

MF0835_2
REPLANTEO DE INSTALACIONES
SOLARES FOTOVOLTAICAS

Hispanamérica

 **Hispanamérica**
BOOKS

MF0835_2 Replanteo de instalaciones solares fotovoltaicas

© Desarrollos didácticos S.A de C.V.

© HISPAMERICA BOOKS, S.L. (2025)

Telef. (00 34) 91 028 28 51

Madrid, España

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea éste electrónico, mecánico, por fotocopia, grabación o cualquier otro medio sea cual fuere sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (artículo 270 y siguientes del Código Penal).

ISBN **978-84-17958-52-7**

Depósito legal: **M-30505-2023**

Impreso en Madrid (España) – Printed in Madrid (Spain)

**ENAE0108 MONTAJE Y MANTENIMIENTO
DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS (420 h)**

(RD 1114/2007, de 24 de agosto de 2007)

MF0835_2: Replanteo de instalaciones solares fotovoltaicas (150 horas)

UF0149: Electrotécnia (90 horas)

**UF0150: Replanteo y funcionamiento de las instalaciones
solares fotovoltaicas (60 horas)**

MF0836_2: Montaje de instalaciones solares fotovoltaicas (210 horas)

**UF0151: Prevención de riesgos profesionales y seguridad
en el montaje de instalaciones solares (30 horas)**

**UF0152: Montaje mecánico en instalaciones solares
fotovoltaicas (90 horas)**

**UF0153: Montaje eléctrico y electrónico en instalaciones
solares fotovoltaicas (90 horas)**

MF0837_2: Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas (60 horas)

**MP0032: Módulo de prácticas profesionales no laborales de Montaje y
mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas (120 horas)**

MF0835_2
REPLANTEO DE INSTALACIONES
SOLARES FOTOVOLTAICAS

Hispan rica



MF0835_2 REPLANTEO DE INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

UF0149 ELECTROTECNIA

1. Electricidad y electromagnetismo.....	23
1.1 Naturaleza de la electricidad.....	25
1.1.1 Conceptos y leyes básicas	
1.1.2 Propiedades y aplicaciones	
1.1.3 Corriente eléctrica	
1.1.4 Magnitudes eléctricas (Energía, potencia, tensión, intensidad, frecuencia, factor de potencia, impedancia, resistencia, reactancia, etc.)	
1.2 Magnetismo y electromagnetismo.....	72
1.2.1 Conceptos y leyes básicas	
1.2.2 Circuitos magnéticos y conversión de la energía	
1.2.3 Magnitudes magnéticas (flujo magnético, intensidad magnética, reluctancia, etc.)	
1.3 Circuitos eléctricos.....	91
1.3.1 Circuitos de corriente continua	
1.3.2 Circuitos monofásicos y trifásicos de corriente alterna	
1.3.3 Estructura y componentes	
1.3.4 Simbología y representación gráfica	
1.3.5 Análisis de circuitos	
1.4 Redes eléctricas de B.T.....	107
1.4.1 Propiedades y aplicaciones	
1.4.2 Descripción de componentes fundamentales (circuitos de generación, circuitos de control y servicios auxiliares)	
1.4.3 Esquemas eléctricos de B.T. (normativa), dispositivos de maniobra, corte y protección	



1.5 Centros de transformación.....	128
1.5.1 Propiedades y aplicaciones	
1.5.2 Disposiciones habituales	
1.5.3 Esquemas	
1.5.4 Tipos y funciones de las celdas de M.T.	
1.5.5 Dispositivos de maniobra, corte y protección	
1.6 Pilas y acumuladores.....	145
1.6.1 Principio de operación	
1.6.2 Aspectos constructivos y tecnológicos	
1.6.3 Propiedades y aplicaciones	
1.6.4 Clasificación	
1.6.5 Tipología	
1.6.6 Características físico/químicas y técnicas	
1.7 Medidas de magnitudes eléctricas.....	165
1.7.1 Procedimiento	
1.7.2 Instrumentos de medida	
1.7.3 Errores de medida	
1.8 Protecciones de la instalación eléctrica.....	179
1.8.1 Normativa	
1.8.2 Medidas de protección	
1.8.2.1 Aparata de maniobra (apertura y cierre)	
1.8.2.2 Aparata de protección (relés)	
1.8.2.3 Aparata de maniobra y protección	
1.9 Seguridad eléctrica.....	191
1.10 Reglamento electrotécnico de baja y media tensión.....	196
2. Máquinas eléctricas estáticas y rotativas.....	215
2.1 Generadores.....	218
2.1.1 Tipos de generadores (dinamos y alternadores)	
2.1.2 Dinamos	
2.1.3 Máquina asíncrona	
2.1.3.1 Generador asíncrono convencional y de doble devanado, principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos	
2.1.4 Máquina síncrona	

2.1.4.1	Generador síncrono convencional de rotor devanado, generador síncrono de imanes permanentes, principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos	
2.1.5	Protección de generadores	
2.2	Transformadores.....	240
2.2.1	Transformadores de tensión y transformadores de medida, principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos	
2.3	Motores eléctricos.....	245
2.3.1	Motores de corriente continua	
2.3.1.1	Principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos	
2.3.2	Motores de corriente alterna (máquina síncrona y asíncrona)	
2.3.2.1	Monofásicos, trifásicos (de rotor bobinado y jaula de ardilla): principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos	
3.	Electrónica.....	259
3.1	Electrónica básica.....	262
3.1.1	Estudio de las características de los componentes electrónicos	
3.1.2	Resistencias, condensadores, diodos, bobinas, amplificadores operacionales, circuitos integrados, convertidores analógicos y digitales, etc.	
3.1.2.1	Resistencias	
3.1.2.2	Condensadores	
3.1.2.3	Diodos	
3.1.2.4	Bobinas	
3.1.2.5	Amplificadores operacionales	
3.1.2.6	Circuitos integrado	
3.1.2.7	Convertidores analógicos y digitales	
3.1.3	Dispositivos semiconductores de potencia	
3.1.3.1	Diodos, tiristores, tiristores GTO, transistores MOSFET, transistores IGBT. Principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos	
3.2	Circuitos electrónicos.....	292
3.2.1	Teoría de funcionamiento de circuitos analógicos y digitales básicos	
3.2.2	Esquemas de representación.	

- 3.3 Circuitos convertidores electrónicos de potencia convencionales....299
 - 3.3.1 Rectificador monofásico y trifásico no controlado.
 - 3.3.2 Rectificador monofásico y trifásico controlado (tiristores, PWM con IGBTs).
 - 3.3.3 Inversor monofásico y trifásico (tiristores, PWM).
 - 3.3.4 Principio de operación, aspectos constructivos y tecnológicos

UF0150 REPLANTEO Y FUNCIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS

1. Funcionamiento general de las Instalaciones solares fotovoltaicas.....311

- 1.1 La energía solar.....313
- 1.2 Transmisión de la energía.....315
 - 1.2.1 Conceptos elementales de astronomía en cuanto a la posición solar
 - 1.2.2 Conversión de la energía solar
 - 1.2.3 La constante solar y su distribución espectral
 - 1.2.4 Radiación solar en la superficie de la tierra
 - 1.2.5 Radiación solar y métodos de cálculo
 - 1.2.6 Energía incidente sobre una superficie plana inclinada
 - 1.2.7 Orientación e inclinación óptima anual, estacional y diaria
 - 1.2.8 Cálculo de radiación difusa y directa sobre superficies horizontales y sobre superficies inclinadas
 - 1.2.9 Comprobación de la respuesta de diversos materiales y tratamiento superficial frente a la radiación solar
 - 1.2.10 Cálculo de sombreados externo y entre captadores
 - 1.2.11 Efecto invernadero
- 1.3 Datos de radiación solar.....348
 - 1.3.1 Bases de datos de estaciones meteorológicas
- 1.4 Tipos y usos de las instalaciones fotovoltaicas.....350
 - 1.4.1 Funcionamiento y configuración de una instalación solar fotovoltaica conectada a red
 - 1.4.2 Funcionamiento y configuración de una instalación solar fotovoltaica aislada
 - 1.4.3 Almacenamiento y acumulación
 - 1.4.4 Funcionamiento y configuración de una instalación de apoyo con pequeño aerogenerador y/o grupo electrógeno
 - 1.4.5 Sistemas de protección y seguridad en el funcionamiento de las instalaciones

2. Componentes que conforman las instalaciones solares fotovoltaicas....359

2.1	Generador fotovoltaico.....	362
2.1.1	Panel fotovoltaico	
2.1.2	Conversión eléctrica	
2.1.3	Electricidad fotovoltaica; el efecto fotovoltaico, la célula solar, tipos de células	
2.1.4	El panel solar; características físicas, constructivas y eléctricas	
2.1.5	Protecciones del generador fotovoltaico	
2.2	Estructuras y soportes.....	381
2.2.1	Tipos de estructuras	
2.2.2	Dimensionado	
2.2.3	Estructuras fijas y con seguimiento solar	
2.3	Acumuladores.....	386
2.3.1	Tipos de acumuladores (Plomo-Ácido, Níquel-Cadmio, etc.)	
2.3.2	Partes constitutivas de un acumulador	
2.3.3	Reacciones químicas en los acumuladores Plomo-Ácido, Níquel-Cadmio, etc.	
2.3.4	Carga de acumuladores (caracterización de la carga y de la descarga)	
2.3.5	Fases de carga de una instalación de acumuladores	
2.3.6	Seguridad y recomendaciones generales de los acumuladores	
2.3.7	Aspectos medioambientales (reciclaje de baterías)	
2.4	Reguladores.....	396
2.4.1	Reguladores de carga y su función	
2.4.2	Tipos de reguladores	
2.4.3	Variación de las tensiones de regulación	
2.4.4	Sistemas sin regulador	
2.4.5	Protección de los reguladores	
2.5	Inversores.....	401
2.5.1	Funcionamiento y características técnicas de los inversores fotovoltaicos	
2.5.2	Topologías	
2.5.3	Dispositivos de conversión CC/CC y CC/CA	
2.5.4	Métodos de control PWM	
2.5.5	Generación de armónicos	

2.6 Inversores conectados a red y autónomos.....	411
2.6.1 Configuración del circuito de potencia	
2.6.2 Requerimientos de los inversores autónomos y conectados a red	
2.6.3 Compatibilidad fotovoltaica	
2.7 Otros componentes.....	417
2.7.1 Diodos de bloqueo y de paso	
2.7.2 Equipos de monitorización, medición y control	
2.7.3 Aparatación eléctrica de cableado, protección y desconexión	
2.7.4 Estructuras de orientación variable y automática	
2.7.5 Elementos de consumo	
2.7.6 Otros generadores eléctricos (pequeños aerogeneradores y grupos electrógenos)	
2.7.7 Dispositivos de optimización	
3. Emplazamientos y dimensionado de una instalación solar fotovoltaica.	431
3.1 Optimización y elección de emplazamientos.....	434
3.1.1 Emplazamientos rurales (techos de granjas, campos fotovoltaicos)	
3.1.2 Protección contra robos y actos vandálicos	
3.1.3 Emplazamientos urbanos (techos de viviendas, fachadas, aparcamientos...)	
3.2 Dimensionado de los emplazamientos por utilización y aplicación...	438
3.3 Cálculo de consumos.....	440
3.4 Dimensionado de almacenamiento.....	441
3.5 Dimensionado de una instalación con apoyo de aerogenerador y/o grupo electrógeno.....	442
3.6 Cálculo y dimensionado de una instalación fotovoltaica mediante soporte informático u otros medios.....	444
3.6.1 Caracterización de las cargas	
3.6.2 Cálculo de la potencia de paneles	
3.6.3 Elección del panel. Diseño y dimensionado del acumulador	
3.6.4 Dimensionado del regulador	
3.6.5 Dimensionado del cargador de baterías	
3.6.6 Dimensionado del inversor	
3.6.7 Dimensionado y cálculo del aerogenerador y/o grupo electrógeno de apoyo	

4. Representación simbólica de instalaciones solares fotovoltaicas.....	453
4.1 Sistema diédrico y croquizado.....	456
4.2 Representación en perspectiva de instalaciones.....	458
4.3 Simbología eléctrica.....	460
4.4 Representación de circuitos eléctricos.....	463
4.5 Esquemas y diagramas simbólicos funcionales.....	465
4.6 Interpretar planos de instalaciones eléctricas.....	465
5. Proyectos y memorias técnicas de Instalaciones solares fotovoltaicas...467	
5.1 Concepto y tipos de proyectos y memorias técnicas.....	470
5.2 Memoria, planos, presupuesto, pliego de condiciones y plan de seguridad.....	471
5.3 Planos de situación.....	474
5.4 Planos de detalle y de conjunto.....	475
5.5 Diagramas, flujogramas y cronogramas.....	477
5.6 Procedimientos y operaciones de replanteo de las instalaciones.....	480
5.7 Equipos informáticos para representación y diseño asistido.....	480
5.8 Programas de diseño asistido.....	482
5.9 Diseño y dimensionado mediante soporte informático de instalaciones solares fotovoltaicas.....	486
5.10 Visualización e interpretación de planos digitalizados.....	487
5.11 Operaciones básicas con archivos gráficos.....	488
5.12 Resistencias de anclajes, soportes y paneles.....	488
5.13 Cálculo de dilataciones térmicas y esfuerzos sobre la estructura...489	
5.14 Desarrollo de presupuestos.....	489
Bibliografía.....	493

UF0149
ELECTROTECNIA

INTRODUCCIÓN

La Real Academia Española (RAE) define electricidad como “propiedad fundamental de la materia que se manifiesta por la atracción o repulsión entre sus partes, originada por la existencia de electrones, con carga negativa, o protones, con carga positiva”.

Y define electromagnetismo como “todo aquello relacionado con electro y magnetismo: campo, inducción, interacción u onda”.

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante que puede producirse en instalaciones que van desde los pequeños generadores para autoconsumo hasta las grandes plantas fotovoltaicas.

En este apartado veremos todo lo que necesitamos saber sobre la electrónica que no es más que todo lo perteneciente o relativo al electrón, dentro de su aplicación en las instalaciones solares fotovoltaicas.

Es necesario saber y entender algunos procesos para poder aplicarlos a la teoría de la propia unidad.

Los objetivos a alcanzar en esta en este primer capítulo de esta primera unidad de este primer módulo son:

- Conseguir entender la naturaleza de la electricidad y electromagnetismo.
- Analizar los circuitos eléctricos.
- Conocer el funcionamiento de los centros de transformación.
- Explicar las pilas.
- Entender el concepto de medidas de magnitud eléctrica.
- Aprender las medidas de protección y seguridad de las instalaciones eléctricas.
- Saber el articulado del Reglamento de Baja Tensión.

Antes de comenzar con la naturaleza de la electricidad hemos de indicar que la electrónica se define también como la disciplina tecnológica dirigida al aprovechamiento de la electricidad. Su campo abarca el estudio de los fenómenos eléctricos y electromagnéticos, desde el punto de vista de su utilidad práctica, las técnicas de diseño y construcción de dispositivos eléctricos característicos, ya sean circuitos, máquinas o sistemas complejos, y las técnicas cálculo y medida de magnitudes en ellos.

Las aplicaciones de la electrotecnia se extienden a todos los ámbitos de la vida cotidiana y económica, a desarrollos especializados en distintos campos de aplicación, que dan lugar a opciones formativas y profesionales en diversos sectores: producción y distribución de energía, calefacción y refrigeración, alumbrado, obtención de energía mecánica, tratamiento de información codificada, automatización y control de procesos, transmisión y reproducción de imágenes de sonido, etc., y en este caso que nos ocupa veremos la importancia para las instalaciones solares fotovoltaicas.



Importante

La electrotecnia es la disciplina tecnológica dirigida al aprovechamiento de la electricidad (que se manifiesta por la atracción o repulsión entre partículas cargadas, originada por la existencia de electrones y protones).

Para comprender esta disciplina tecnológica debemos de pararnos en analizar cada uno de los siguientes apartados con detalle:

- Los conceptos y leyes científicas que explican los fenómenos físicos que tienen lugar en los dispositivos eléctricos. Conceptos a entender y leyes a utilizar para comprender los procesos.
- Los circuitos y aparatos eléctricos, sus características y disposición, así como cuando han de usarse y dónde situarlos.
- Las técnicas de análisis y cálculo del comportamiento de circuitos y dispositivos eléctricos.



Recuerda

En la electrotecnia se utiliza modelos explicativos procedentes de las ciencias físicas y emplea métodos de análisis, cálculo y representación gráfica procedente de las matemáticas.

El conocimiento profundo de los elementos básicos con los que se construye cualquier circuito o máquina eléctrica, la resistencia óhmica, la autoinducción y la capacidad, su comportamiento ante los fenómenos eléctricos y su disposición en circuitos característicos, constituye el núcleo de esta materia, complementando con las técnicas de cálculo y medida directa de magnitudes en circuitos eléctricos.

Este es el objeto de estudio de esta unidad.



Unidad Didáctica 1

Electricidad y electromagnetismo

1. ELECTRICIDAD Y ELECTROMAGNETISMO

En este apartado nos vamos a referir a la propia naturaleza de la electricidad, su historia, sus leyes y conceptos básicos, sus propiedades y aplicaciones. Se hará mención a la propia corriente eléctrica y a sus magnitudes y, también comentaremos todo lo relacionado con el electromagnetismo.

1.1 Naturaleza de la electricidad

Vamos a ver la cronología de historia de la electricidad y sus principales avances, los cuales han marcado un punto de inflexión para la ciencia actual:

600 antes de Cristo: electricidad estática

Tales de Mileto (630-550 antes de Cristo) descubre la electricidad estática, al darse cuenta de que al frotar el ámbar éste posee la propiedad de atraer algunos objetos.



Ambar



Sabías qué...

Podemos buscar en internet qué es el ámbar y sus propiedades.

310 antes de Cristo: primer tratado de electricidad

Theophrastus un filósofo griego (374-287 antes de Cristo) escribe el primer tratado donde se establece que existen varias sustancias, aparte del ámbar, que poseen la propiedad de atraer objetos al ser frotadas. Así deja constancia de lo que sería el primer estudio científico sobre la electricidad.

1600: estudios sobre electrostática y magnetismo

William Gilbert (1544-1603): la Reina Elizabeth I, le encarga a este importante físico inglés estudiar los imanes y así poder mejorar la exactitud de las brújulas usadas en la navegación. Este trabajo sería la base principal para la definición de los fundamentos de la electrostática y el magnetismo.



Sabías qué...

El Gilbert es la unidad de medida de la fuerza magnetométrica. William Gilbert creó la brújula en 1562.



Brújula Gilbert – 1562

1670: teoría ondulatoria de la luz

El científico alemán Huygens fue el autor de la teoría de ondas de la luz y demostró que las leyes de la reflexión y de la refracción podían explicarse perfectamente según la teoría ondulatoria, este pensamiento va en contra de la teoría corpuscular.



Recuerda

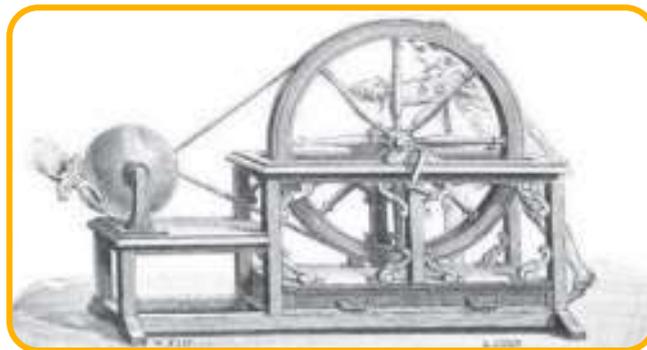
Según el diccionario de la RAE:

Ley de reflexión: cambio de dirección de una onda al entrar en contacto con la superficie que separa dos medios diferentes.

Ley de refracción: Propiedad que tienen ciertos cristales de duplicar las imágenes de los objetos.

1672: máquina electrostática

Otto von Guericke (1602-1686) desarrolló la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas. Estas máquinas consisten en una esfera de azufre torneada, con una manija a través de la cual, la carga es inducida al posar la mano sobre la esfera.



Primera máquina electrostática

1673: polaridad de las cargas eléctricas

Francois de Cisternay Du Fay fue el primero en identificar la existencia de dos cargas eléctricas: Negativa (-) y Positiva (+)

1733: existencia de dos cargas eléctricas

Francois de Cisternay Du Fay (1698 - 1739) también identificó la existencia de dos cargas eléctricas, las cuales denominó en su momento como electricidad vitria y resinosa.

1745: Alessandro Volta

Este gran físico italiano (1745 - 1827), descubrió accidentalmente el llamado Efecto Volta, en honor a su descubridor, que le permitió construir una pila eléctrica.

También definió la Tensión de Voltaes la diferencia de potencial existente en la superficie de contacto de dos metales distintos. Dicho fenómeno, el llamado Efecto Volta, es aprovechado para producir corriente eléctrica por medio de una pila construida de placas de cinc y cobre intercaladas con tela empapada en salmuera.

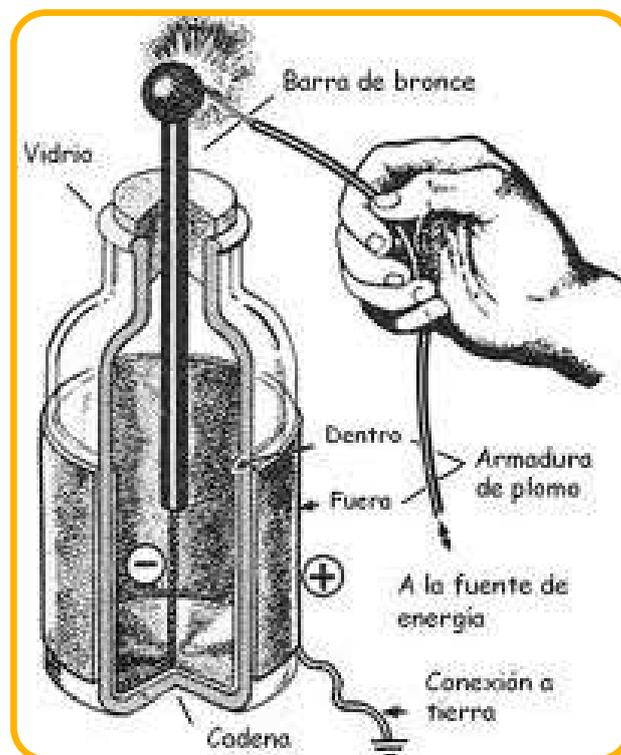
1745: condensador eléctrico

E. G. Von Kleist y Pieter Van Musschenbroeck (1692-1761) desarrollaron, lo que daría paso al Condensador Eléctrico, la botella de Leyden. Este descubrimiento se realizó en la Universidad de Leyden, como su propio nombre indica, con esta botella se almacenó por primera vez electricidad estática.

La botella de Leyden es un condensador eléctrico de capacidad fija constituido por una botella de vidrio en la que dicho material desempeña el papel de dieléctrico y los electrodos, de papel de estaño, están colocados dentro y fuera de la botella.

! **Importante**

Según RAE es un recipiente cilíndrico, alargado y metálico, que se utiliza para contener gases a presión.



Botella de Leyden

1745: naturaleza eléctrica de los rayos

Benjamín Franklin (1706-1790) demostró la naturaleza eléctrica de los rayos.

Desarrolló la teoría de que la electricidad es un fluido que existe en la materia y su flujo se debe al exceso o defecto del mismo en ella. Algunos de sus grandes inventos fueron el pararrayos (utilizando la botella de Leyden) y las lentes Bifocales.

1766: el químico Joseph Priestley

Joseph Priestley (1733-1804), químico, prueba que la fuerza que se ejerce entre las cargas eléctricas varía inversamente proporcional a la distancia que la separan.

Priestley demostró que la carga eléctrica se distribuye uniformemente en la superficie de una esfera hueca, y que en el interior de la misma, no hay un campo eléctrico, ni una fuerza eléctrica.

Uno de sus grandes aportaciones fue el descubrimiento del oxígeno.

1776: balanza de torsión

Charles Agustín de Coulomb (1736-1806) inventó la balanza de torsión con la cual, midió con exactitud la fuerza entre las cargas eléctricas confirmando que dicha fuerza era proporcional al producto de las cargas individuales e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

$$F = \frac{K \cdot q \cdot q}{d^2}$$



Importante

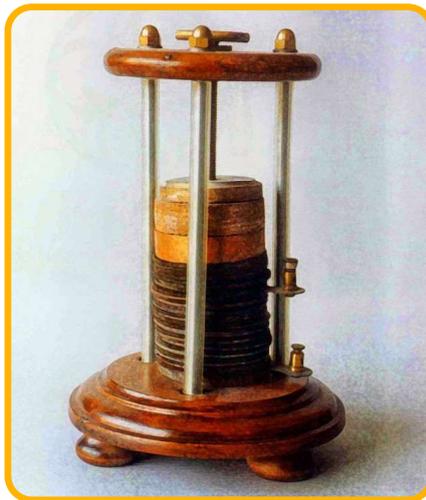
Coulomb es la unidad de medida de carga eléctrica.

1800: pila eléctrica de Volta

Alessandro Volta (1745 - 1827), inventa la primera pila, gracias a los estudios realizados sobre la diferencia de potencial existente en la superficie de contacto de dos metales distintos.

Este fenómeno (efecto Volta), comentado con anterioridad, se aprovecha para producir corriente eléctrica por medio de una pila construida de placas de cinc y cobre intercaladas con tela empapada en salmuera.

Uno de sus experimentos más recordados fue en una clase de anatomía, cuando al abrir unas ranas muertas, un alumno vio cómo se movían. Volta demostró que el bisturí de acero y la bancada de zinc donde estaban apoyadas las ranas, formaban una pila rudimentaria cuya corriente causaba la contracción de los músculos de las ranas.



Pila de Volta 1800



Importante

Volt es la unidad de medida del potencial eléctrico (tensión).

1801 a 1815: la electroquímica

Sir Humphry Davy (1778-1829) desarrolla la electroquímica, explorando el uso de la pila de Volta o batería, y tratando de entender como ésta funciona.

Algunos de sus descubrimientos más recordados son:

En 1801 observa el arco eléctrico y la incandescencia en un conductor energizado con una batería.

Entre 1806 y 1808 publica el resultado de sus investigaciones sobre la electrólisis, donde logra la separación del Magnesio, Bario, Estroncio, Calcio, Sodio, Potasio y Boro.

En 1807 fabrica una pila con más de 2000 placas doble, con la cual descubre el Cloro y demuestra que es un elemento, en vez de un ácido.

1812: leyes de la electrostática

Siméon-Denis Poisson (1781-1849) matemático francés, publicó su trabajo más importante relacionado con la aplicación matemática a la electricidad y magnetismo, describiendo las leyes de la electrostática.

1819: electromagnetismo

Hans Christian Oersted (1777-1851) descubre el electromagnetismo, cuando en un experimento para sus estudiantes, la aguja de la brújula colocada accidentalmente cerca de un cable energizado por una pila voltaica, se movía.

Este descubrimiento fue de una gran importancia en el desarrollo de la electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.



Importante

Oersted es la unidad de medida de la Reluctancia Magnética.

1821: motor eléctrico rudimentario de Faraday

Michael Faraday, (1745 - 1827) científico inglés, ideó un aparato en el cual un alambre con corriente giraba alrededor de un imán; transformaba pues la electricidad en movimiento mecánico.



Experimento de Faraday

1823: principios de la electrodinámica

Andre-Marie Ampere (1775-1836) estableció los principios de la electrodinámica, cuando llega a la conclusión de que la Fuerza Electromotriz es producto de dos efectos:

- La tensión eléctrica.
- La corriente eléctrica.

Experimenta con conductores, determinando que estos se atraen si las corrientes fluyen en la misma dirección, y se repelen cuando fluyen en contra.

Ampere produce un excelente resultado matemático de los fenómenos estudiados por Oersted en el descubrimiento del electromagnetismo.



Importante

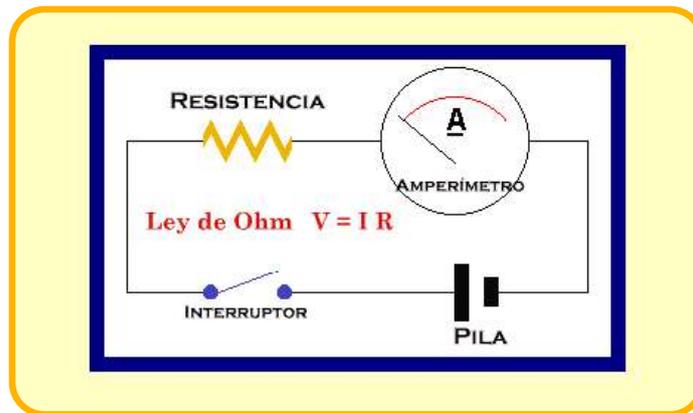
Ampere es la unidad de medida de la corriente eléctrica.

1826: Ley de las corrientes eléctricas

Georg Simon Ohm (1789-1854) físico alemán, fue quien formuló con exactitud la ley de las corrientes eléctricas, definiendo la relación exacta entre la tensión y la corriente. Desde entonces, esta ley se conoce como la ley de Ohm.

Ley de Ohm:

$$R = V / I \text{ Ohm} = \text{Volt} / \text{Amper}$$



Importante

Ohm es la unidad de medida de la Resistencia Eléctrica.

1831: Dinamo de Faraday

Michael Faraday, científico inglés, llevo a cabo experimentos que demostraron que un imán en movimiento inducía una corriente en un alambre.

Había demostrado que se podía producir electricidad sin sustancias químicas.; ampliando los estudios sobre la pila de Volta, que era la única fuente de donde se podía obtener energía eléctrica, que se habían realizado anteriormente.

Los principios esbozados por Faraday, llevaron a la invención de la dinamo.



Dinamo de Faraday

También demostró que la tensión inducida en la bobina que se mueve en campo magnético no uniforme.



Importante

Faradio es la unidad de medida de la Capacitancia Eléctrica.

1831: transformador de Faraday

Michael Faraday, en uno de sus experimentos sobre electricidad, enrolló dos bobinas de alambre en un anillo de hierro. Cuando conectaba una bobina a una pila, pasaba una corriente por la otra (no conectada).

Al desconectarla, se generaba otro impulso en la segunda bobina. Con este experimento había inventado el transformador.



Transformador de Faraday

1835: el telégrafo

Simule F.B. Morse (1791-1867), concibe la idea de un simple circuito electromagnético para transmitir información, con lo que descubrió lo que se conoció con el nombre del Telégrafo.

1840-42

James Prescott Joule (1818-1889), físico Inglés, descubrió la equivalencia entre trabajo mecánico y la caloría, y Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz (1821-1894), científico alemán, definió la primera ley de la termodinámica demostraron que los circuitos eléctricos cumplían con la ley de la conservación de la energía y que la Electricidad era una forma de Energía.

Joule también inventó la soldadura eléctrica de arco y demostró que el calor generado por la corriente eléctrica era proporcional al cuadrado de la corriente.



Importante

Joule es la unidad de medida de Energía.

1845: Leyes de Kirchhoff I y II

Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887), físico Alemán, anunció las leyes que permiten calcular las corrientes, y tensiones en redes eléctricas. Conocidas como Leyes de Kirchhoff I y II.

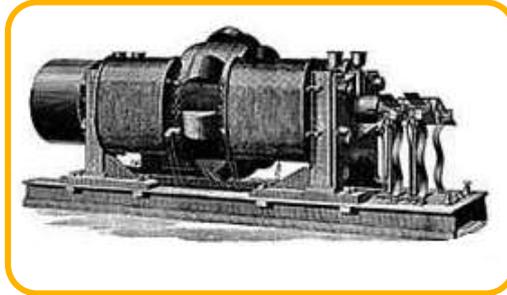
Estableció las técnicas para el análisis espectral, con la cual determinó la composición del sol.

1847: lámpara de Arco

William Staite (1809-1854) Inglés recibió el crédito por el desarrollo de la Lámpara de Arco. Estas lámparas fueron comercialmente utilizadas a partir de 1876 con las mejoras introducidas por el Ruso Paul Jablochhoff (1847-1894).

1868: máquina de corriente continua

Zénobe-Théophile Gramme (1826-1901) construyó la primera máquina de corriente continua: "El dinamo", punto de partida de la nueva industria eléctrica. En 1870 patentó la teoría de la máquina magneto-eléctrica para producir corriente continua.



Dinamo 1882

1873: velocidad de las ondas electromagnéticas

Maxwell (1831-1879) demuestra que un circuito eléctrico oscilante irradia ondas electromagnéticas cuya velocidad es muy próxima a la velocidad de la luz; con lo cual vuelve a tomar fuerza la teoría de la forma ondulatoria de la misma.

Fue el primero en exponer la teoría electromagnética de la luz. Este resultado indujo a creer que la luz consistía en una radiación de ondas electromagnéticas.

Pero la teoría ondulatoria no puede explicar la emisión de fotones que, en cambio, era explicable mediante la teoría corpuscular.



Importante

Maxwell es la unidad del flujo Magnético.

1876: teléfono de Bell

Alexander Graham Bell inventó el teléfono mientras buscaba la manera de enviar diversos mensajes telegráficos simultáneos a través de un mismo cable.

Las primeras palabras que se oyeron a través del mismo, fueron las que exclamó al verter ácido de batería sobre sus pantalones; reclamó la ayuda de su asistente: "... ven, te necesito!".



Teléfono de Bell

1878: micrófono

David Hughes fue el primero en acuñar la palabra micrófono, aunque el teléfono de Bell empleara un dispositivo similar.

Hughes descubrió que los contactos eléctricos sueltos eran sensibles a vibraciones como las del sonido. Construyó un rudimentario micrófono para demostrar cómo era posible transformar el sonido en corriente eléctrica.



Micrófono de Hughes

1879: corpúsculos

Joseph John Thomson (1856-1940) demostró que los rayos catódicos estaban constituido de partículas atómicas de carga negativas la cual el llamó "Corpúsculos" y hoy en día los conocemos como electrones.

1881: lámpara Incandescente

Thomas Alva Edison (1847-1931) produce la primera Lámpara Incandescente con un filamento de algodón carbonizado. Este filamento permaneció encendido por 44 horas. El principio del funcionamiento de la lámpara eléctrica se conocía mucho antes de que se crease una lámpara realmente operativa. El vacío imperfecto de las primeras bombillas hacía que los filamentos se quemasen rápidamente debido al aire.

Edison, utilizando una nueva bomba de vacío neumática, produjo una lámpara resistente y comercialmente viable provista de un filamento de carbono.

También se desarrolló el filamento de bambú con 1.7 lúmenes por vatios. En 1904 el filamento de tungsteno con una eficiencia de 7.9 lúmenes por vatios. En 1910 la lámpara de 100 w con rendimiento de 10 lúmenes por vatios.

Hoy en día, las lámparas incandescentes de filamento de tungsteno de 100 w tienen un rendimiento del orden de 18 lúmenes por vatios. En 1882 Edison instaló el primer sistema eléctrico para vender energía para la iluminación incandescente, en los Estados Unidos para la estación Pearl Street de la ciudad de New York.



Lámpara de Edison