

Nociones básicas para no perderse en la transición energética

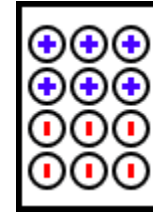
Conceptos básicos de electricidad

Néstor Aparicio Marín

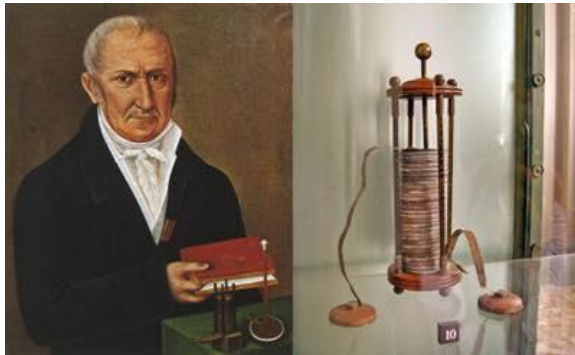
aparicio@uji.es

Principales magnitudes eléctricas

- **Tensión (o voltaje)**
 - cuantifica la diferencia de potencial eléctrico **entre dos puntos**
 - su unidad es el voltio (V)



El potencial más famoso es el gravitatorio



Alessandro Volta inventó la pila en 1799

Principales magnitudes eléctricas

• Tensión (o voltaje)

- Pila AA, AAA,... → 1.5 V
- Batería de ión litio → 3.7 V
- USB → 5 V
- Batería de automóvil → 12 V
- Panel fotovoltaico → 36 V



Corriente
continua
CC

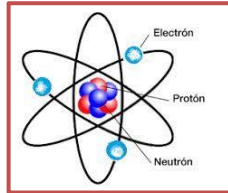
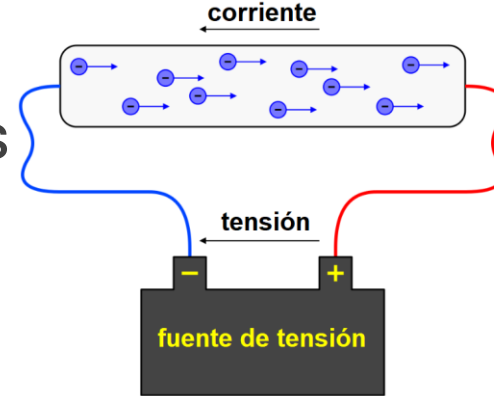
-
- Instalación vivienda (monofásica) → 230 V
 - Instalación trifásica de baja tensión (BT) → 400 V
 - Red eléctrica de media tensión → 20 kV
 - Red eléctrica de alta tensión (MAT) → 220 y 400 kV



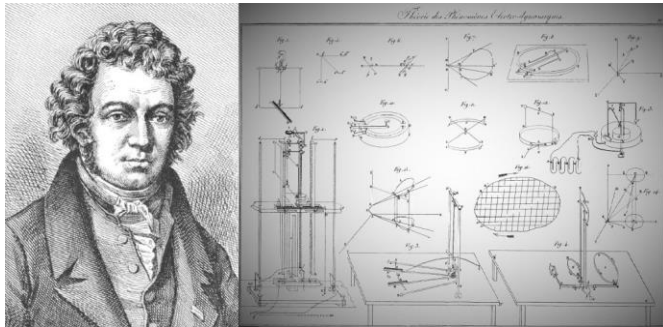
Corriente
alterna
CA

Principales magnitudes eléctricas

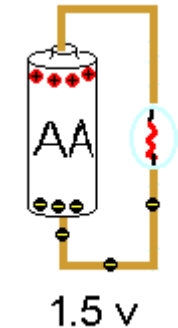
- **Intensidad (o corriente)**
 - cuantifica la cantidad de cargas que circulan por un material
 - su unidad es el amperio (A)



Partículas que forman el átomo



André-Marie Ampère formuló la teoría del electromagnetismo en 1827



Principales magnitudes eléctricas

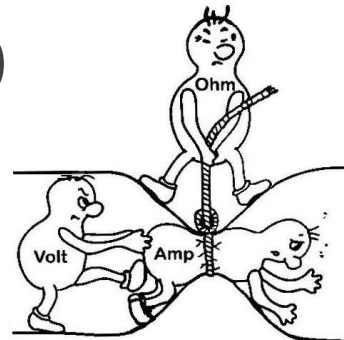
• Resistencia

- cuantifica la oposición al paso de corriente a través de un conductor
- su unidad es el ohmio (Ω)

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

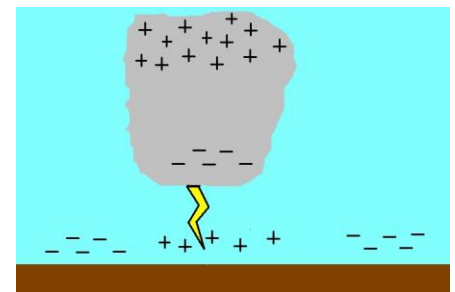


$$R = \frac{V}{I}$$



Georg Simon Ohm publicó la ley de Ohm 1827

Material	Resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
Aire	$3 \cdot 10^{19}$
Aluminio	0.029
Oro	0.022
Cobre	0.018
Plata	0.016

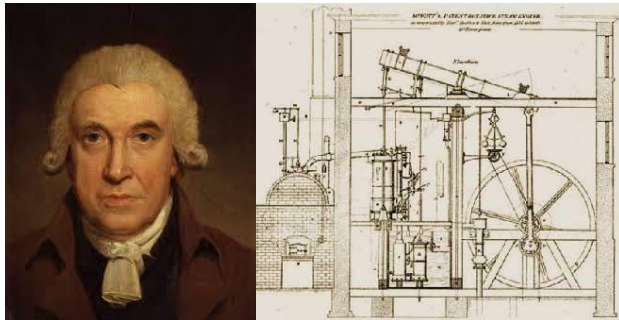
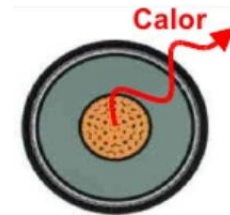


Hasta el aire consume si el potencial es muy alto

Principales magnitudes eléctricas

- **Potencia**

- es el producto de tensión por corriente $P = V \cdot I$
- para calcular las pérdidas de un conductor se suele utilizar otra expresión $P = I^2 R_{cable}$
- su unidad es el vatio (W)



Tensión (V)	Intensidad (A)	Potencia (W)	I^2 (W/ Ω)
1	1	1	1
2	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{1}{4}$

James Watt patentó la máquina de vapor en 1769

Principales magnitudes eléctricas

- **Potencia**

- Lámpara LED → 8, 11, 14 W
- Exprimidor → 40 W
- Batidora → 600 W
- Tostador → 1200 W
- Lavavajillas → 2000 W
- Secador de pelo → 2500 W
- Vivienda → 3.45, 4.6, 5.75 kW
- Automóvil eléctrico → 50 – 100 kW

Principales magnitudes eléctricas

- Cuadro eléctrico de una vivienda



Interruptor general
 $230\text{ V} \cdot 32\text{ A} =$
7.36 kW

Interruptor diferencial
 $0.03\text{ A} = 30\text{ mA}$

C1 Alumbrado
 $230\text{ V} \cdot 10\text{ A} =$
2300 W

C2 Enchufes
 $230\text{ V} \cdot 16\text{ A} =$
3680 W

C3 Cocina y horno
 $230\text{ V} \cdot 25\text{ A} =$
5750 W

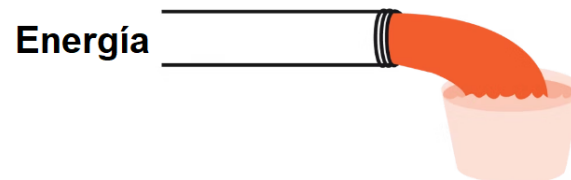
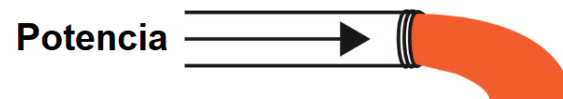
C4 Lavadora, lavavajillas y termo
 $230\text{ V} \cdot 20\text{ A} =$
4600 W

C5 Enchufes en cuartos húmedos
 $230\text{ V} \cdot 16\text{ A} =$
3680 W

Principales magnitudes eléctricas

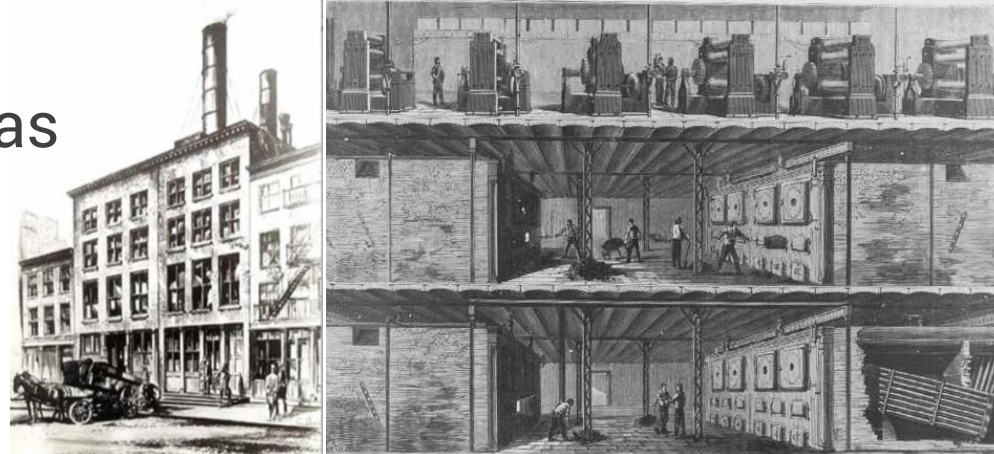
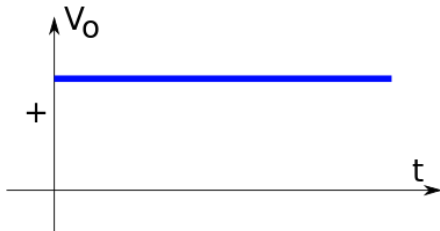
- **Energía**

- es el producto de la potencia por el tiempo $E = P \cdot t$
- en el campo de la electricidad se emplea el vatio-hora (Wh)



Historia de los sistemas eléctricos

- En 1881 empezó a funcionar la primera central construida por Thomas Edison
 - utilizaba carbón y tenía un generador de **corriente continua**
 - alimentaba 400 lámparas de 82 clientes



Central de Central de Pearl Street en Manhattan, Nueva York

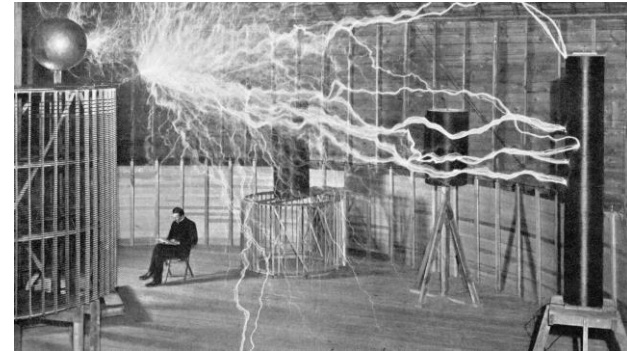
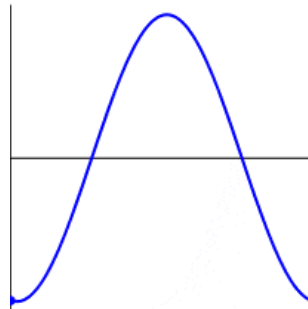
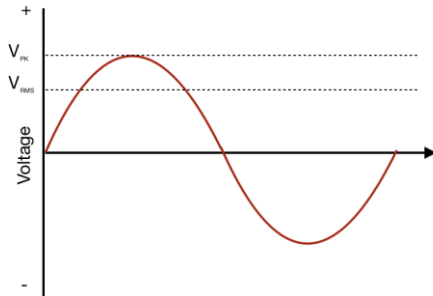
Historia de los sistemas eléctricos

- La corriente continua tiene una serie de inconvenientes:
 - no se puede transformar
 - los motores eléctricos tienen varios inconvenientes



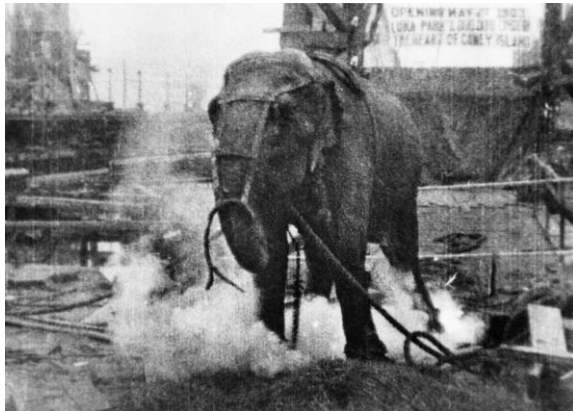
Historia de los sistemas eléctricos

- En 1891 se realizó la primera transmisión interurbana utilizando **corriente alterna**
 - Nikola Tesla había cedido todas las patentes referentes a esta corriente a la Westinghouse Electric

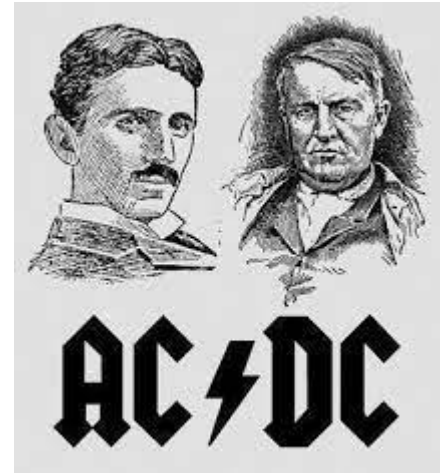
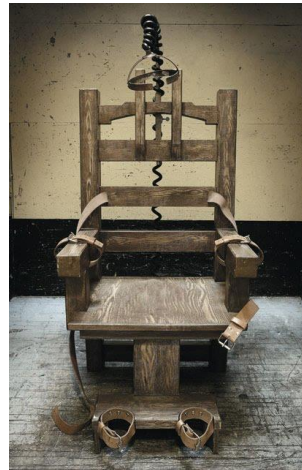


Historia de los sistemas eléctricos

- Guerra de las corrientes
 - Edison alegaba que la corriente alterna es más peligrosa

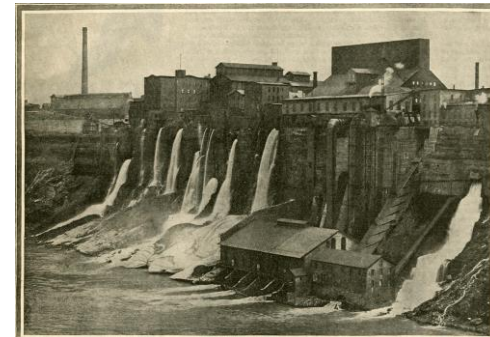
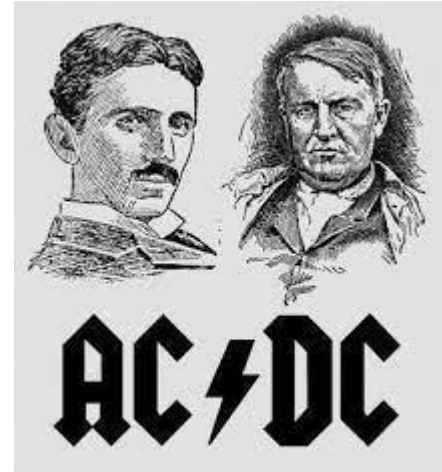


Electrocución de la elefanta Topsy



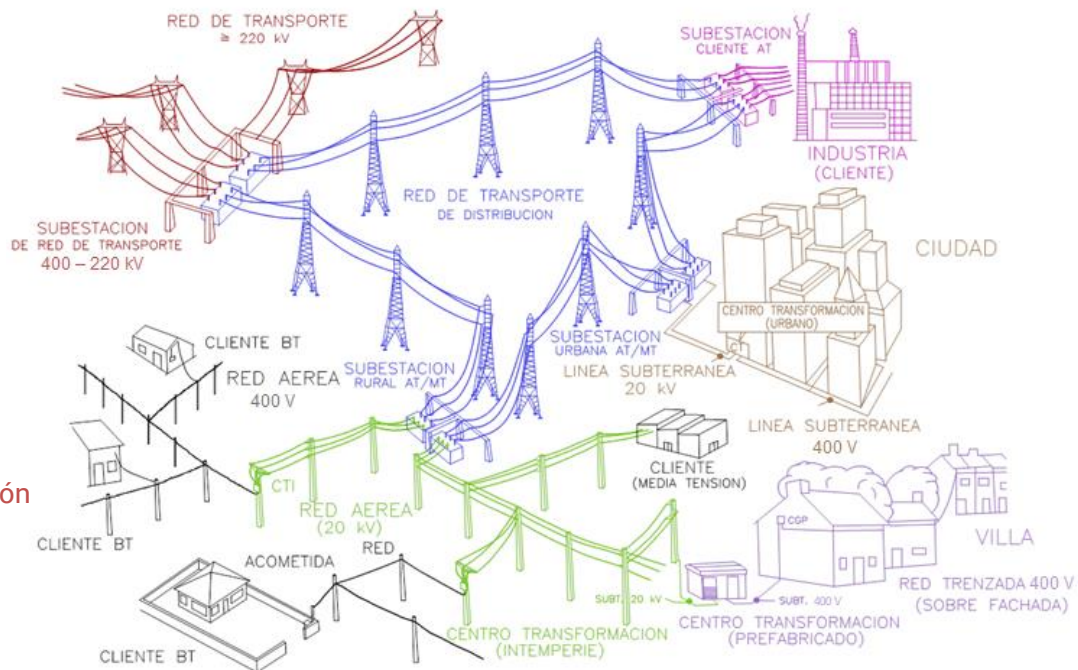
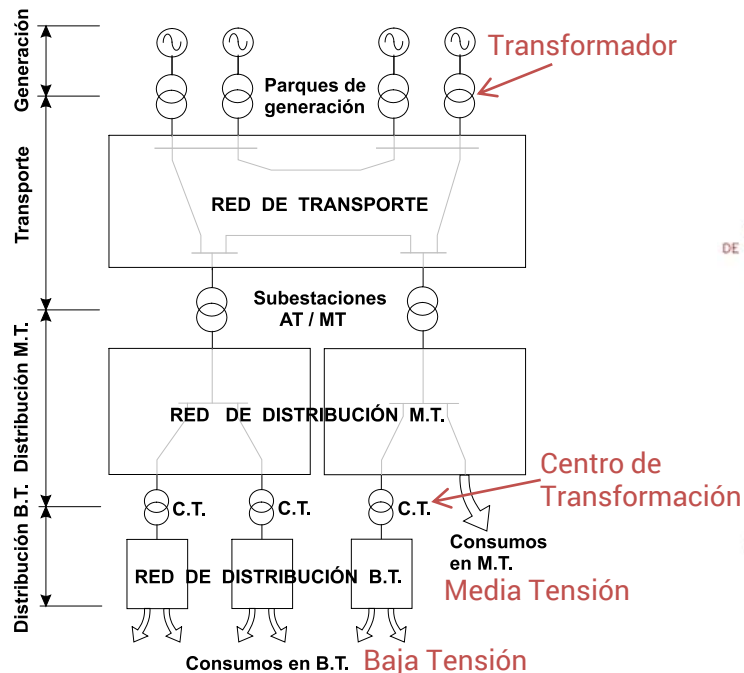
Historia de los sistemas eléctricos

- Guerra de las corrientes
 - Pero se comprobó que la transmisión de potencia eléctrica es mucho más eficiente corriente alterna
 - Westinghouse presentó un presupuesto por la mitad que General Electric para iluminar la feria de la Exposición Mundial Colombina de Chicago de 1893
 - En 1895, la Niagara Falls Power Company encargó a Westinghouse el desarrollo de su sistema de transmisión.



Sistema eléctrico actual

- Tiene la siguiente configuración



Sistema eléctrico actual

- Ejemplos de transformadores



Transformador de 20 kV (aérea) a 400 V (trifásica)/230 V (monofásica)

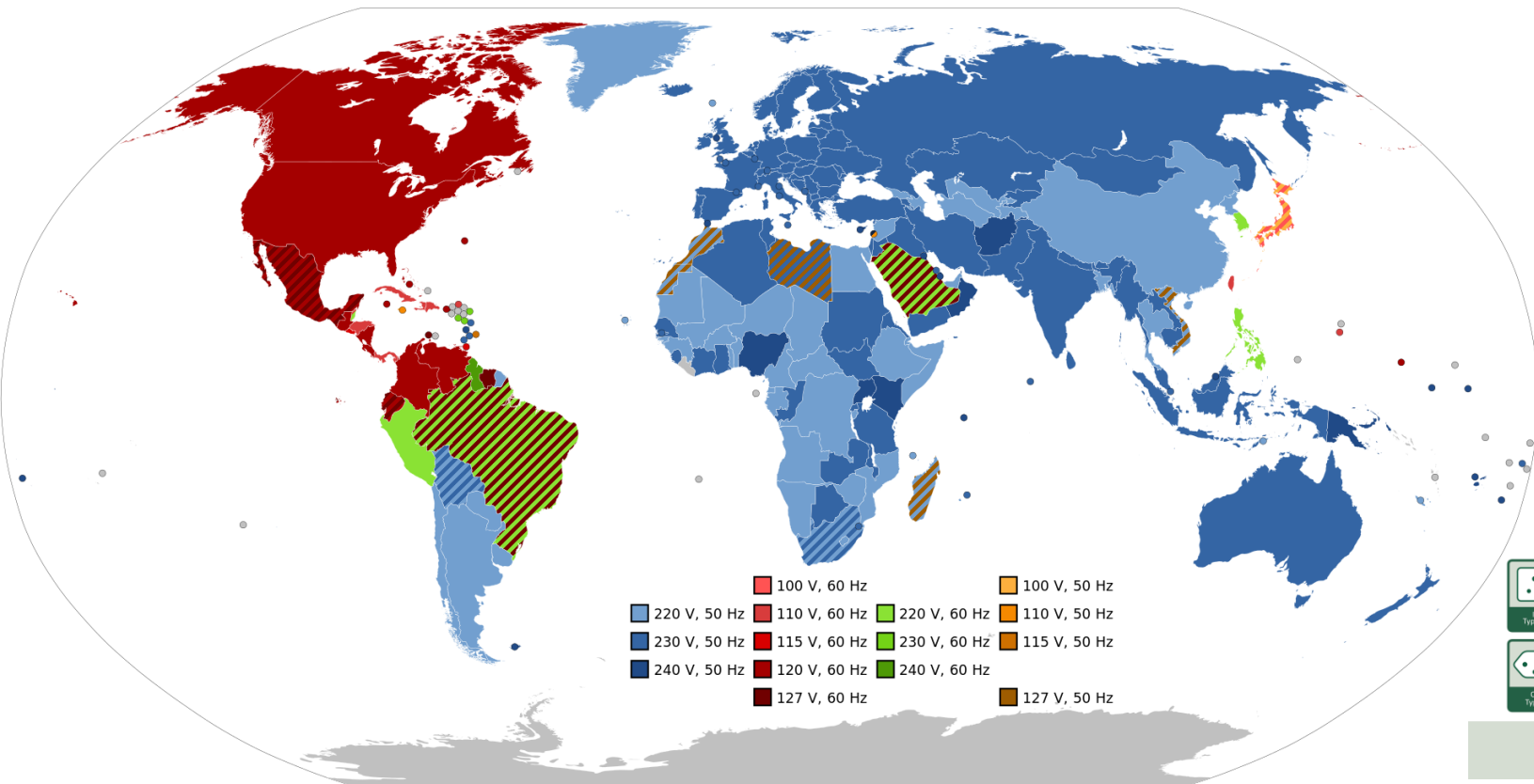


Centro de transformación (CT) de 20 kV (subterránea) a 400 V (trifásica)/230 V (monofásica)



Subestación transformadora para líneas de MAT (132 a 400 kV)

Sistema eléctrico actual



Seguridad eléctrica

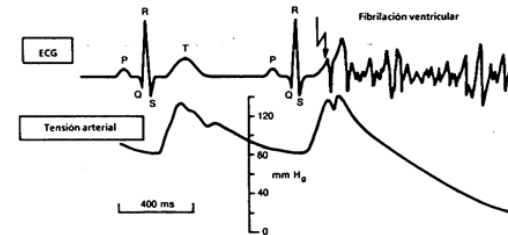
- Valores seguros de tensión

	Corriente alterna	Corriente continua
Condiciones normales	50 V	75 V
Locales húmedos	24 V	
Instalaciones sumergidas	12 V	24 V



Seguridad eléctrica

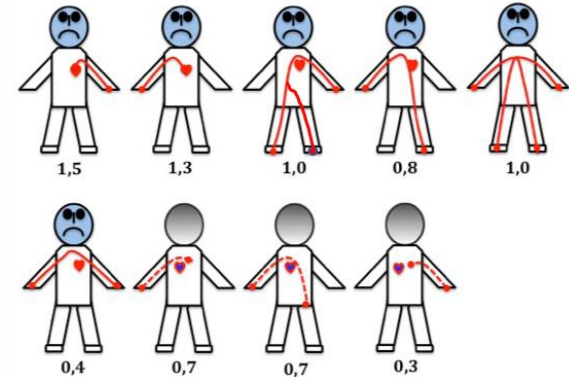
- Efectos fisiológicos de la corriente eléctrica
 - De 0 a 10 mA → Calambres
 - De 10 a 25 mA → Agarrotamiento muscular. Dificultad de respiración
 - De 25 a 30 mA → Irregularidades cardíacas. Agarrotamiento muscular más intenso. A partir de 4 segundos síntomas de asfixia. Quemaduras
 - De 40 mA a 10 A → **Fibrilación ventricular**
 - Superior a 10 A → Parada del corazón. Quemaduras



Seguridad eléctrica

- Factores que influyen en la peligrosidad

1. Valor
2. Tiempo de contacto
3. Trayecto
4. Impedancia del cuerpo humano



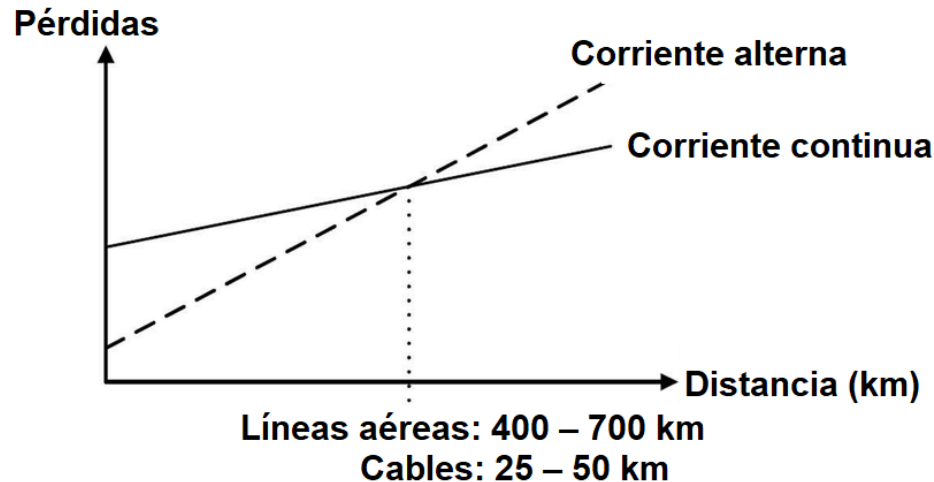
Tensión de contacto (V)	Impedancia (Ω) no superada por:		
	5% de personas	50% de personas	95% de personas
50 V	1450	2625	4375
230 V	1000	1350	2125

$$\frac{50}{1450} = 34 \text{ mA} \text{ 😓} \quad \frac{50}{2625} = 19 \text{ mA} \text{ 😊}$$

$$\frac{230}{1000} = 230 \text{ mA} \text{ ☠️} \quad \frac{230}{2125} = 108 \text{ mA} \text{ ☠️}$$

Corriente continua de alta tensión (HVDC)

- Sin embargo, la corriente alterna tiene una serie de inconvenientes cuando las líneas son muy, muy largas, o son de **cables aislados**



Corriente continua de alta tensión (HVDC)

- La corriente continua de alta tensión se utiliza para la interconexión de parques eólicos marinos



Corriente continua de alta tensión (HVDC)

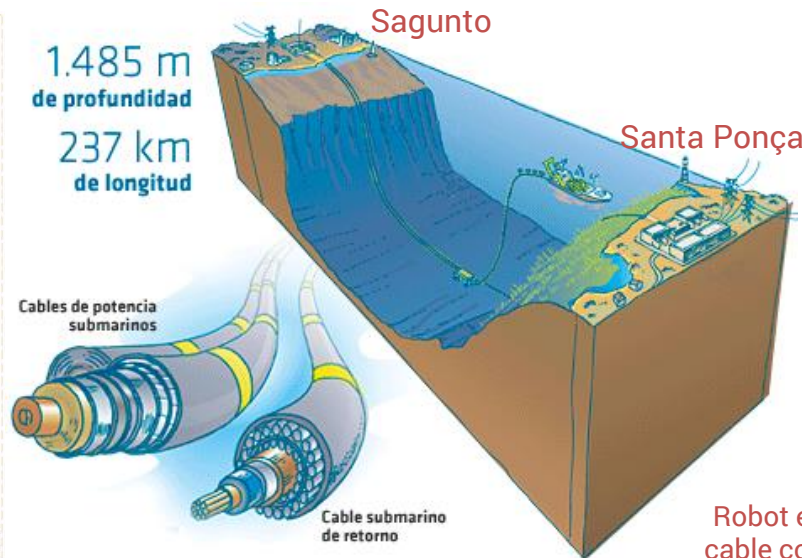
- Y también se utiliza para la interconexión de distintos sistemas eléctricos



Barco Skagerrak de Noruega



Robot entierra el cable con chorros de agua



Cable eléctrico entre Mallorca y Eivissa

RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA

Mallorca
Palma
Santa Ponça
Cabrera
Eivissa
Torrent
Formentera

A la estación de Sagunto. Bipolar. **Corriente continua (+250 kV)**. Actualmente ya en funcionamiento.

A la subestación de Torrent. **Corriente alterna (132 kV)**

Principales características del cable eléctrico submarino

- Longitud del cable: **123 km.** (el más largo del mundo en corriente alterna)
- Profundidad máxima: **750 metros**
- Ahorro anual: **40 millones de €**
- Reducción de emisiones de CO2: **10%**
- Entrada en funcionamiento: **2014**
- Presupuesto: **90 millones de €**

Fuente: Red Eléctrica

Corriente continua de alta tensión (HVDC)

- Y también se utiliza para la interconexión de distintos sistemas eléctricos



Mucho más cara que una línea aérea sobre los Pirineos

Febrero de 2015