múltiplos: kilovoltios (kV) ou milivoltios (mV)	Mídese en amperios (A) e os submúltiplos: miliamperios (mA) e microamperios (μA)	Mídese en ohmios (Ω) e os seus múltiplos: kiloohmios (kΩ) e megaohmios (MΩ)
 VOLTAXE	 Nº de electróns por un punto do circuito INTENSIDADE	 RESISTENCIA

HISTORIA. Ano 1.800. O italiano **Alessandro Volta** obtén a primeira batería con *discos de cobre (polo +) e zinc (polo -)* capaz de xerar corrente eléctrica. Inspirouse nos estudos previos do italiano **Galvani**.

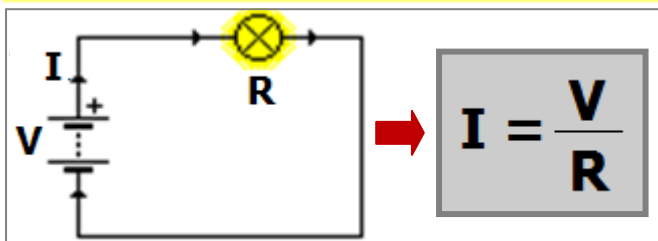
HISTORIA. Ano 1.826. O matemático/físico francés **Andre-Marie Ampère** enuncia a coñecida *Lei de Ampère* na que afirma que a *corrente eléctrica I provoca un campo magnético B* circular nos arredores do condutor.



■ A lei de Ohm

É unha expresión matemática que relaciona as 3 magnitudes eléctricas básicas:

"A *intensidade (I)* que circula por un elemento é *directamente proporcional á diferenza de potencial V (voltaxe)* nos seus extremos e *inversamente proporcional á súa resistencia R*".



HISTORIA. Ano 1.827. O físico e matemático alemán **Georg Simon Ohm**, logo de estudar as correntes eléctricas enuncia a lei co seu nome.

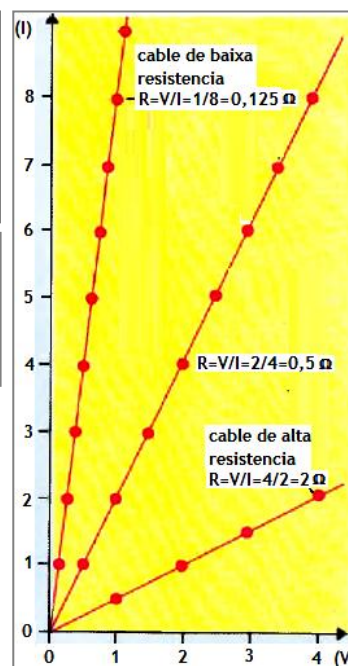
● Comportamento liñal da Lei de Ohm

Ó variar o valor da *voltaxe* obtemos unha gráfica liñal que pasa por cero (0,0)

A pendente das gráficas é inversamente proporcional á resistencia:

A maior pendente, menor resistencia (cable de baixa resistencia)

A menor pendente, maior resistencia (cable de alta resistencia)



Gráfica liñal da Lei de Ohm

■ A Potencia eléctrica (P)

A **Potencia eléctrica** é a capacidade que ten un aparello eléctrico para transformar certa cantidade de enerxía nun tempo determinado. É, por tanto, a **enerxía** que se consume por unidade de **tempo**, é dicir, a **velocidade** á que un aparello eléctrico gasta (consume) enerxía.

A potencia dos aparellos eléctricos depende das magnitudes eléctricas V e I:

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

$$P = V \cdot I$$

- A Potencia mídese en **Vatios (W)**, en honra a **James Watt**, e os múltiplos: **kilovatios (kW)**, **megavatios (MW)**, **milivatios (mW)**. No caso dos motores adoita medirse en **C.V. (cabalos de vapor)**, sabendo que **[1 C.V. = 736 W]**.
- Canta máis potencia desenvolva un aparello eléctrico, máis enerxía, é dicir, máis luz (bombilla), máis calor (calefactor) ou máis velocidade (motor) aporta en cada instante.

Expo. A bombilla incandescente de 60W

Significa que, conectada á rede eléctrica (**230V**), consume 60W de potencia na transformación de *enerxía eléctrica a luminosa*.

Cálculo da **intensidade** que pasa polo filamento de tungsteno

$$P = V \times I \Rightarrow 60W = 230V \times I \Rightarrow$$

$$I = 60W / 230V = 0,26 A = 260 mA \text{ pasan polo filamento}$$

Cálculo da **resistencia eléctrica** do filamento por Lei de Ohm:

$$I = V / R \Rightarrow 0,26A = 230V / R \Rightarrow$$

$$R = 230V / 0,26A = 881,7 \Omega \text{ é a resistencia da bombilla}$$

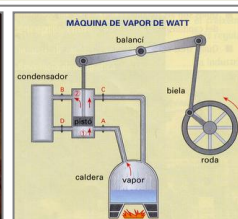


Bombilla de 60W

HISTORIA. Ano 1.784. O inventor e enxeñeiro inglés **James Watt** patenta a súa mellora da máquina de vapor.



James Watt



Máquina de vapor

Nun circuito debe cumprirse que **[Potencia total]_{GERADORES} = [Potencia total]_{RECEPTORES}**

■ A Enerxía eléctrica (E)

A **Enerxía eléctrica** pódese definir como o **traballo** necesario para desprazar unha **carga eléctrica**, (electrón) entre dous puntos sometidos a unha **tensión ou voltaxe**.

Este traballo depende da transformación enerxética (potencia) e do **tempo** de funcionamento. A máis tempo, máis enerxía eléctrica consume.

$$E = V \cdot I \cdot t$$

$$E = P \cdot t$$

- A Enerxía, en xeral, mídese en **Xulios (J)**, en honra a **James Joule**, coa potencia en **vatios** e tempo en **segundos**. **[1 J = 0,24 calorías]**
- O Xulio é unha unidade pequena e a enerxía eléctrica adoita medirse en **vatios-hora (Wh)** ou en **kilovatios-hora (kWh)**.
- Equivalencia **[1 kWh = 3.600.000 J = 3,6 · 10⁶ J]**

Expo. Consumo da bombilla de 60 W durante 1 h

Enerxía eléctrica en J: 1h = 60 min = 3.600 s

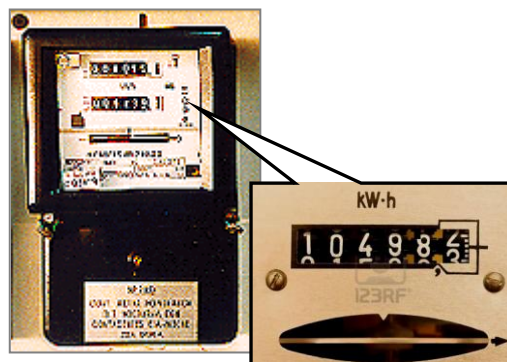
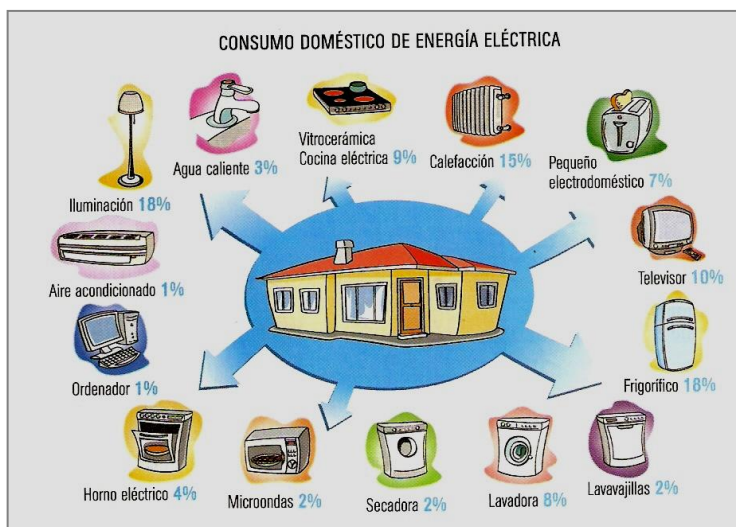
$$E = P \times t = 60W \times 3.600s = 216.000 J \text{ consumidos}$$

Enerxía eléctrica en Wh ou kWh:

$$E = P \times t = 60W \times 1h = 60 Wh = 0,06 kWh \text{ consumidos}$$



Nun circuito debe cumprirse que **[Enerxía total]_{GERADORES} = [Enerxía total]_{RECEPTORES}**



Contador de enerxía eléctrica (fóra da vivenda)

5.1 Aparatos de medida das magnitudes eléctricas

Hai un aparello eléctrico que permite a medición de múltiples magnitudes eléctricas: voltaxes, intensidades, resistencias, etc. Denomínase **polímetro, multímetro ou tester**.



Polímetro, multímetro ou tester

■ O Voltímetro	■ O Amperímetro	■ O Óhmetro
Para medir a voltaxe Puntas en paralelo	Para medir intensidades Puntas en serie	Para medir resistencias Puntas en paralelo Desconectado!! Elemento desconectado do circuito

6. CONEXIÓN DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS BÁSICOS

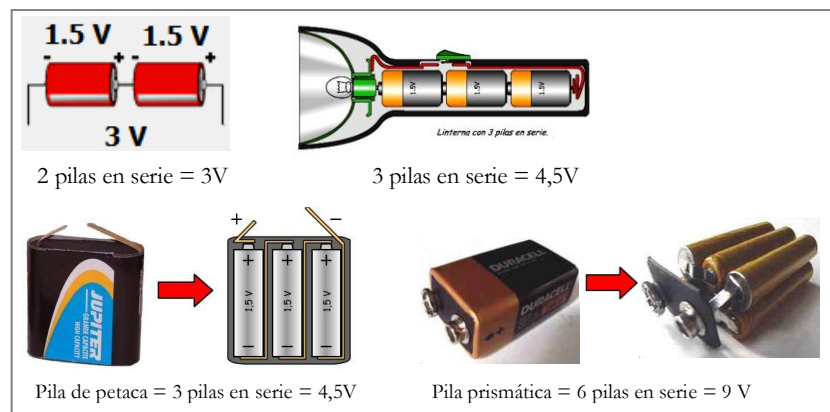
6.1 Conexión de xeradores

■ Xeradores en serie

Ó conectar un polo co polo contrario doutra pila **SÚMANSE** as súas voltaxes.

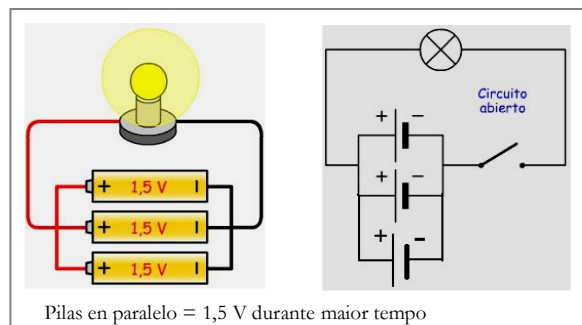
Explos.- mandos, xoguete, as pilas de petaca conseguen 4,5V grazas a 3 pilas de 1,5V en serie. As pilas prismáticas de 9V son 6 pilas de 1,5V en serie.

Se conectamos dous polos iguais **RÉSTANSE** as voltaxes (non se fai).



■ Xeradores en paralelo (menos usado)

Ó conectar polos iguais entre sí (+ con +, - con -), **a voltaxe non cambia** (é o dunha pila) simple, pero **AUMENTA** o tempo de funcionamento.



6.2 Conexión de receptores

Os receptores poden conectarse de diferentes maneiras, obtendo diferentes circuitos: **simple, serie, paralelo ou mixto**.

A conexión escollida depende dos valores de funcionamento dos receptores e da aplicación final do circuito.

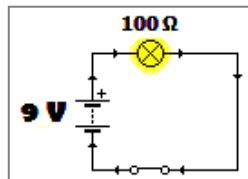
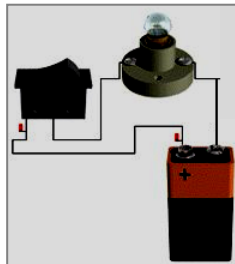
■ Circuito simple

Circuito cun só receptor (bombilla, motor ou timbre)

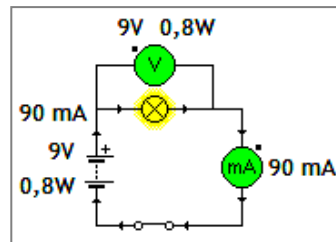
Unha lámpada de $100\ \Omega$ conéctase a unha voltaxe de 9V .

Intensidade. Por Lei de Ohm na lámpada

$$I = 9\text{V} / 100\ \Omega = 0,09\text{ A} = 90\text{ mA}$$



Circuito simple



Magnitudes circuito simple. Exemplo

■ Circuito serie

● **Conexión.** Os receptores conéctanse un despois doutro: só hai un **camiño** para a intensidade de corrente.

● **Voltaxe.** Os receptores **repártense a voltaxe total**: *as bombillas darán menos luz, os motores xirarán máis lento, os timbres soarán máis baixo...*

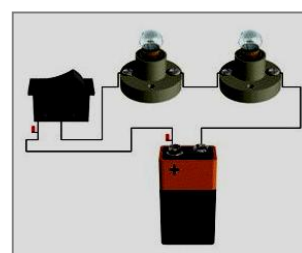
● **Resistencia.** Os receptores opoñen **maior resistencia**. A máis receptores en serie, maior resistencia.

● **Intensidade.** hai **menos intensidade** de corrente xa que hai máis resistencia.

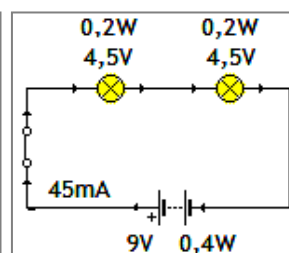
● **Potencia.** A menor intensidade, **menor potencia xerada e consumida**

● **Vantaxe:** como a potencia é menor, a **pila dura máis tempo**.

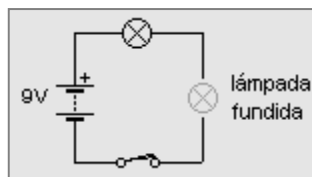
● **Control.** Cómpre un só elemento de control xeral, xa que hai un só camiño. O elemento de control pode colocarse en calquera lugar do circuito. Se un dos receptores **fúndese** ou desconéctase abre o circuito e o resto de receptores deixa de funcionar.



Bombillas en serie



Magnitudes circuito serie. Exemplo



Fúndese unha – ningunha funciona

■ Circuito paralelo

● **Conexión.** Os receptores conectan os seus extremos entre sí: hai tantos **camiños independentes** para a corrente como receptores conectados.

● **Voltaxe.** Os receptores **reciben por igual toda a voltaxe**: *as bombillas darán a máxima luz, os motores xirarán o máis rápido, os timbres soarán o máis alto...*

● **Resistencia.** A resistencia total do circuito é menor, ó existir varios camiños polos que fluir a corrente. A máis receptores en paralelo, menor resistencia.

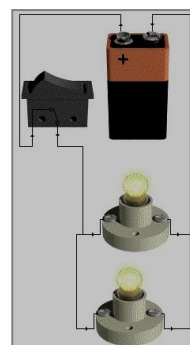
● **Intensidade.** hai **máis intensidade** de corrente xa que hai menos resistencia.

● **Potencia.** A maior intensidade, maior potencia xerada e consumida

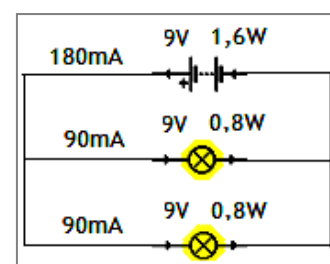
● **Desvantaxe:** como a potencia é maior, a **pila dura menos tempo**.

● **Control.** Poden colocarse un elemento de control xeral que corte a corrente e pode engadirse un elemento de control en cada camiño.

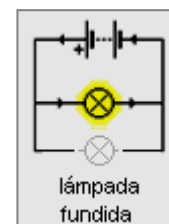
Se un dos receptores **fúndese** ou desconéctase abre só ese camiño pero o resto seguen pechados, é dicir, seguen funcionando os demais receptores.



Bombillas en paralelo



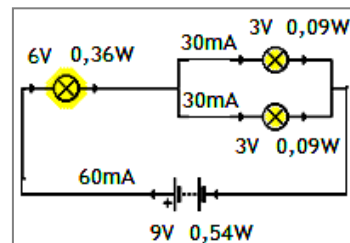
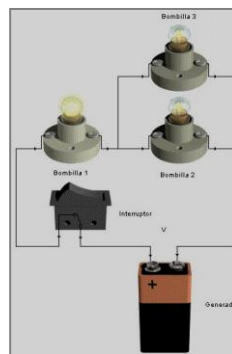
Magnitudes circuito paralelo. Exemplo



Fúndese unha – o resto funcionan

■ Circuito mixto

- **Conexión.** Os receptores conéctanse combinando serie e paralelo. Non todas as lámpadas van alumear igual. A que está en serie será a que máis alumee, xa que por ela circula toda a intensidade. Ao chegar á bifurcación a intensidade divídese en dous, unha parte para cada lámpada que está en paralelo, polo que alumearán menos.



Magnitudes circuito mixto. Exemplo

Bombillas en circuito mixto

■ Magnitudes: comparación de valores

Magnitudes/Circuito	Simple	Serie	Paralelo
V total	9 V	9 V	9 V
R total	100 Ω	200 Ω (dobre)	50 Ω (metade)
I total	90 mA	45 mA (metade)	180 mA (dobre)
P total	0,8 W	0,4 W (metade)	1,6 W (dobre)
V de cada receptor	9 V	4,5 V (repártese)	9 V (máxima)
I de cada receptor	90 mA	45 mA (metade)	90 mA (máxima)
P de cada receptor	0,8 W	0,2 W (1/4 menos)	0,8 W (máxima)

➡ A pila esgótase máis rápido en paralelo

➡ As bombillas dan a máxima luz en paralelo

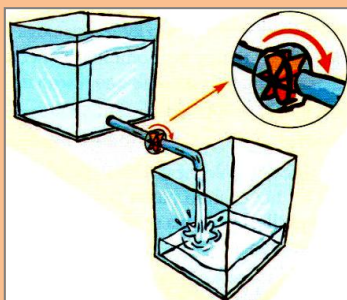
■ Símil hidráulico de cada circuito

Altura da auga = voltaxe da pila

Chorro de auga = intensidade

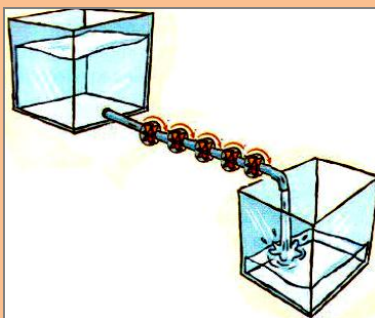
Resistencia dos muíños = resistencia

Circuito simple



- Avance normal da auga
- Muíño en funcionamento normal

Circuito serie

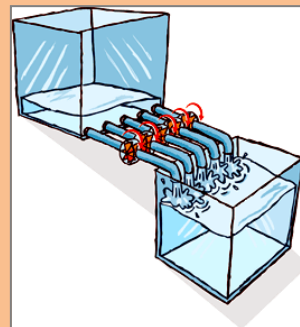


- Un só camiño para a auga
- Os muíños ofrecen máis resistencia
- O chorro avanza máis lentamente



- Xiro máis lento dos muíños
- A tina baléirase máis lentamente

Circuito paralelo



- Camiños independentes para a auga
- O chorro avanza normal por cada camiño



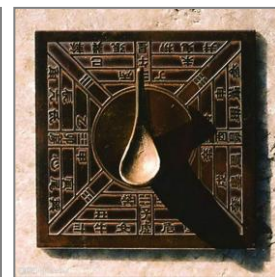
- Xiro normal de cada muíño
- A tina baléirase máis rapidamente

7. MAGNETISMO

Historia. Hai 2.000 anos. En **Magnesia** (actual Turquía) descubríronse unhas pedras (mineral de **magnetita**) coa capacidade de atraer ó ferro. O grego **Tales de Mileto** comprobou tamén que o propio ferro, ó frotalo con magnetita, **imantábase**: adquiría as propiedades dun imán. Séculos máis tarde (s. XII) os **sabios chineses** percatáronse de que estas pedras aliñábanse todas igual ó pender dun fío construíndo as primeiras **brúxulas** sinxelas que axudaban ós mariños a orientarse nos mares. Os antigos chamaron a estes materiais magnéticos **imans**, e á forza invisible que exercían sobre outros materiais, **magnetismo**.

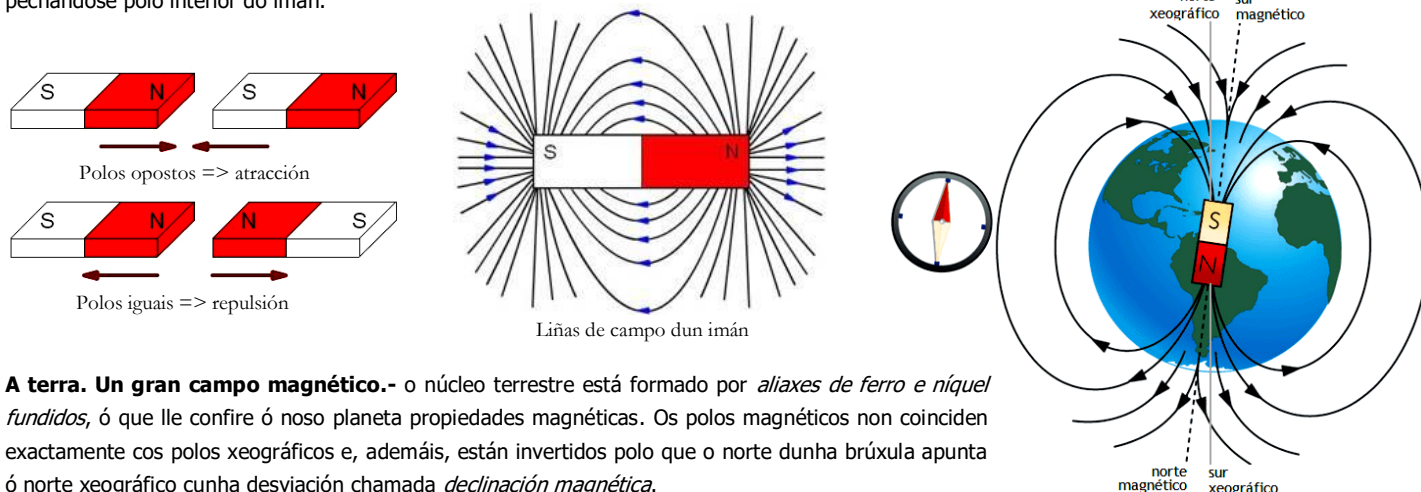


mineral de magnetita



antiga brúxula chinesa

Campo magnético.- rexión na que actúa o efecto dun imán sobre outros imáns ou obxectos de *ferro, neodimio, níquel ou cobalto*. O magnetismo está intensificado nuns puntos chamados **polo norte e polo sur**, alonxados entre sí. Os polos de distinto nome atraíñense e os de igual nome repélense. O campo magnético é invisible e represéntase mediante liñas pechadas (**as liñas de campo**), saíndo do polo norte, entrando no polo sur e pechándose polo interior do imán.



A terra. Un gran campo magnético.- o núcleo terrestre está formado por *alíaxes de ferro e níquel fundidos*, ó que lle confire ó noso planeta propiedades magnéticas. Os polos magnéticos non coinciden exactamente cos polos xeográficos e, ademais, están invertidos polo que o norte dunha brúxula apunta ó norte xeográfico cunha desviación chamada *declinación magnética*.

7.1 Electromagnetismo

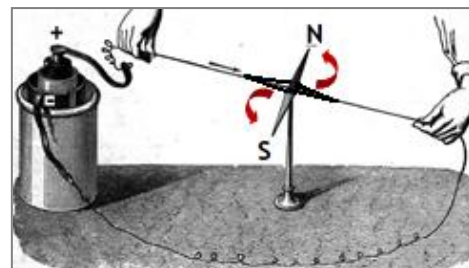
O electromagnetismo trata das relacións entre o magnetismo e a electricidade. Podemos diferenciar dous casos:

1. A corrente eléctrica nun condutor crea un campo magnético.

Historia. Ano 1.820. **Hans Christian Oersted** demostrou que un condutor polo que pasa unha corrente crea un campo magnético, comportándose como un imán (electroimán) desviando a agulla dunha brúxula.

Este é o fundamento dos **electroimáns e motores eléctricos**.

Hans Christian Oersted
e a súa experiencia

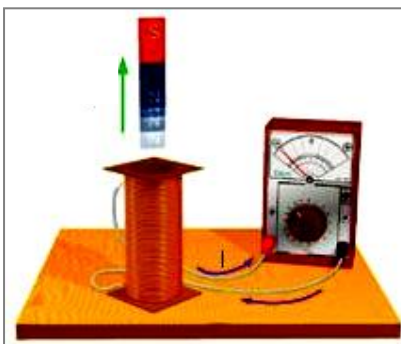
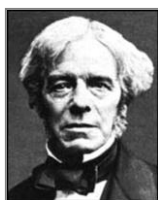


2. Indución electromagnética: o desplazamento dun campo magnético respecto a un condutor (ou ó revés) crea unha tensión en extremos do condutor que da lugar a unha corrente eléctrica

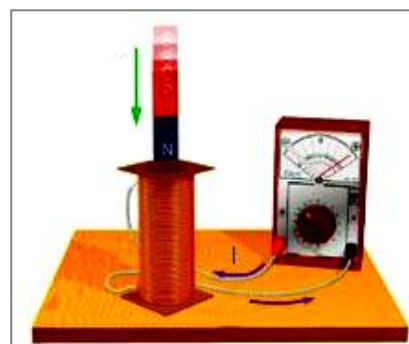
Historia. Ano 1.830. **Michael Faraday** descubre o principio de **indución electromagnética** no que xérase unha voltaxe en extremos dun condutor baixo a influencia dun campo magnético cando hai **desplazamento entre eles (condutor e c. magnético)**

Este é o fundamento dos xeradores eléctricos: **alternador e dinamo**

Michael Faraday



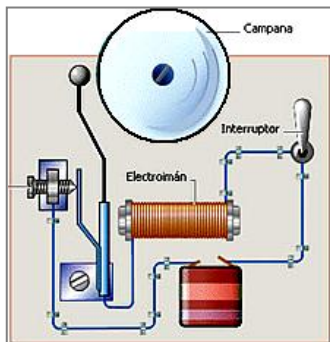
Ó sacar o imán do interior da bobina prodúcese nela unha corrente inducida.



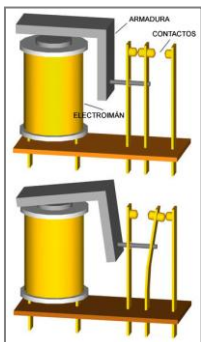
Ó introducir o imán na bobina prodúcese a mesma corrente inducida pero de sentido contrario.

7.2 O electroimán

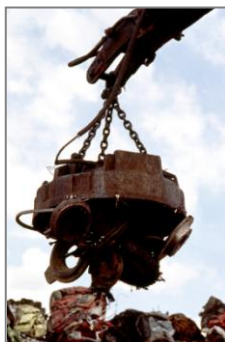
Os electroimáns constrúense conectando á corrente un fío condutor de cobre enrollado (**bobina**) ó redor dun **núcleo de ferro doce** (baixo contido en carbono): desta maneira súmanse os efectos magnéticos por cada volta (espira). O núcleo de ferro convértese nun potente imán que pode regularse coa voltaxe e co número de **espiras** (voltas) da bobina. Aplicacións dos electroimáns: *timbres, relés, grúas* que moven grandes masas de chatarra.



Timbre



Relé



Grúa da chatarra



Electroimán: bobina con núcleo de ferro

7.3 O motor eléctrico de corrente continua

Máquina eléctrica que transforma **enerxía eléctrica** en **enerxía mecánica** ó xirar o seu eixo.

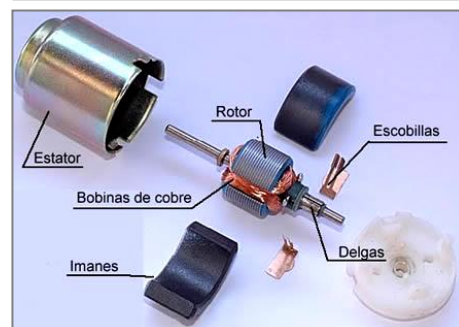
Partes do motor:

- **ESTÁTOR.** Parte **fixa** do motor protexida pola **carcasa**, con forma de cilindro oco cun **imán permanente** que xera o campo magnético.
- **ROTOR.** Parte **móbil** que xira, con forma de cilindro que se suxeita grazas ó seu eixo. Ten unhas ranuras onde se introducen **bobinas de cobre** con cada extremo conectado ó **colector**, cilindro metálico dividido en láminas iguais de cobre chamadas **delgas** que contactan coas escobillas.
- **ESCOBILLAS.** Contactos **fixos** que rozan coas delgas do rotor ós que lle conecta a tensión exterior de alimentación mediante os **bornes** externos.

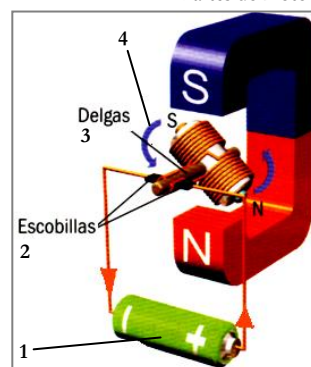
FUNCIONAMENTO:

1. Conéctase o motor á tensión (pila ou batería) mediante os **bornes** de conexión.
2. A corrente eléctrica entra no rotor a través das **escobillas**.
3. As bobinas reciben a corrente a través das **delgas** do colector.
4. Por Oersted as bobinas convértense nun **electroimán** que xira tratando de que os seus polos (N e S) se aliñeen cos polos opostos do imán permanente.
5. Xusto antes de alcanzar o equilibrio (N con S e S con N) **as delgas**, que tamén xiran, **cambian de polaridade** e os imáns repélense, repetíndose o paso 4.

Se cambia a polaridade da pila cambia o sentido de xiro.
A máis voltaxe de alimentación máis velocidade de xiro.



Partes do motor



Funcionamento do motor

Aplicacións do motor eléctrico: *xoguetes, mandos con vibración (consola), máquinas portátiles...*



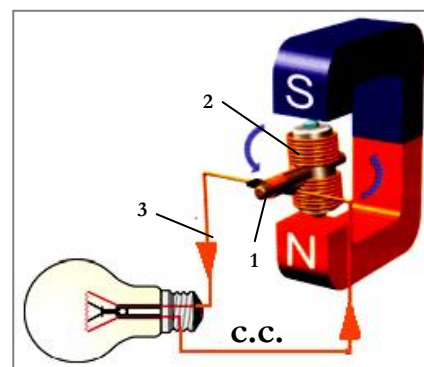
7.4 A dinamo: xerador de corrente continua

Máquina eléctrica que transforma **enerxía mecánica** (ó xirar o seu eixo) en **enerxía eléctrica**. Consta dos mesmos elementos que o motor de c.c. (sen pila, claro) pero temos dúas opcións:

FUNCIONAMENTO:

1. Faise **xirar o eixo do rotor**, e con él xira a bobina dentro do campo magnético do imán fixo do estátor.
2. Por **inducción electromagnética** indúcese unha tensión nos extremos da bobina.
3. As **delgas** do colector fan esta tensión continua nas **escobillas** e aliméntase a receptores sinxelos de c.c. (bombillas).

A máis velocidade de xiro máis corrente eléctrica xerada.



Funcionamento da dinamo

■ **Aplicacións da dinamo:** *faro da bicicleta, lanterna portátil, recarga da batería de aparellos eléctricos*



7.5 O alternador: xerador de corrente alterna

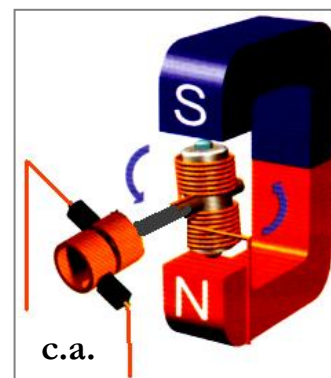
Máquina eléctrica similar á dinamo coa diferenza de que o alternador xera corrente alterna.

A diferenza: a dinamo ten **un colector de delgas** mentres que o alternador ten **2 aneis colectores**.

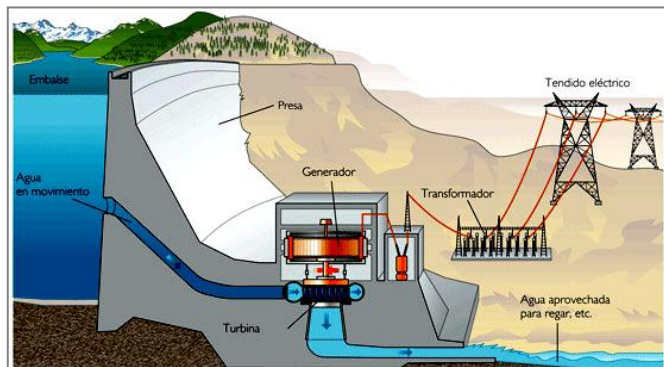
- 1) na **dinamo** cada escobilla roza en cada volta do rotor cunha delga distinta
=> nas escobillas non se produce o cambio de polaridade => xerador de **c.c.**
- 2) no **alternador** cada escobilla roza en cada volta co mesmo anel colector
=> as escobillas cambian de polaridade => xerador de **c.a.**

■ Aplicacións do alternador:

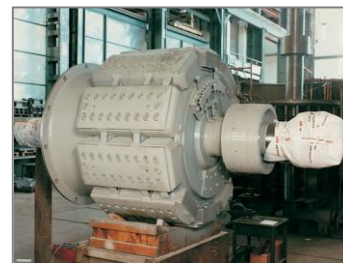
Alternador das centrais eléctricas: o salto de auga dun encoro, o vento nas aspas dun muíño ou o vapor a presión das centrais térmicas fan xirar as hélices dunha turbina co seu eixo conecto ó rotor dun gran alternador, que xera a c.a. que chega ás industrias e vivendas.



Funcionamento do alternador



Turbina de central eléctrica



Alternador de central eléctrica

Alternador dun automóbil: o movemento de xiro do motor aproveitase para xirar o rotor do alternador que xera a enerxía eléctrica necesaria para recargar a batería que alimenta os circuitos do coche.



Alternador de coche

7.6 O transformador

Máquina eléctrica que varía na súa saída os valores (V e I) dunha corrente de entrada. Consta de **2 bobinas devanadas** (enrolladas) no mesmo núcleo de ferro doce.

FUNCIONAMENTO:

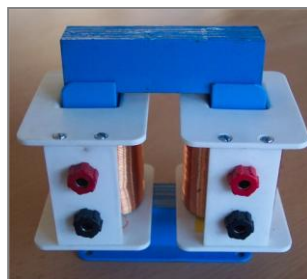
1. A **bobina primaria** ($N_1 = n^\circ$ de voltas ou espiras) recibe a corrente de entrada cun valor V_1 e I_1
2. Por Oersted xérase un **campo magnético** que se propaga polo núcleo de ferro doce ata a outra bobina.
3. Por **indución electromagnética** xérase na **bobina secundaria** (N_2) unha corrente de saída cun valor V_2 e I_2

Os valores de saída dependerán da diferenza entre o número de voltas N (espiras) de ambas bobinas:

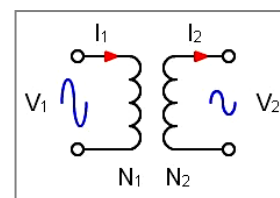
a máis espiras na bobina máis voltaxe

Como en todo circuito débese cumprir que a potencia de entrada debe ser igual á de saída, é dicir:

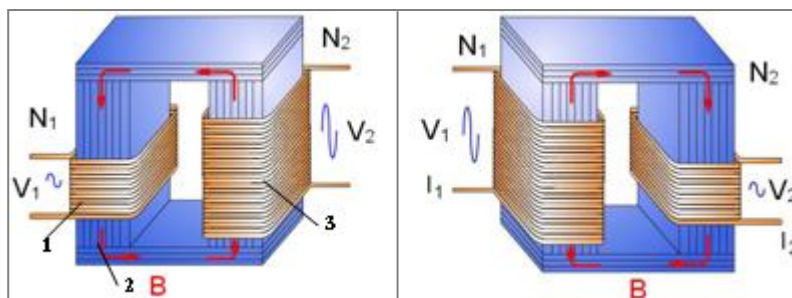
$$P_1 = P_2 \Rightarrow V_1 \times I_1 = V_2 \times I_2$$



Transformador experimental



Símbolo do transformador



Funcionamento do transformador: a) elevador b) reductor

■ Aplicacións do transformador:

Trasformador para o transporte da enerxía eléctrica: nas centrais eléctricas a c.a. xerada polos alternadores lévase a un **transformador que eleva a súa tensión** ata 400.000 V para poder transportala polas liñas de alta tensión con menos perdas enerxéticas; nos lugares de consumo (industrias e cidades) outros transformadores a rebaixan ata os valores de tensión de uso (media e baixa tensión), 230V.



Transformador elevador (central eléctrica)



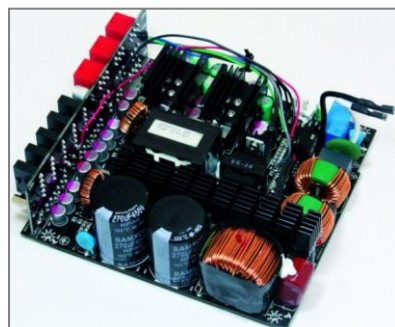
Subestación transformadora: reductor preto dos núcleos urbanos



Transformador de baixa tensión

Transformador dos aparellos que traballan a unha voltaxe diferente dos 230 V do enchufe: **adaptadores de corrente e fontes de alimentación** de ordenadores, portátiles, teléfonos móbiles, consolas de videoxogos, etc.

Hai **electrodomésticos** que non necesitan transformador, como o motor do frigorífico e as bombillas; pero as **radios** necesitan un transformador reductor para os circuitos internos; o **microondas** necesita un transformador elevador para o magnetrón, que necesita da orde dos kV (miles de voltios); os **halóxenos electrónicos** necesitan transformador reductor para funcionar, igual que as lámpadas de mesa.



Transformador da fonte de alimentación



Adaptador de corrente para móbil



Transformador do microondas



Halóxeno co seu transformador