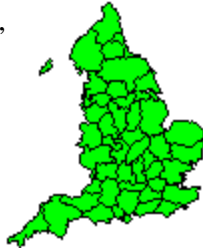


La Revolución Industrial

Se desarrolló en Inglaterra,



principal nación industrial de la época.

Los Hombres que la realizaron fueron: Artesanos, Molineros, Relojeros, Constructores de Canales y Herreros.

La Industria Manufacturera era Casera

NEWTON era un anciano. La Royal Society estaba en decadencia. El auge quedaba atrás.

El Campo era el lugar de trabajo y el trabajador vivía no al sol, sino en la pobreza y en la obscuridad.

Con los molinos se inicia la Revolución, continúa con los constructores de canales. El Agua era el motor. Se inicia la Automatización con los relojeros. Se desarrolla el Telar. Se mejora la producción de Cerámicas. Nuevos procesos para la elaboración del Hierro y el Acero se ponen en práctica.

La máquina de Vapor (J.Watt) cambia el concepto de fuerza motriz.

J. Bronowski (El Ascenso de Hombre)

Antes del año 1800 el Hombre iluminaba sus hogares con:





Fuego, Velas, Lámparas de Aceite Vegetal, de Ballena y de Kerosene.

Y usaba como fuerza motriz: al Hombre por si mismo, los Animales, Viento, Agua, y Vapor.

HISTORIA Inicio de la ELECTRICIDAD

Thales de Miletus (630–550 AC) fue el primero, que cerca del 600 AC, conociera el hecho de que el ambar, al ser frotado adquiere el poder de atracción sobre algunos objetos.

Sin embargo fué el filósofo Griego **Theophrastus (374–287 AC)** el primero, que en un tratado escrito tres siglos después, estableció que otras sustancias tienen este mismo poder, **dejando así constancia del primer estudio científico sobre la electricidad.**

Algunos Inventos, Descubrimientos e Innovaciones de los siglos XV – XVI y XVII :

| | |
|---|--|
| 1447 Gutember (Alemán) Imprenta | 1628 Harvey (Inglés) Circulación Sanguínea |
| 1583 Galileo (Italiano) Péndulo | 1642 Pascal (Francés) Máquina sumadora |
| 1589 Harington (Inglés) W.C. | 1643 Torricelli (Italiano) Barómetro |
| 1590 Galileo (Italiano) Ley de caída de cuerpos | 1654 Guericke (Alemán) Máquina neumática |
| 1593 Galileo (Italiano) Termómetro | 1657 Huygens (Alemán) Péndulo del Reloj |

| | |
|---|---|
| 1608 Lippershey (Holandés) Telescopio | 1661 Boyle (Irlandés) Metanól |
| 1609 Galileo (Italiano) Telescopio | 1670 Newton (Inglés) Cálculo |
| 1609 Kepler (Alemán) Movimiento de los Planetas | 1675 Roemer (Danés) Velocidad de la luz |
| 1614 Napier (Escocés) Logaritmo | 1687 Newton (Inglés) Ley de Gravedad |
| 1619 Descarte (Francés) Geometría | 1687 Newton (Inglés) Ley del Movimiento |
| 1620 Oughtred (Inglés) Regla de Cálculo | 1690 Huygens (Alemán) Teoría de Ondas de la Luz |

En 1600

La Reina **Elizabeth I** ordena al Físico Real **Willian Gilbert (1544–1603)** estudiar los imanes para mejorar la exactitud de las Brújulas usadas en la navegación, siendo éste trabajo la base principal para la definición de los fundamentos de la Electrostática y Magnetismo.

Gilbert fué el primero en aplicar el término Electricidad del Griego "**elektron**" = ambar.

Gilbert es la unidad de medida de la fuerza magnetomotriz.



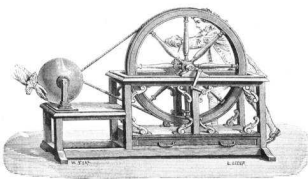


Brújula de 1562

En 1672

El Físico Alemán **Otto von Guericke (1602–1686)** desarrolló la primera máquina electrostática para producir cargas eléctricas.

Máquina que consiste de una esfera de azúfre torneada, con una manija a través de la cual, la carga es inducida al posar la mano sobre la esfera.





Guericke

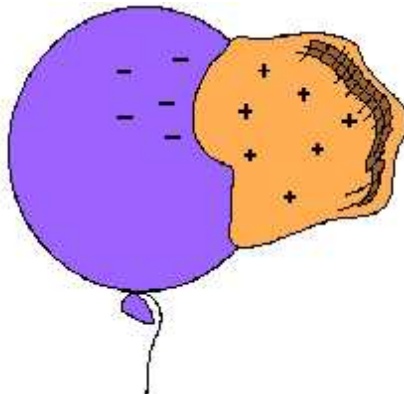
Algunos Inventos, Descubrimientos e Innovaciones en el siglo XVIII:

| | |
|---|--|
| 1709 Cristófori (Italiano) Piano | 1777 Lavoisier (Francés) Explicación Combustión |
| 1714 Fahrenheit (Alemán) Termómetro de Mercurio | 1778 Jouffroy (Francés) Bote de Vapor Experimental |
| 1745 Von Kleist (Alemán) Botella de Leyden | 1780 Franklin (US) Lentes Bifocales |
| 1745 Musschenbroeck (Alemán) Botella de Leyden | 1783 Montgolfier (Francés) El Globo |
| 1752 Franklin (US) Pararrayos | 1785 Cartwright (Inglés) Telar Mecánico |
| 1761 Harrison (Inglés) Cronómetro | 1785 Blanchard (Francés) Paracaídas |
| 1769 Watt (Escocés) Máquina de Vapor | 1785 Ransome (Inglés) Arado de Hierro Fundido |
| 1770 Cugnot (Francés) Carro de Vapor | 1792 Murdoch (Escocés) Lámpara de Gas |
| 1774 Priestley (Inglés) Oxígeno | 1796 Senefelder (Bohemio-Alemán) Litografía |
| 1777 Miller (Inglés) Sierra Circular | 1797 Wittemor (US) Máquina de Tarjeta |

En 1733

El Francés **Francois de Cisternay Du Fay (14/Sep/1698 – 1739)** fué el primero en identificar la existencia de dos cargas eléctricas, las cuales denominó electricidad vitria y resinosa:

Positiva y Negativa.



En 1745

Se desarrolla lo que daría paso al **Condensador Eléctrico**, la botella de **Leyden** por **E. G. Von Kleist (1700–1748)** y **Pieter Van Musschenbroeck (1692–1761)** en la Universidad de Leyden, con esta botella se almacenó electricidad estática.

Musschenbroeck



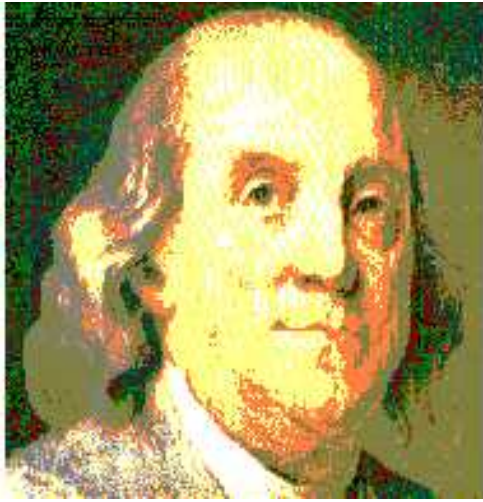
Botella de Leyden

En 1752

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. Inventó el **pararrayos**.

En 1780 inventa los **lentes Bifocales**.



Franklin

En 1766

El Químico **Joseph Priestley (1733–1804)** 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.

Priestley descubrió el oxígeno.



Priestley

En 1776

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

$$\begin{array}{c}
 q1 \qquad \qquad q2 \\
 \leftarrow F \quad \bullet \quad d \quad \bullet \quad \rightarrow F
 \end{array}
 \qquad
 F = K \times q1 \times q2 / d^2$$

Coulomb es la unidad de medida de Carga eléctrica.



Algunos Inventos, Descubrimientos e Innovaciones en el siglo XIX:

| | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1800 Volta (Italiano) Pila | 1849 Bourding (Francés) Turbina Gas | 1885 Benz (Alemán) Auto, Engra. Dif. |
| 1802 Symington (Escocés) Bote Vapor | 1849 Francis (US) Turbina Hidráulica | 1885 Daimier (Alemán) Motocicleta |
| 1824 Aspdin (Inglés) Cemento Portland | 1858 Siemens (Alemán) Horno p/ acería | 1885 Stanley (US) Transformador Elct. |
| 1828 Henry (US) Electromagneto | 1864 Marcus (US) Automóvil Exp. | 1887 Tesla (US) Motor de Inducción |
| 1835 Talbot (Inglés) Fotografía | 1866 Nobel (Suizo) Dinamita | 1888 Eastman (US) Cámara Kodak |
| 1837 Davenport (US) Motor CD | 1868 Gramme (Belga) Dinámo de CD | 1889 Daimier (Alemán) Motor Gasolina |
| 1837 Morse (US) Telégrafo | 1876 Otto (Alemán) Motor 4 ciclos | 1892 Tesla (US) Motor CA |
| 1845 Hoe (US) Rotativa | 1876 Bell (US) Teléfono | 1892 Morrinson (US) Auto. Eléctrico |
| 1846 Howe (US) Máquina de coser | 1879 Edison (US) Lámpara Incandescente | 1893 Tesla (US) Radio |
| 1847 Staite (Inglés) Lámpara de Arco | 1882 Wheeler (US) Ventilador Eléctrico | 1895 Diesel (Alemán) Motor Diesel |

En 1800

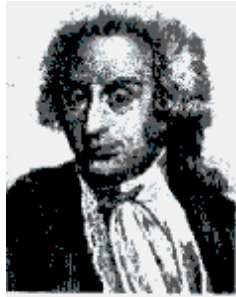
Alejandro Volta (1745–1827) construye la primera celda Electrostática y la batería capaz de producir corriente eléctrica. Su inspiración le vino del estudio realizado por el Físico Italiano **Luigi Galvani**

(1737–1798) sobre las corrientes nerviosas–eléctricas en las ancas de ranas.

Galvani propuso la teoría de la Electricidad Animal, lo cual contrarió a **Volta**, quien creía que las contracciones musculares eran el resultado del contacto de los dos metales con el músculo.

Sus investigaciones posteriores le permitieron elaborar una celda química capaz de producir corriente continua, fue así como desarrollo la **Pila**.

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



GALVANI



VOLTA

Desde 1801 a 1815

Sir Humphry Davy (1778–1829) desarrolla la electroquímica (nombre asignado por él mismo), explorando el uso de la pila de Volta o batería, y tratando de entender como ésta funciona.

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.

En **1815** inventa la lámpara de seguridad para los mineros.

Sin ningún lugar a duda, el descubrimiento más importante lo realiza ese mismo año, cuando descubre al

joven **Michael Faraday** y lo toma como asistente.

Davy



Davy



Lámpara de Seguridad de Davy

En 1812

El matemático **Francés Siméon-Denis Poisson (1781–1849)** publicó su trabajo más importante relacionado con la aplicación matemática a la Electricidad y Magnetismo, describiendo la leyes de la electrostática.



Poisson

En 1819

El científico **Danés 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 movió. Este descubrimiento fué crucial en el desarrollo de la Electricidad, ya que puso en evidencia la relación existente entre la electricidad y el magnetismo.

Oersted es la unidad de medida de la Reluctancia Magnética.



En 1820

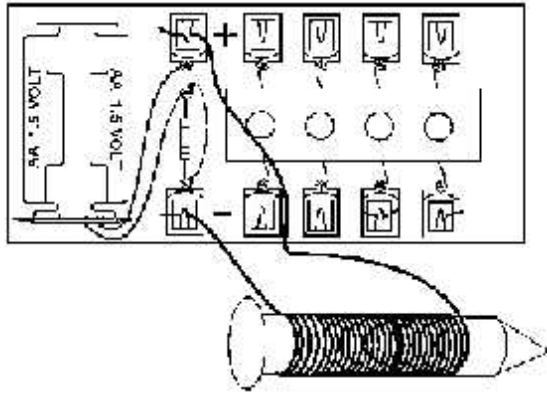
Jean-Baptiste Biot (1774–1862) y Felix Savart (1791–1841) Franceses, determinan la conocida **ley de Biot–Savart** mediante la cual, calculan la fuerza que ejerce un campo magnético sobre una carga eléctrica y definen que la intensidad del campo magnético producido por una corriente eléctrica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia.



Biot

En 1823

William Sturgeon (1753–1850) Inglés construye el primer electroimán.



Electroimán

En 1823

Andre-Marie Ampere (1775–1836) establece los principios de la electrodinámica, cuando llega a la conclusión de que la Fuerza Electromotriz es producto de dos efectos: La tensión eléctrica y 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**.

Ampere es la unidad de medida de la corriente eléctrica.



En 1826

El físico **Alemán Georg Simon Ohm (1789–1854)** fué 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**.

Ohm es la unidad de medida de la Resistencia Eléctrica.

$$R = V / I$$



Ohm = Volt / Amper

En 1828

El matemático Inglés **George Green (1793–1841)** publicó el trabajo "An Essay on the Application of Mathematical Analysis to the Theories of Electricity and Magnetism" en el cual amplió el trabajo de **Poisson** obteniendo una solución general para el cálculo de los potenciales.



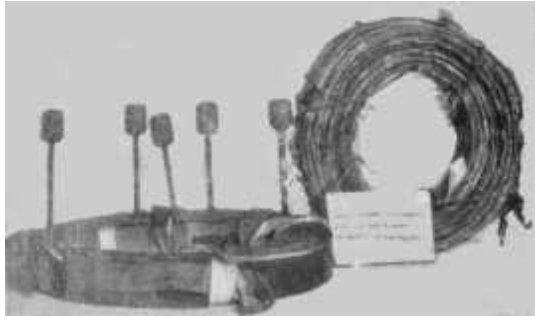
Commemorado con una placa en el piso de la abadía de Westminster.

En 1828

El Americano **Joseph Henry (1799–1878)** perfeccionó los electroimanes, observó que la polaridad cambiaba al cambiar la dirección del flujo de corriente, y desarrolló el concepto de Inductancia Propia. En 1846 fue nombrado como el primer Director del Museo Smithsonian.

Henry





Bobinas de Henry

En 1831

Michael Faraday (1791–1867) a los 14 años trabajaba como encuadernador, lo cual le permitió tener el tiempo necesario para leer y desarrollar su interés por la Física y Química. A pesar de su baja preparación formal, dió un paso fundamental en el desarrollo de la electricidad al establecer que el magnetismo produce electricidad a través del movimiento.

Faradio es la unidad de medida de la Capacitancia Eléctrica.

La tensión inducida en la bobina que se mueve en campo magnético no uniforme fue demostrada por **Faraday**, en un aparato como el que se muestra.

Faraday



Primer Generador Eléctrico

En 1835

Samuel F.B. Morse (1791–1867), mientras regresaba de uno de sus viajes, concibe la idea de un simple circuito electromagnético para transmitir información, **El Telégrafo**.

En 1835 construye el primer telégrafo.

En 1837 se asocia con **Henry y Vail** con el fin de obtener financiamiento del Congreso de USA para su desarrollo, fracasa el intento, prosigue solo, obteniendo el éxito en 1843, cuando el congreso le aprueba el desarrollo de una línea de 41 millas desde Baltimor hasta el Capitolio en Washington D.C.

La cual construye en 1844.

Morse



" Transmisor y receptor desarrollados 1844 por Morse. Museo Smithsonian"

Primer Mensaje transmitido

“ What hath God wrought!”

“Lo que Dios ha fe

En 1858 ATC **The American Telegraph Company** construye el primer cable transatlántico desde la costa este de USA hasta **Irlanda**.

En 1840–42

James Prescott Joule (1818–1889) Físico Inglés, quien descubrió la equivalencia entre trabajo mecánico y la caloría, y el científico Alemán **Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz (1821–1894)**, quien 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.

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

Joule es la unidad de medida de Energía.

Joule



Helmholtz

$$P = R * I^2$$

En 1845

Gustav Robert Kirchhoff (1824–1887) Físico Alemán a los 21 años de edad, 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.



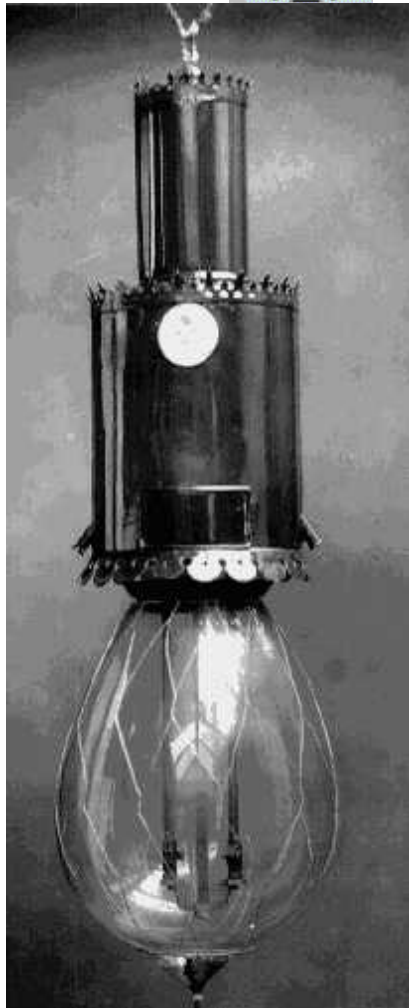
Kirchhoff

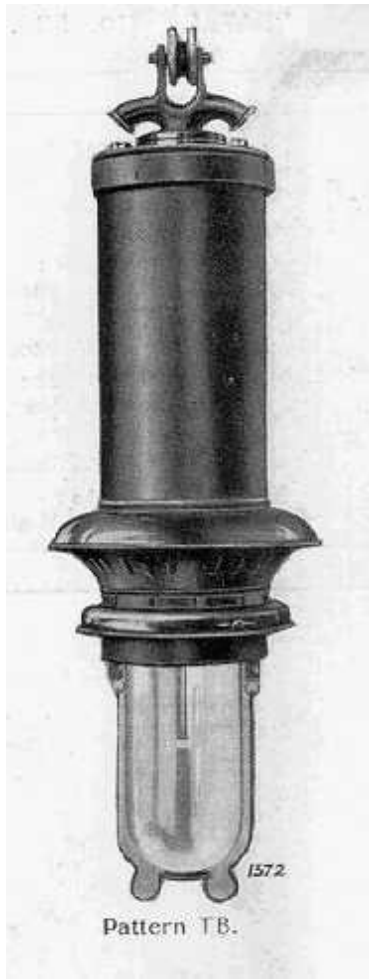
En 1847

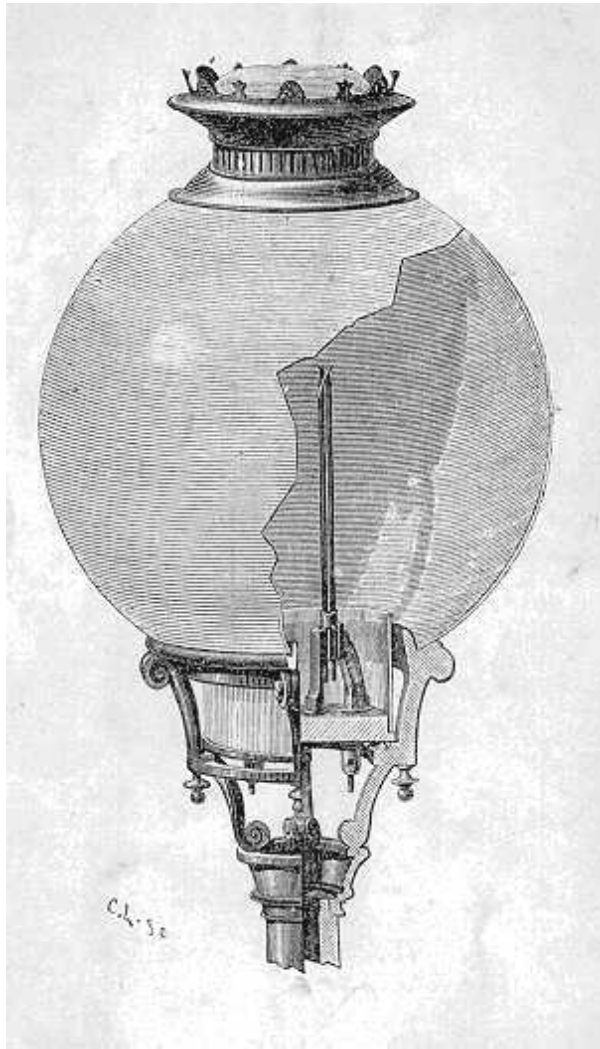
William Staite (1809–1854) Inglés recibió el crédito por el desarrollo de la Lámpara de Arco. Estas lámparas fueron comercialmente utilizadas a partir de 1876 con las mejoras introducidas por el Ruso **Paul Jablochhoff (1847–1894)**.

Experimentado su apogeo entre 1880 y 1890.

Lámparas de Arco







En 1854

El matemático Inglés **William Thomson (Lord Kelvin) (1824–1907)**, con su trabajo sobre el análisis teórico sobre transmisión por cable, hizo posible el desarrollo del cable transatlántico.

En 1851 definió la **Segunda Ley de la Termodinámica**.

En 1858 Inventó el **cable flexible**.

Kelvin es la unidad de medida de temperatura absoluta.



Lord Kelvin

En 1859

El Científico Alemán **Julius Plücker** (1801–1868) descubrió los Rayos Catódicos.

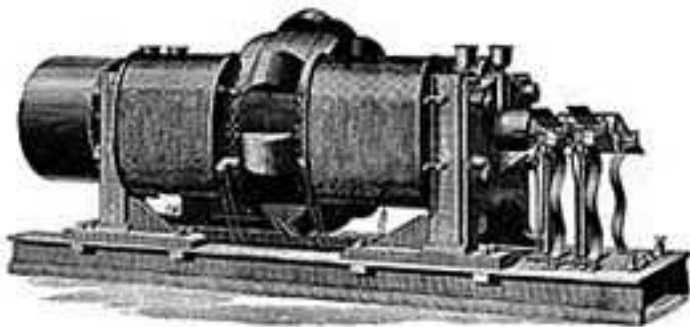
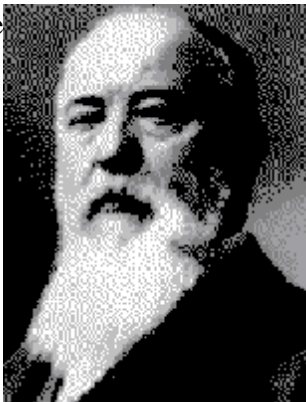


Julius Plücker

En 1868

El Científico Belga **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.

Gramme



3. Brush arc-lighting dynamo, 1882

Dinamo

En 1870

James Clerk Maxwell (1831–1879) Matemático Inglés formuló las cuatro ecuaciones que sirven de fundamento de la teoría Electromagnética. Dedujo que la Luz es una onda electromagnética, y que la energía se transmite por ondas electromagnéticas a la velocidad de la Luz

Maxwell es la unidad del flujo Magnético.



$$\nabla \cdot D = \rho$$

$$\nabla \times E = -\frac{\partial B}{\partial t}$$

$$\nabla \times H = i + \frac{\partial D}{\partial t}$$

En 1876

Alexander Graham Bell (1847–1922) Escocés–Americano inventó el Teléfono.

Bell



En 1879

El Físico Inglés **Joseph John Thomson (1856–1940)** demostró que los rayos catódicos estaban constituido de partículas atómicas de carga negativas la cual el llamo "**Corpúsculos**" y hoy en día los conocemos como

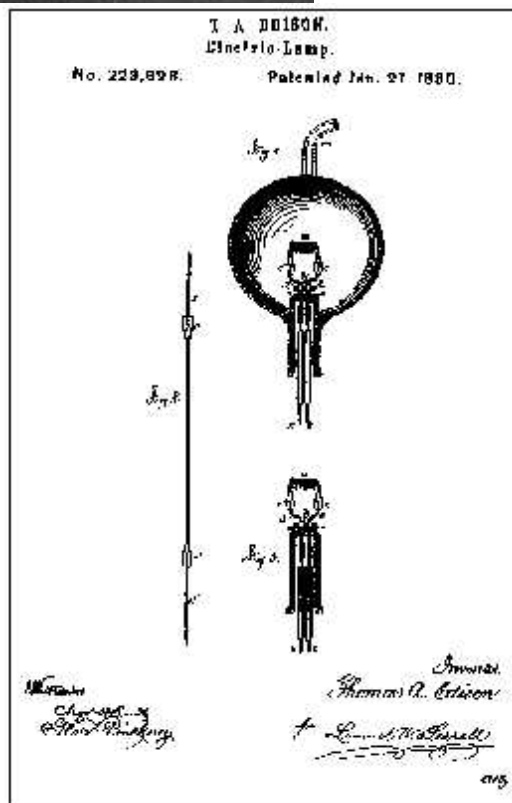
Electrones.

En 1881

Thomas Alva Edison (1847–1931) produce la primera Lámpara Incandescente con un filamento de algodón carbonizado. Este filamento permaneció encendido por 44 horas.

En 1881 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.

El sistema fue en **CD tres hilos, 220–110 v** con una potencia total de **30 kw**.

En 1884

Heinrich Rudolf Hertz (1847–1894) demostró la validez de las ecuaciones de **Maxwell** y las reescribió, en la forma que hoy en día es conocida.

En 1888 **Hertz** recibió el reconocimiento por sus trabajos sobre las Ondas Electromagnéticas: propagación, polarización y reflexión de ondas.

Con **Hertz** se abre la puerta para el desarrollo de la radio.

Hertz es la unidad de medida de la frecuencia.



En 1884

John Henry Poynting (1852–1914) Físico Inglés, alumno de **Maxwell**. Publicó un artículo en el cual demostró que el flujo de Energía podía calcularse mediante una ecuación que representa la interrelación entre el campo Eléctrico y Magnético. Ecuación que representa el llamado Vector de **Poynting**

Poynting



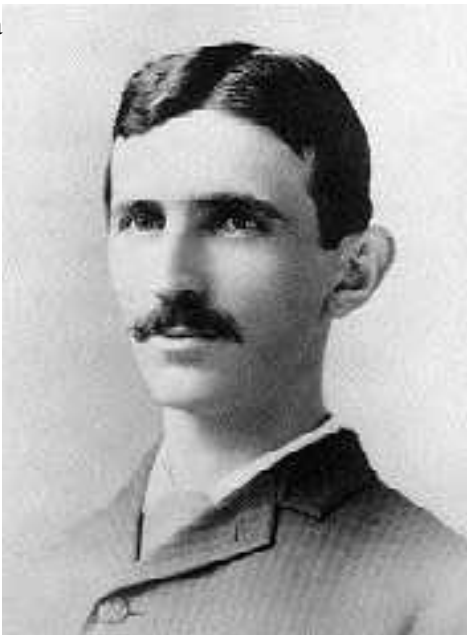
En 1888

Nikola Tesla (1857–1943) Serbio–Americano inventor e investigador quien desarrolló la teoría de campos rotantes, base de los generadores y motores polifásicos de corriente alterna.

A **Tesla** se le puede considerar, sin ninguna duda, como padre del sistema eléctrico que hoy en día disfrutamos.

Tesla es la unidad de medida de la densidad de flujo magnético.

Tesla



Motor C.A.

Algunas de sus patentes (+700):

En 1888 Motor de inducción, la mejora del dinamo, el metodo para convertir y distribuir corrientes eléctricas.

En 1890 el Motor de corriente alterna.

En 1892 el Sistema de transmisión de potencia.

En 1894 el Generador eléctrico.

En 1896 el Equipo para producir corrientes y tensiones de alta frecuencia.

En 1897 mejoras en el transformador eléctrico.

Los derechos de sus patentes sobre sus sistemas de corriente alterna, transformadores, motores y generadores, los vendió a **George Westinghouse (1846–1914)** fundador de **Westinghouse Company**, pionera en el desarrollo comercial de la corriente alterna.

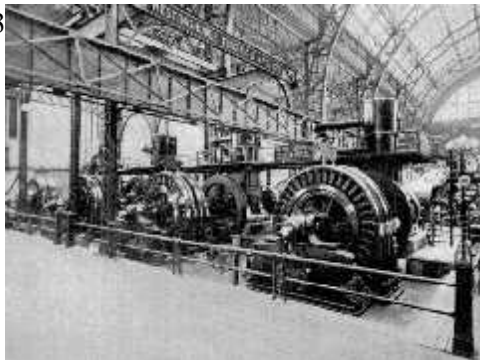
En 1893 en la feria de Chicago Westinghouse y Tesla presentaron todo un sistema eléctrico en CA a escala a fin de demostrar sus bondades.



George Westinghouse

En 1895 Westinghouse pone en servicio la Primera planta de Generación de Electricidad comercial en C.A. La Planta del Niagara.

Feria de Chicago 1893



Niagara