

EL MUNDO DE LA ILUMINACIÓN

SEGUNDA PARTE

LA LUZ INCANDESCENTE
HISTORIA
MODELOS DE LÁMPARAS INCANDESCENTES

LA LUZ HALÓGENA
PRINCIPIOS
MODELOS DE LÁMPARAS HALÓGENAS

LA REGULACIÓN DE LA LUZ



ÍNDICE

Introducción.....	5
Hitos que jalonan la palpitante historia de la luz artificial	7
Por aquellos años... ..	10
El apasionante nacimiento, infancia y devenir de la lámpara incandescente	11
La sorprendente rivalidad entre inventores.	15
Nombre propios.	19
Breve reseña de los personajes más íntimamente ligados al nacimiento de la nueva fuente incandescente de luz.	19
Por aquellos años... ..	20
Thomas Alva Edison.	21
Edison el joven.	21
Edison el hombre.	22
Edison y sus fobias.	25
Edison y el efecto termoiónico.	25
Edison y el acumulador de ferro-niquel.	25
Edison y el fusible de plomo.	26
Joseph Wilson Swan.	27
Por aquellos años.	30
Heinrich Goebel.	31
George Westinghouse.	33
Sir Hiram Stevens Maxim.	35
Breve historia de Philips. Gerard Philips.	36
Breve historia de Osram.	37
Breve historia de General Electric Company.	39
Lámparas incandescentes actuales. Descripción general. Espectro.	41
Soporte del filamento.	42
La ampolla.	42
El gas de relleno.	43
El casquillo.	43
Rendimientos y características.	43
Fabricación de lámparas incandescentes.	45
Sinterización.	46

Modelos de lámparas incandescentes.	47
Lámparas estándar.	48
Lámparas especiales.	51
Lámparas de formas clásicas.	59
Lámparas estándar de nueva generación.	61
Casquillos de las lámparas anteriores.	64
Lámparas reflectoras incandescentes.	65
Alguna aplicación con lámparas reflectoras.	73
Casquillos de lámparas reflectoras.	74
Aspectos físicos de la incandescencia normal.	75
Balance energético de una bombilla de 100W.	75
Apuntes iniciales sobre eficiencia energética.	77
Portalámparas de lámpara incandescentes.	79
Aplicaciones de las lámparas incandescentes.	87
Lámparas halógenas.	89
Descripción general: el ciclo del halógeno.	90
Familia de lámparas halógenas.	95
Evolución de las lámparas halógenas en estos últimos años.	117
El color y las lámparas halógenas.	120
¿Son peligrosas las lámparas halógenas?	120
Portalámparas para las lámparas halógenas.	123
Equipos para el encendido de las lámparas halógenas.	127
Transformador electromagnético.	127
Transformador electrónico.	134
Transformador electrónico digital.	137
Aplicaciones de las lámparas halógenas.	138
Instrucciones de montaje.	139
Carriles electrificados.	143
Regulación de la luz.	149
Breve explicación de los componentes más significativos que intervienen en un regulador.	150
Regulación de la luz incandescente.	152
Regulador que utiliza el conjunto triac-diac.	154
Fuentes de luz que pueden ser reguladas con el conjunto triac-diac.	156
Las fotometrías de los aros y apliques halógenos.	157
La vuelta atrás.	159
Niveles de iluminación naturales.	159

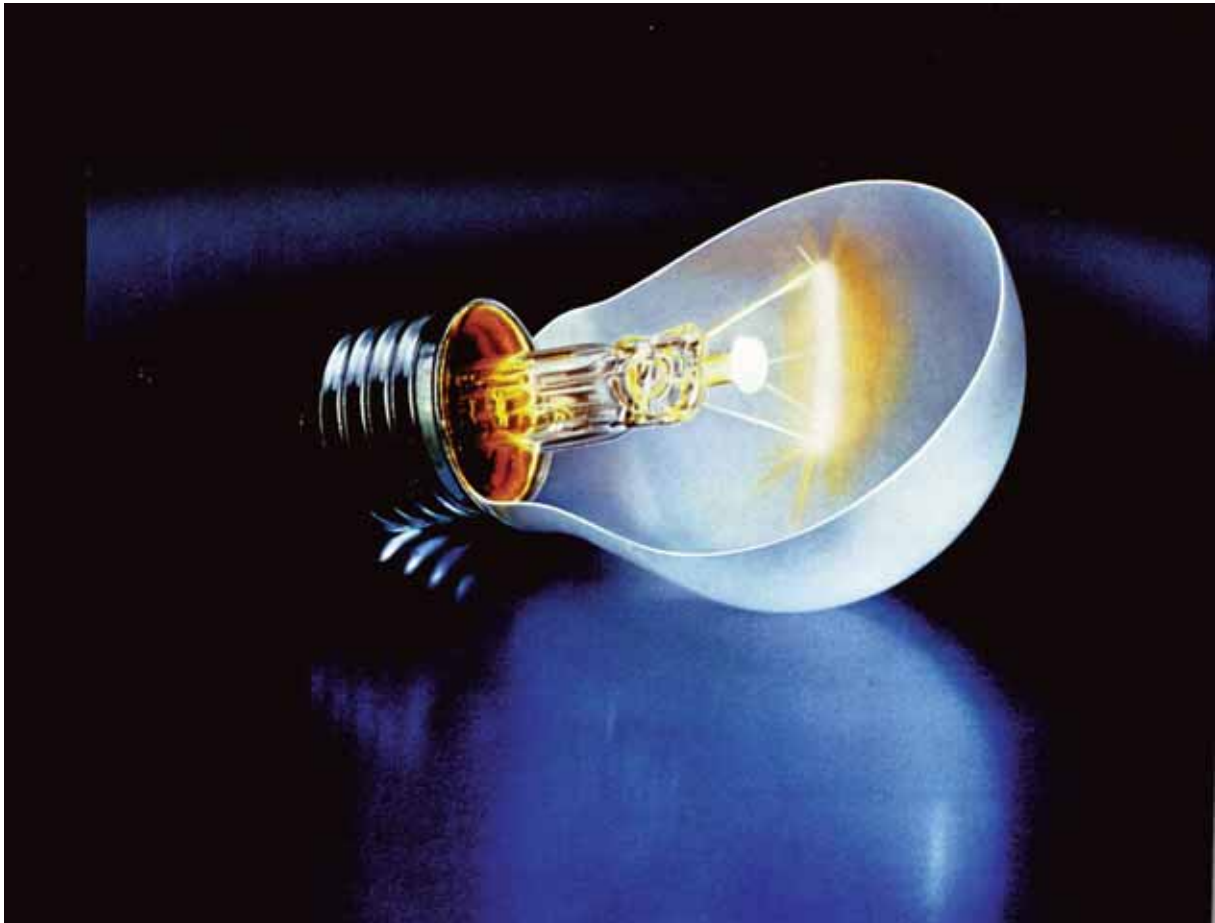
INTRODUCCIÓN

Una gama muy simple, pensarán algunos pero estimamos que no es así.

Bastará echar una mirada a la sucesión cronológica de desarrollos, pruebas y experimentos en esta materia durante los siglos XIX y XX para darnos cuenta de la enorme importancia que ha tenido, en la historia de la luz artificial, la iluminación incandescente.

A ella vamos a dedicar una serie de páginas por considerarla la madre de la luz artificial pero además de honrarla, recordándola, debemos tener presente una rotunda realidad y es que este tipo de luz aún no ha pasado a la historia, para bien o para mal, no sabríamos a qué carta quedarnos.

Los fabricantes intentan poner el acento en cualidades propias, innatas, indiscutibles de esta fuente, como son las derivadas de una colocación sencilla y simple, de un precio relativamente bajo, según modelos, y de la integración en la mayoría de los ambientes, aspectos que aún no comparten de una forma rotunda las otras fuentes de luz.



HITOS QUE JALONAN LA APASIONANTE HISTORIA DE LA LUZ ARTIFICIAL

Es muy importante destacar que en la primera mitad del siglo XIX varios científicos trabajaron con, más o menos, los mismos materiales para desarrollar una nueva fuente de luz: la bombilla incandescente. Y aunque su invención ha sido, al día de hoy, atribuida a Edison parece ser que otros habían desarrollado lámparas incandescentes útiles antes que él, como por ejemplo Heinrich Goebel.

Relataremos cómo se intentó demostrar tal circunstancia y lo que ocurrió...

Empieza la historia...

En la primera parte narrábamos cómo Alejandro Volta inventó su columna eléctrica (pila) y cómo la presentó, ante al asombro general, al primer cónsul de Francia, Napoleón Bonaparte.

Quedó en el aire una respuesta contundente a la insistente pregunta de todos: ¿Para qué sirve?

Ante el descubrimiento se abría todo un mundo de expectativas y de aplicaciones.

Desde la quimérica posibilidad que hacer oír a los sordos (cosa que se ensayó) hasta su utilización más lógica en galvanotecnia, como así se demostró en el dorado galvánico llevada a cabo en 1805 por el italiano Lodovico Gasparo Brugnatelli.

Otros científicos inquietos tomaron el testigo, tratando de dar un sentido, una aplicación a la fuente de energía recién descubierta y así se inició el apasionante camino hacia la luz...

1801

El francés Louis Jacques de Thénard constata que láminas o filamentos metáli-

cos pueden ponerse al rojo si son atravesados por una corriente eléctrica. Thénard trabaja junto con Gay-Lussac en la Escuela politecnica de París, fundada por Napoleón donde fabrican el calcio y el sodio según el método de Davy y con la ayuda de una pila voltaica que era probablemente la mayor existente en aquella época. A ellos se debe el descubrimiento del peróxido de sodio y del agua oxigenada.



Encendido de velas

1809

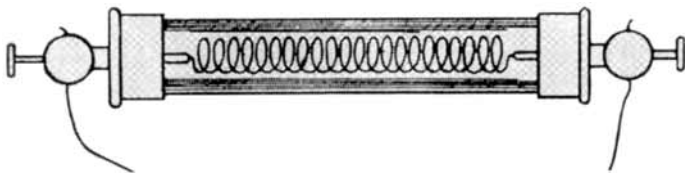
Sir Humphrey Davy mejora el diseño de la pila voltaica, utilizando diferentes sustancias, montó en los sótanos de la Royal Institution de Londres la pila voltaica mayor de la historia. Estaba preparada por 2000 pares de placas cuadradas de 20 cm de lado y Davy la utilizó para producir un brillante arco voltaico.

1820



El Suizo Augusto Arthur de la Rive lleva a la incandescencia un filamento de platino embutido en un cilindro de vidrio, con un vacío parcial de aire.

1838



Elemento luminoso

El belga Jobard utiliza por vez primera electrodos de carbón que lleva a la incandescencia en un medio donde se ha practicado el vacío y conectándolos a la corriente eléctrica pero no tie-

ne éxito por no disponer de una fuente de suministro adecuada.

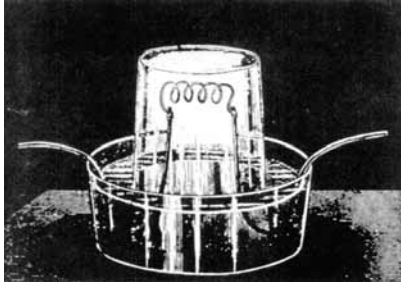
1840

El ingeniero británico Willian Robert Grove construye una primera lámpara de incandescencia en la que la espiral de platino llega hasta la incandescencia blanca al paso de la corriente. Sobre el filamento de platino en espiral puso un recipiente de vidrio cuya abertura estaba sumergida en un líquido para que de esta manera el oxígeno del recipiente desapareciese rápidamente y el filamento tardase más en consumirse. Parece ser que de esta forma se pudo producir luz durante más horas.

La gran novedad que presenta esta lámpara es que la pila que utiliza ha sido inventada por él.

Grove comprobó con desilusión que la

duración de la muestra encendida era muy corta. Pero realmente lo que pretendía era demostrar la calidad de la pila que había desarrollado.



Experimento de W. R. Grove

(1835)

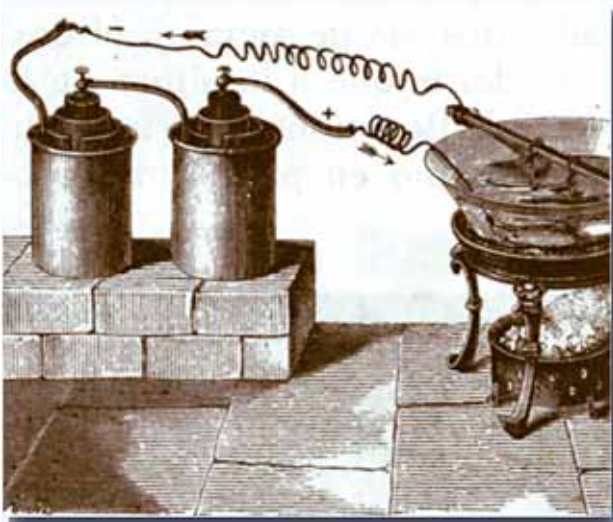
El profesor escocés James Bowman Lindsay afirmó haber generado luz a partir de corriente eléctrica mediante el empleo de dicho procedimiento, si bien no hay pruebas suficientes para demostrarlo.

1845

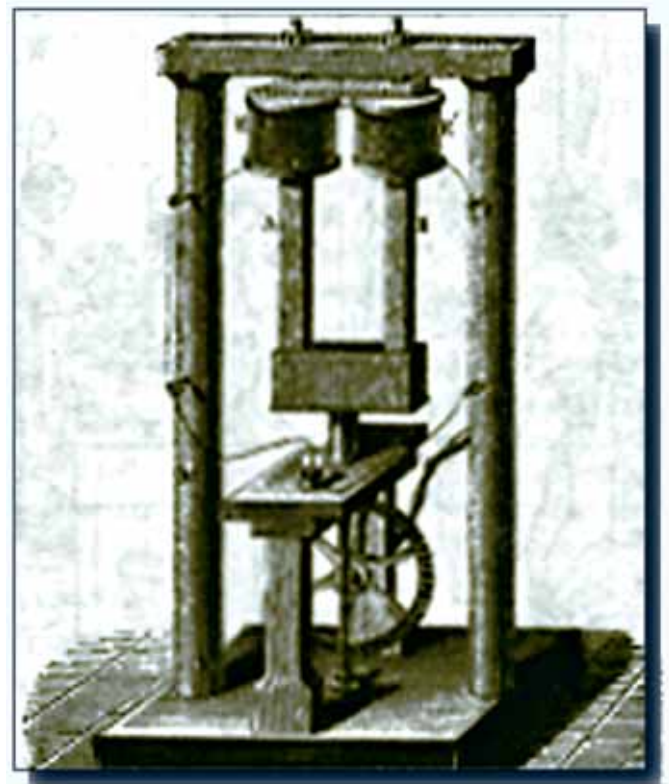
El estadounidense J. W. Starr consiguió una patente referida a una lámpara de incandescencia con ampolla al vacío en la que entraban en incandescencia hilos de carbón gracias al paso a su través de corriente eléctrica.

El inglés Joseph Wilson Swan desarrolló esa idea y construyó diversas lámparas de este tipo, abandonando pronto los intentos porque no conseguía la fórmula adecuada.

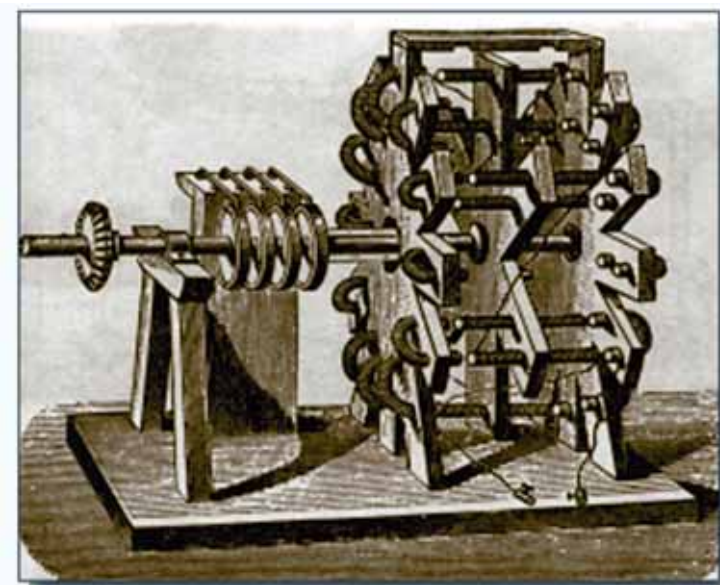
POR AQUELLOS AÑOS...



1805. Dorado Galvánico



1832. Primer generador de corriente alterna



1834. Primer motor eléctrico

EL APASIONANTE NACIMIENTO, INFANCIA Y DEVENIR DE LA LÁMPARA INCANDESCENTE

1854

El mecánico alemán Heinrich Goebel fabrica una lámpara de incandescencia perfeccionada, logrando iluminar su casa, durante 200 horas.

Es el ejemplo más palpable de lámpara incandescente operativa.

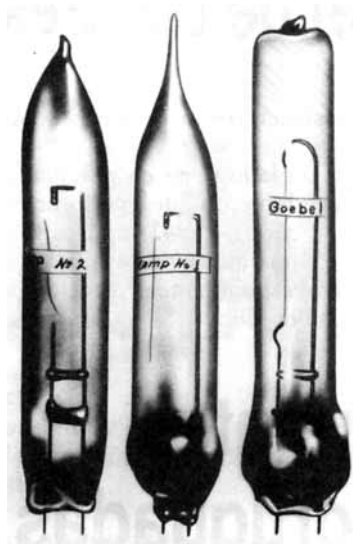
El primer paso en la buena dirección fue

reemplazar los filamentos metálicos por bastoncillos de carbón y más tarde por fibras de bambú, que luego llevaba a la incandescencia en un medio donde se había hecho el vacío.

Teniendo una gran experiencia en la fabricación de barómetros sabía cómo hacer el vacío en los frascos de colonia gracias al mercurio.



Frasco de colonia



Primeras lámparas incandescentes



Henrich Goebel

Utilizó una campana de vidrio en la que había hecho el vacío, en su interior colocó una fibra de bambú carbonizada para que alcanzase la incandescencia amarilla.

El invento no avanzó por no existir una infraestructura suficiente para este fin.

1858

A fin de mejorar la dureza del hierro y el acero, el químico y metalúrgico alemán Oxland alea dichos metales con volframio.

El volframio es un material que presenta brillo blancuzco y que a altas temperaturas

se puede laminar, estirar y forjar. Muestra una cierta resistencia contra el ataque de los productos químicos. La corteza terrestre contiene sólo un 0,0064 % de este elemento lo que hace que sea muy raro.

1862

En la costa meridional de Inglaterra entra en servicio el primer faro eléctrico cuya fuente de luz es una lámpara incandescente que sustituye a otros combustibles.



Primer faro eléctrico

1865

El químico alemán Herrmann Sprengel inventó una bomba de vacío de mercurio gracias a la cual se conseguía un vacío más importante en el interior de las bombillas. Este desarrollo animó a Swan a continuar sus trabajos que le conducen ahora al éxito.

1877

William Edward Sawyer, natural de New Hampshire trabajó algunos años, después de ser telegrafista, como periodista en Washington, antes de atraer, en 1877, la atención del mundo científico, al depositar una patente para un distribuidor de electricidad. En la solicitud de la patente figura lo siguiente:

"La ventaja de mi invento es que cada propietario de una casa dispondrá de electricidad para toda clase de aplicaciones, sin depender de una pila galvánica y sin ocuparse de su mantenimiento, paralelamente los costes de energía eléctrica disminuirán considerablemente para el consumo y la iluminación de inmuebles será posible. La base de mi invención es poder suministrar, a las calles y a los inmuebles, electricidad destinada al uso personal y a los trabajos públicos, como se viene haciendo con el gas de agua. Cada vez que se necesite electricidad no será necesario más que abrir una llave."

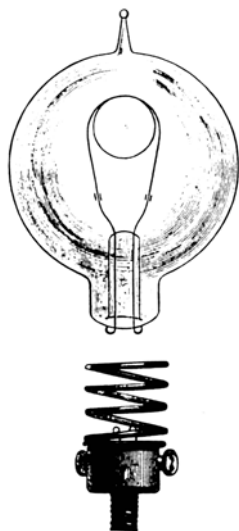
La patente fue registrada el 14.08.1877. Una semana más tarde, solamente, el 21.08.1877, Sawyer registró otra patente, esta vez para una lámpara incandescente con filamento de platino.

Otras patentes, sobre el mejoramiento de su sistema eléctrico, se sucederían siendo remarcable el hecho de que en sus proyectos se encuentra ya la idea de la conexión de un gran número de lámparas, independientes las unas de las otras, a un solo generador central.

Sus investigaciones supusieron la inversión de todos sus recursos financieros. En 1878 conoció a Alban Man, un abogado de Brooklyn que mostró un gran interés por los trabajos de Sawyer poniéndole a su disposición los medios necesarios y convirtiéndose en su socio. A principios del mes de febrero del mismo año, Alban Man y Sawyer inauguran la empresa común en New York en el número 43 de la calle Centro.

Man empezó a ocuparse de vez en cuando de los trabajos de Sawyer, terminando por participar totalmente en ellos. Después de numerosas experiencias recurrieron a carbonizar fibras de papel, utilizándolas en la fabricación de una lámpara que fue presentada al público en marzo de 1878 y el periódico "New York Times" comentó este acontecimiento en el número del 19 de marzo:

"Un nuevo tipo de luz eléctrica ha sido presentado ayer por la tarde en el inmueble número 43 de la calle Centro. La lámpara esta hecha de una forma muy simple con barras de metal, entre las cuales se ha prendido un trozo pequeño de un material cuyo centro es oval. El inventor ha guardado el secreto del material utilizado. Este material es duro como el diamante y al entrar en contacto con una corriente luce de forma inmediata. Si se le enciende al aire libre se consume enseguida. Por esta razón la lámpara esta encerrada en un recipiente de vidrio, vacío de aire y sustituido por una atmósfera especialmente concebida. Parece que la naturaleza de esta atmósfera tiene una duración de vida indeterminada y los inventores dicen que la potencia luminosa será 15 veces la de la luz del gas normal."



Lámpara de Sawyer y Man

En junio de 1878, Sawyer y Man registran sus primeras patentes en común, concernientes a la mejora de la lámpara incandescente. En su petición los filamentos de carbón están ya definidos como fibras de papel o de madera carbonizadas y la ampolla se ha rellenado de gas a partir de nitrógeno e hidrógeno.

El sistema completo de alimentación de las lámparas y de la energía sobrepasaba las posibilidades de Sawyer & Man, por ello

y con otros interesados decidieron fundar la sociedad Electro Dynamic Light Company en New York. Thomas Wallace de Ansonia que explotaba a la sazón una fábrica de máquinas eléctricas y de lámparas de arco fue nombrado presidente.

En el curso de este mismo año Sawyer & Man prosiguieron sus ensayos carbonizando papel al que habían añadido polvo de grafito. Por entonces varias de sus lámparas que ya tenían una intensidad luminosa de 100 a 200 bujías, quedan iluminadas durante varios días.

Una petición de patente solicitada más tarde por Edison fue impugnada por Sawyer. La primera instancia decidió a favor de Sawyer & Man pero Edison no cedió e interpuso recurso. El procedimiento duró cerca de cinco años al término de los mismos el recurso de Edison fue desestimado.

Las relaciones entre Edison y Sawyer fueron descritas como muy tensas. Parece ser que Edison no soportaba a Sawyer y que en una ocasión le había llamado "maldito perrito" y se cuenta que un día Sawyer se infiltró en Menlo Park como integrante de un grupo de visitantes y provocó un corto circuito. Cuando, como consecuencia de esta manipulación, varias lámparas fallaron, proclamó a grito pelado que los inventos de Edison no eran más que cuchufletas.

En 1881, Sawyer & Man vendieron la sociedad Electro Dynamic Light Company con todas las patentes a la Eastern Electric Manufacturing Co. de Middletown/Connecticut que fue controlada por la Thomsen Houston Company a partir de 1984.

La "The Sawyer & Man Illuminating Co., una sociedad filial, fue fundada en 1883 y se ocupaba exclusivamente de la instalación de lámparas patentadas por Sawyer & Man. En octubre del mismo año esta filial realizó una primera gran instalación en el banco "United Bank" en New York.

En 1887 la Eastern Electric Manufacturing Co. fue vendida a la Consolidated Electric Light Co de New York.

1878 – Diciembre

El inglés Joseph Wilson Swan presenta en la Sociedad Química de Newcastle una lámpara de incandescencia que ha construido. Tres meses antes Thomas Alva Edison había iniciado en los Estados Unidos los trabajos sistemáticos para crear su lámpara. Ambos inventores trabajan de forma independiente uno del otro aunque están bastante informados de los intentos realizados en este campo desde 1841, año en que F. Molenys trabaja con hilos espirales hechos de platino.

Con la incorporación de dos mejoras introducidas por el inglés Swan y por el estadounidense Thomas Alva Edison se consigue imponer de forma definitiva la lámpara de incandescencia eléctrica.

Además, Edison crea también las centrales eléctricas necesarias para suministrar la corriente que permite su funcionamiento.

El inglés Tyler deposita una patente provisional para una lámpara de filamento de platino y en este mismo año St. George Lane-Fox que procedía de Bingley o Yorkshire deja patentados elementos luminosos con filamento de platino-iridio y otros filamentos que puedan ser.



St. George Lane-Fox

En 1879 su patente se extiende al metal circón. No tuvo éxito con estas lámparas ni con otras que construyó utilizando amianto revestido de polvo de carbón. Sin embargo Lane-Fox recurrió a desarrollar una lámpara incandescente con fibras de hierba carbonizadas cuya resistencia eléctrica era fija. Las patentes depositadas en Inglaterra por Edison y Swan le obligaron a vender su patente a la Anglo American Vrush Electrical Co. que inmediatamente empezó a fabricar sus lámparas. Sin embargo, más tarde, esta empresa readaptó su producción a la patente de Swan. A pesar de todo podemos decir que Lane-Fox está considerado entre los inventores que explotaron comercialmente su producto aunque por un periodo relativamente corto.

En este mismo año 1878, los ingleses T.A. Aronson y H.B. Formie propusieron la utilización de Osmio para fabricar filamentos de lámparas en vacío.

Semblanza del Osmio

Se trata de un elemento químico de símbolo Os descubierto por Smithson Tennant, catedrático de química de la universidad de Cambridge en 1804. Pertenece al octavo grupo del sistema periódico de los elementos, de número atómico 76 y de peso atómico 190,2 que tiene siete isótopos estables. Se encuentra en la naturaleza acompañado siempre de otros elementos del mismo grupo, especialmente del iridio. Es un metal de color blanco azulado, de densidad 22,48 (la más alta, de todas las conocidas), que funde a 2.700°C. Químicamente es bastante resistente y sólo le ataca el agua regia cuando se halla en estado de extrema subdivisión. Su valencia es muy variable.

1879

19 de octubre. Edison consigue el éxito cuando emplea fibras de algodón carbonizadas.

LA SORPRENDENTE RIVALIDAD ENTRE INVENTORES

La historia nos cuenta cómo los desarrollos paralelos en distintos países y llevados a cabo por el paciente inglés Joseph Wilson Swan y el perseverante estadounidense Thomas Alva Edison dan lugar a una sorprendente lucha por los derechos de explotación del invento. Los dos desarrollos funcionan pero... su vida es efímera, ¡ sólo 40 horas! Y aunque persiguen lo mismo, dar luz, sus formas son distintas. La bombilla de Swan está formada por una ampolla de vidrio longitudinal, en la que se ha hecho el vacío y en cuyo interior brilla una fibra de bambú carbonizada. La de Edison tiene forma redondeada y cuello alargado, según se aprecia en la figura y en cuyo interior se ha hecho también el vacío si bien el filamento es una fibra de algodón carbonizada.



Bombilla de Edison

Swan presenta su patente en 1880 y Edison funda el 1 de octubre de 1880 una fábrica de bombillas en colaboración con otros científicos. También Swan crea su propia sociedad con una fábrica, en 1881,

de bombillas y aunque Edison alcanza mayor éxito económico, Swan, en 1883 consigue una patente suplementaria de un método para hacer filamentos, bastante perfeccionado consistente en trefilar, a través de pequeños orificios, nitrocelulosa disuelta en ácido acético. Después este material se carbonizaba para hacerlo conductor, consiguiendo con ello que los filamentos obtenidos no sólo den más luz, (de mayor intensidad) sino que sean capaces de soportar el paso de corrientes de mayor valor, durante mucho más tiempo y también menos sensibles a la rotura.

Fin de las hostilidades



Llega un momento en que los dos inventores inician un acuerdo y fundan la Edison & Swan Electric Light Company (1883) y la Deutsche Edison Gesellschaft, que más tarde se convertirá en la AEG.



T. A. Edison



Joseph W. Swan.

1880

La primera instalación doméstica de luz eléctrica fue en Craside (EE UU) y a partir de esa fecha fue convirtiéndose en más indispensable cada día. A principios del siglo XX, tanto la forma de vida como el modo de trabajar experimentaron cambios rápidos y la iluminación eléctrica pasó a ser más una necesidad que un lujo.

1880

En la revista para la electrofísica aplicada E. Uppenborn publica una lista de todas las lámparas desarrolladas hasta 1879 que no estaba, sin embargo, completa y que no permitía llegar a ninguna conclusión sobre el orden cronológico o importancia de las invenciones.

Se menciona las lámparas de incandescencia de: King, de Changy, Greener & State, Way, Trouvé, Draper, Maxim, Edison, Lodyguine, Kosloff, Konn, Bouligine, Fontaine, Sawyer & Man, Reynier, Marcus, Werdwrmann, Grome, Ducretet, Higgins, Hopkins, lablochhoff y Burmeister.

1883

La Compañía Edison & Swan Electric Light Company empieza a trabajar y cómo Edison dispone de una intuición muy grande sabe que la introducción masiva de la bombilla solo será posible si se fabrican en grandes cantidades y se centran todos los esfuerzos en proporcionar a las ciudades la infraestructura necesaria para que la energía eléctrica llegue a todos los hogares, para ello se deben construir centrales eléctricas siendo las primeras las que se instalaron en Berlín y Nueva York en 1882.

Edison empieza la instalación de redes

de conducción por todas las ciudades. Reviste los conductores de cobre, que van de la central eléctrica a la ciudad con masas aislantes como el asfalto, las introduce en tubos de hierro y las entierra.

También inventa el electrómetro, dispositivo para medir el consumo de las bombillas, únicos receptores en aquel tiempo, basado en el efecto electro-lítico, denunciando la energía consumida en función de la cantidad de productos de disociación que se depositan sobre una placa de zinc.

En este mismo año, 1883, Edward Weston descubre el algodón pólvora como material incandescente. Lo humedece en una mezcla de alcohol y éter en forma de finas capas que corta enseguida en tiras estrechas.

1884

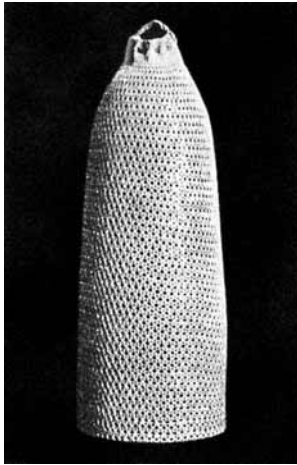
Wynne y Powell utilizan un procedimiento mediante el que forman una masa a partir de algodón disuelto en una colada al cloruro de zinc, con lo que fabrican los filamentos.

1886

Como la industria del gas se resiente ante el avance de la bombilla incandescente, el físico austríaco Carl Auer barón de Welsbach inventa las camisas incandescentes, hechas de gasa empapada en tierras raras, sobre todo óxido de torio y óxido de cerio, que permiten conseguir una llama de color blanco muy claro.



Soplado de vidrio



Camisa incandescente

1889

Tibbits utiliza fibras orgánicas fabricadas con lino y seda mezcladas con tungstato para fabricar filamentos.

1892

Thomas A. Edison funda General Electric.



Lámpara eléctrica de mesa, estilo modernista (1900)

1908

El inventor estadounidense William David Coolidge consigue fabricar lámparas de incandescencia o bombillas, dotadas de filamentos hechos de wolframio.

¿Cómo actúa William David Coolidge, para conseguirlo?

- Comprime el polvo de wolframio.
- Obtiene así finas barras de este metal.
- Las calienta y las forja.
- Después comprueba que pueden estirarse obteniendo así los alambres buscados.
- Desde entonces el uso del wolframio se generaliza.

Desde que Swan y Edison iniciaran en 1883 la fabricación en serie de bombillas, el filamento de estas apenas había experimentado variación alguna hasta 1902. Como hemos ya comentado se utilizaban preferentemente los filamentos ideados por Swan de nitrocelulosa extrusionada y carbonizada.

El inventor austriaco de la camisa de incandescencia (Ver 1886), Carl barón Von Auer Von Welsbach, estimaba que las lámparas de incandescencia le iban a hacer daño en su negocio de lámparas de gas y además se sintió atraído por ellas, dedicando parte de su tiempo a perfeccionar su filamento, punto débil de estas, como ya hemos podido comprobar y en 1902 consiguió la primera lámpara incandescente dotada de un filamento de osmio ya que había podido constatar que la temperatura de fusión de este metal era muy alta, alrededor de 2.500 °C, siendo aún estable al alcanzar la incandescencia blanca. El wolframio con una temperatura de fusión superior, de 3.800°C, era un material muy frágil, no pudiéndose, en aquella época conseguir alambres de este y por ello Auer lo desestimó.



Hemos estado viendo el comportamiento de ciertos personajes europeos interesados en el desarrollo de los grandes adelantos que marcaron el siglo XIX como el siglo del despegue industrial, pero ¿qué ocurría por aquél entonces en nuestro país?



1881

Tomás Dalmau instala quince lámparas en el Paseo de Gracia de Barcelona siendo el primer movimiento que se realiza en España para la iluminación de calles por medio de lámparas incandescentes. Un poco después se hace lo mismo en la Puerta del Sol de Madrid.

El señor Dalmau funda la Sociedad Española de Electricidad con el concurso de Narcís Xifrá donde se fabricarán máquinas Gramme, acumuladores Kalbath y lámparas de incandescencia Maxim, ubicándose en un edificio con una potencia de 2000 CV.

Después se instalan también en Madrid, en unos terrenos facilitados por el Ministe-

rio de la Guerra, con una potencia de 300 CV que aprovecharán en primer lugar para iluminar la sede del citado ministerio.

Al poco tiempo las calles de las ciudades españolas dispondrán de este sistema de alumbrado y se extenderán también a Cuba y Filipinas, que aún pertenecen a la corona española.

1907

G.E. fue la primera empresa que utilizó wolframio, un material de filamentos dos veces más eficaz y duradero que los primeros filamentos de carbón. El posterior desarrollo del wolframio hizo posible la fabricación de lámparas duraderas y resistentes a las vibraciones, que permitieron su utilización en el comercio, la industria y el transporte.

NOMBRES PROPIOS

BREVE RESEÑA DE LOS PERSONAJES MÁS ENTIMAMENTE LIGADOS AL NACIMIENTO DE LA NUEVA FUENTE INCANDESCENTE DE LUZ.

Sin pretender insistir en exceso, se hace necesario mencionar la labor de los más destacados personajes relacionados con la luz cuyo afán fue decisivo para el desarrollo de la lámpara incandescente.

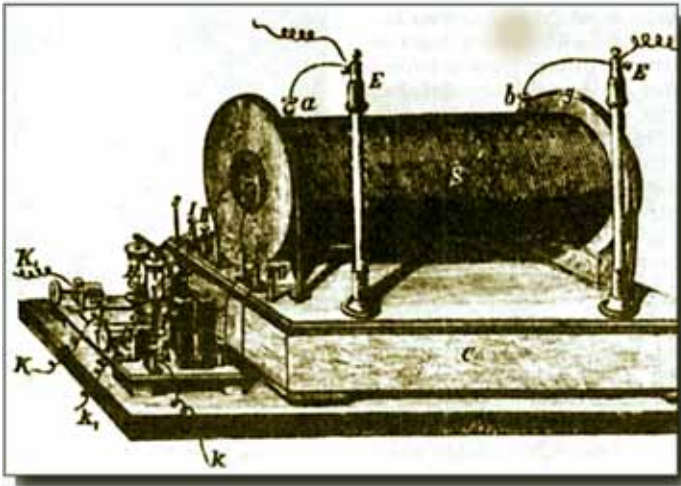
Recordar su obra tiene una doble intención,

- Por un lado conocerla.
- Por otro agradecer su esfuerzo.

Por ello nos hemos permitido dar unas cortas pinceladas de lo que fue su apasionante vida...

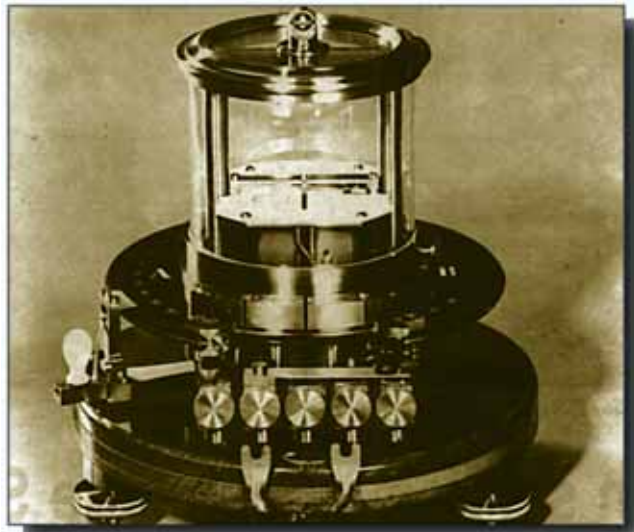
Si estas líneas sirven para despertar nuestro reconocimiento e interés habremos logrado el objetivo perseguido

POR AQUELLOS AÑOS...

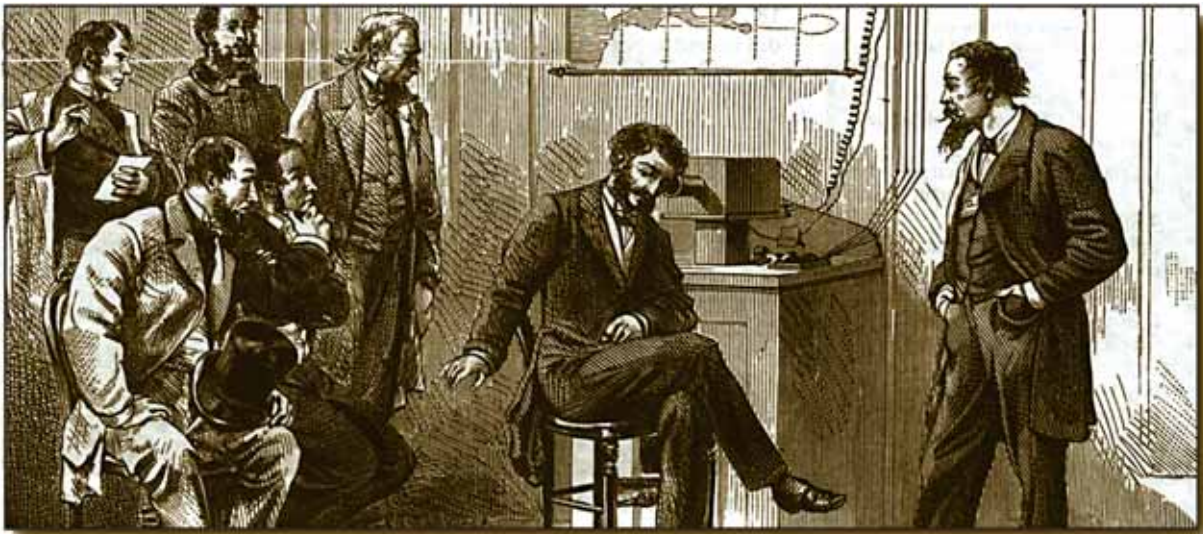


1850.
Máquina de chispas

1868.
Instrumento de medida



1876.
Alexander Graam Bell



THOMAS ALVA EDISON



Thomas Alva Edison

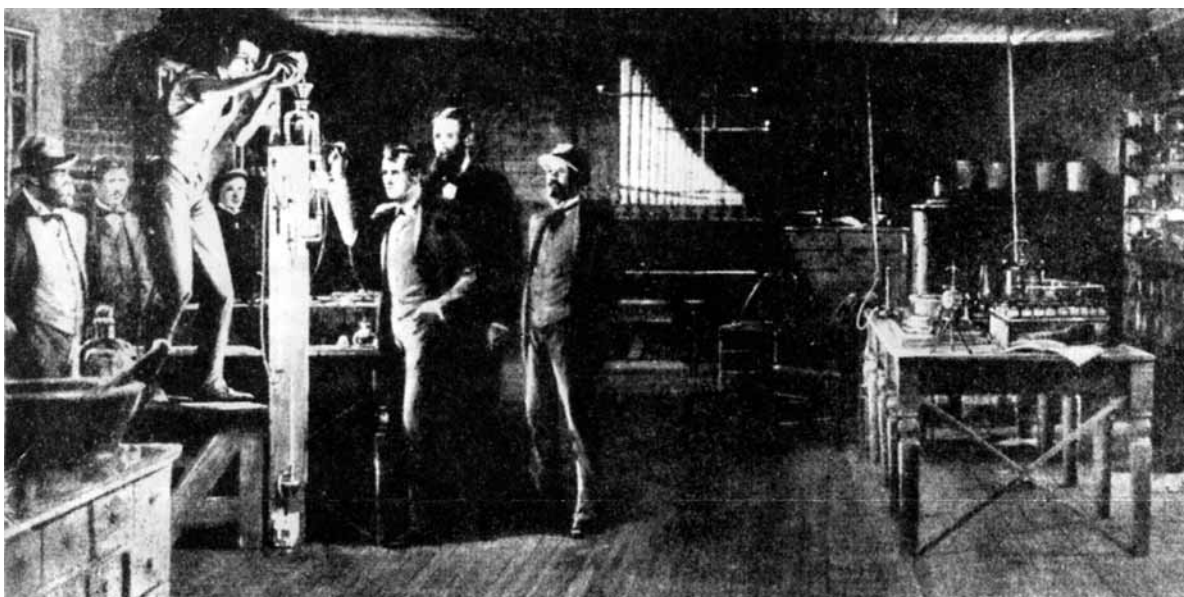
A pesar de que otros colegas suyos hayan inventado lámparas incandescentes antes o al mismo tiempo que él, se le considera, gracias a su perseverancia, ingenio, intuición y previsión el padre de esta fuente de luz.

hijo tuvo una corta vida escolar pues fue expulsado tres meses después de empezar, acusado de excentricismo y falta de interés, pero no se quedó sin educación pues su madre haría horas extras en casa con él.

Ganó su primer dinero como vendedor de periódicos en los trenes de la línea Grand Trunk Railway entre Port Huron y Detroit, porque estando en plena guerra civil vender noticias era un buen negocio y pronto empezó a imprimir su propio periódico, *The Weekly Herald*, basándose en informaciones que recogía de los telegrafistas a lo largo de la línea de trenes. Como pronto aprendió a telegrafiar dejó su empleo como vendedor de periódicos y trabajó durante varios años en diferentes compañías telegráficas del Medio Oeste. Dado en enorme

EDISON EL JOVEN

Nació el 11 de febrero de 1847 en Milán, Ohio, Estados Unidos y murió en West



Menlo Park

Orange en 1931. Su padre, de origen holandés, era fabricante de sillas de madera de pino y suministraba a toda la ciudad. Su madre era maestra en la escuela local. El

interés que suscitaba en él todo lo que oía a técnica no fue nada extraño que al poco tiempo tratase de mejorar el telégrafo.

EDISON EL HOMBRE

Su primer invento fue una máquina para el recuento automático de votos que no llegó a venderse bien, pero poco después tuvo su primer gran éxito con la invención del telégrafo de bolsa y del telégrafo múltiplex. Pudo vender los derechos por 40.000 \$ US que le convirtieron en un hombre rico y en ese momento decidió dedicar su vida a la invención de nuevos aparatos para ello fundó en 1870, en Newark, una fábrica de material eléctrico. Seis años más tarde montó en Menlo Park un laboratorio de investigaciones y desde entonces los inventos se sucedieron (llegó a registrar hasta 2000 patentes), siendo uno de los más importantes y conocidos el fonógrafo en 1887.

No se sabe exactamente cuándo Edison empezó a preocuparse por lograr desarrollar una bombilla eléctrica. Se supone que en 1859, cuando estaba trabajando en su telégrafo, entró en contacto con un ingeniero electricista, Moses G. Farnes que trabajaba en una lámpara incandescente con filamento de platino y que iluminaba su casa en Newport con 42 de estas lámparas encendidas al aire libre. Existe otra versión que asegura que su interés por la lámpara incandescente fue avivado al visitar en 1878 la fábrica de máquinas dinamoeléctricas y lámparas de arco de Willian Wallace en Ansonia-Connecticut que había sido abierta cuatro años antes. Al salir de los talleres parece ser que Edison dijo a Wallace:

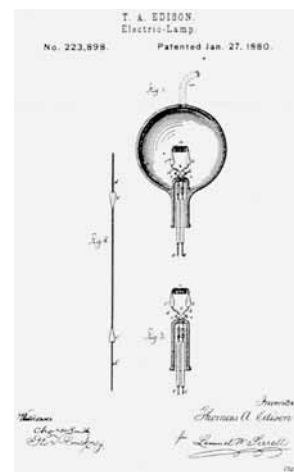
"Me da la impresión de que voy a superarle en la fabricación de la luz eléctrica, no creo que usted esté en el buen camino".

En septiembre de ese mismo año dijo a la prensa que ya tenía una idea de cómo la luz eléctrica se podía llevar a la práctica para uso general y que además los costos de explotación serían considerablemente más bajos que los correspondientes al gas.

"Las velas eléctricas deberán producir una luz agradable, no demasiado agresiva y debe ser posible encenderlas y apagarlas con la misma facilidad que el gas. No pueden ser fabricadas con electrodos de car-

bón que se queman enseguida, hay que encontrar un metal que pueda ser llevado a la incandescencia mediante corriente eléctrica y aguante un tiempo prudencial antes de consumirse, como por ejemplo el platino, que da una buena luz si es atravesado por cierta cantidad de electricidad, pero que llega a fundirse si la corriente es demasiado alta."

Llegó a admitir que sus experimentos con platino no le habían desanimado pero terminó admitiendo: —"Tengo que encontrar algo mejor."—



Documento de la patente

En cierta ocasión y en público admitió que ya había resuelto el problema, que en poco tiempo el centro de Nueva York iba a estar iluminado por 500.000 lámparas incandescentes, dando lugar a que las acciones de las sociedades de gas en la bolsa de Londres bajaran el 12%.

El físico S.P. Thomson llegó a comentar:

"Cada intento de inventar una lámpara incandescente debe fracasar. La afirmación de Edison en cuanto a la distribución de la corriente atestigua su ignorancia total de todos los principios fundamentales de la electricidad y de la dinámica".

Después de varios experimentos preliminares, empieza a trabajar seriamente en 1878 y en su cuaderno anota:

"El objetivo es lograr una imitación perfecta de todo lo que hace el gas para que

este pueda ser sustituido por aquel. Debemos mejorar el alumbrado de tal forma que todas las condiciones naturales, artificiales y comerciales sean satisfechas"

En Octubre de 1878 fundó la Edison Electric Light Company con la intención de poseer, fabricar, operar y conceder licencias para todo tipo de aparatos capaces de producir luz calor y energía mediante la electricidad. Contaba como socios de esta empresa con Hamilton M. Twombly de la Western Union, W.H. Vanderbilt y el banquero J. Pierpont Morgan entre otros.

En cuanto a los filamentos incandescentes, también empezó sus experimentos con filamentos de platino, pero a pesar de utilizar diversos dispositivos que permitiesen una mayor duración o fusión prematura y al no conseguirlo, empezó a utilizar carbono en la fabricación. Primero con fibras de papel carbonizadas pero la patente correspondiente que había solicitado no le fue concedida ya que Sawyer & Man ya poseían el derecho prioritario. Continuó sus experimentos con todo tipo de materiales como el hilo, la madera, pelos, trigo, etc.

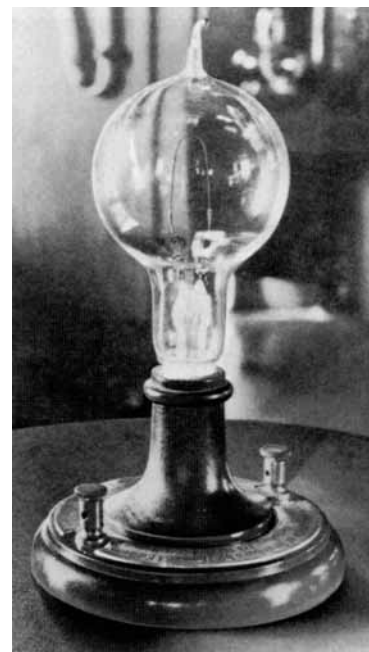
Consiguió su primer éxito en 1879 cuando una de sus lámparas con filamento de carbón permaneció encendida durante 40 horas. Edison y sus colaboradores llegaron a carbonizar más de 6000 diferentes materiales porque les parecían especialmente apropiados, llegándose a preparar una plantación de bambú que servía únicamente para la provisión de materia prima para la fabricación de filamentos incandescentes. El bambú como material para los filamentos no fue descubierto por coincidencia. Edison tenía una abanico de hojas de palma que también utilizó para sus experimentos, escribiendo en sus anotaciones lo siguiente:

"En aquel entonces yo examinaba todo bajo el microscopio, por ello cuando le tocó la observación al abanico pude comprobar que a su alrededor había bambú. Lo redujimos rápidamente a trozos y lo carbonizamos. Introdujimos estas fibras en las lámparas y pudimos verificar con alegría que estas lámparas eran mucho mejores que

todas las anteriores. Comprendí que era por el bambú y mandé a uno de mis colaboradores a Japón en búsqueda de bambú."

La patente para filamentos de algodón carbonizado que Edison solicitó el 4 de noviembre de 1879 le fue otorgada bajo el número 223 898, el 27 de enero de 1880, en cuya memoria se puede leer:

—"He descubierto que un filamento de algodón carbonizado que se introduce en un recipiente de vidrio del cual el aire ha sido evacuado a una millonésima de atmósfera, posee una resistencia que oscila de 100 a 500 ohmios, permaneciendo así aún a temperaturas muy altas. El recipiente de vidrio está fabricado de una sola pieza, los hilos de alimentación se introducen por el casquillo de vidrio y se conectan a los filamentos de carbono. El recipiente está cerrado herméticamente."—



Primera lámpara

Ya se sabía que la vida de los filamentos incandescentes aumenta a medida que aumenta el vacío dentro de la ampolla de vidrio. La invención de la bomba de vacío de mercurio por Wilhelm Sprengel sirvió para solucionar el problema. Precalentando las ampollas y los filamentos, Edison logró aumentar el vacío, allanando el camino para

la fabricación de lámparas incandescentes eléctricas.

Al fin una lámpara de filamento de carbón quedó encendida durante varias centenas de horas. A raíz de la publicación de la noticia el 21 de diciembre de 1879 por parte del "New York Herald", miles de curiosos inundaron las proximidades del laboratorio de Edison en Menlo Park para poder contemplar las 60 lámparas incandescentes que este había encargado colocar en postes en los alrededores.

En balance realizado el día siguiente pudo constatar un gran desorden, la ausencia de una bomba de vacío y de 8 lámparas incandescentes.

Edison reconocía la amplitud del problema que podía significar la implantación generalizada del alumbrado eléctrico, ya que era imposible que cada usuario tuviera su propio generador había que pensar en una alimentación centralizada similar a la del gas.



Si nos damos cuenta es una situación parecida a la que vivimos al día de hoy respecto a la implantación en todas las ciudades del cable óptico: la historia se repite.



Escaparate del día de Edison en 1915 En Rikers Drug Store, 200 Broadway. New York

Según los proyectos de Edison la corriente suministrada por las centrales tenía que distribuirse a las fábricas, tiendas y casas a través de una red de conductores de cobre aislados (en tubos o cables) con las ramificaciones correspondientes, igual que el sistema que utilizaban las fábricas de gas, por una red de tubos, para distribuirlo. Cuando, gracias a los transformadores se pudo constatar que era posible la transmisión a distancia de grandes potencias sin merma notable de la tensión de suministro fue posible establecer esta alimentación centralizada.

Edison proyectó cada detalle, a partir de la compañía de electricidad hasta la lámpara y sus accesorios. El casquillo, por ejemplo, gracias al cual todavía hoy millones de lámparas son introducidas en el portalámparas, es una invención de Edison y por ello lleva su nombre. Otra invención importante de Edison es el fusible que corta automáticamente el circuito en caso de sobrecarga o de un cortocircuito. También mejoró el círculo magnético de la dinamo, aumentando su rendimiento del 50 al 90% aproximadamente. Y como ya hemos mencionado en otro lugar, proyectó un primer contador de electricidad, el electrómetro.

EDISON Y SUS FOBIAS

En una entrevista que le realizó Robert Harborough para "The Pall Mall Gazette" el 19 de agosto de 1889 le pregunta:

—*"¿Qué le parece la forma de ejecutar la pena de muerte por medio de la corriente alterna?"*

—Es un tipo de electricidad ideado por Westinghouse y lo están utilizando para ese macabro uso, muy en contra de su voluntad.

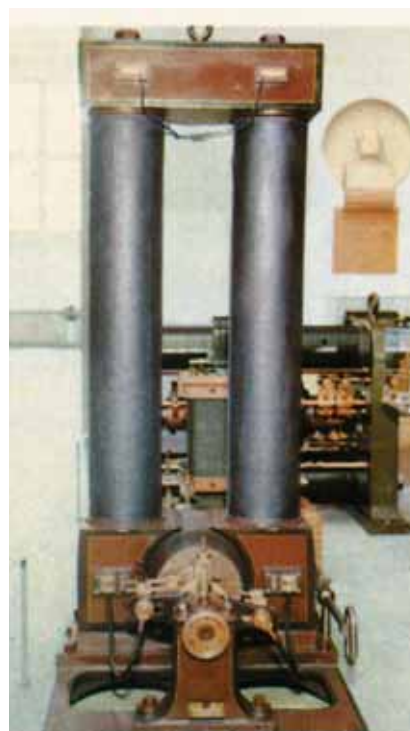
—Le indigna que sus estudios sobre la ciencia de la electricidad hayan sido utilizados de semejante forma.

—Por mi parte, también soy contrario a la pena de muerte. Que les pongan a trabajar, pero que no los maten."

En otra ocasión defendió a ultranza la corriente continua frente a la alterna a la

que atribuía poderes malignos, cómo por ejemplo, la peligrosidad, siendo consecuencia de ella la posibilidad de una electrocución más sencilla con la alterna. No es de extrañar su pronunciamiento respecto a la silla eléctrica.

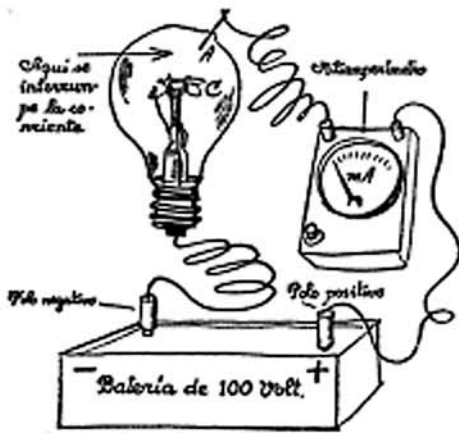
La razón de esta aversión a la corriente alterna habría que buscarla en la complicación que su aplicación entrañaba y más en un momento en que se estaban descubriendo aún sus propiedades físicas y Edison era una persona autodidacta.



Dinamo de Edison

EDISON Y EL EFECTO TERMOIÓNICO

En cierta ocasión y con el sano propósito de crear un buen soporte para el filamento, se le ocurrió la idea de hacerlo desde el exterior de la lámpara, más o menos como se aprecia en el dibujo y pudo constatar que se creaba un circuito externo sin que hubiera una lógica para que así fuera. La explicación: al calentarse el filamento emitía electrones que atravesaban el espacio existente entre este, que hacía de cátodo y el soporte que hacía de ánodo. Se acababa de descubrir el efecto termoiónico o la lámpara diodo.



Efecto termoiónico

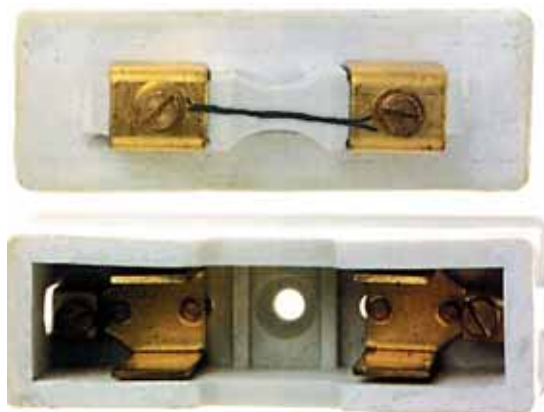
EDISON Y EL ACUMULADOR DE FERRO NIQUEL

El acumulador de Edison de Ferro-níquel, cuyo funcionamiento se basa en principios análogos a los del acumulador de plomo, da lugar a reacciones químicas en las que están implicado compuestos de hierro. A pesar de tener algunas ventajas respecto a los de plomo, como por ejemplo una mayor solidez y un menor peso, en la práctica están menos difundidos debido a su mayor costo y menor rendimiento. Esta versión de acumulador está más próxima al que conocemos de Níquel-Cadmio que al de plomo.

EDISON Y EL FUSIBLE DE PLOMO

En 1878 crea los fusibles de plomo, que permiten proteger las instalaciones de alumbrado eléctrico contra los cortocircuitos.

Al hacer experimentos con sus lámparas incandescentes observa a menudo que el filamento de papel carbonizado o fibras de madera o textiles, también carbonizadas, se rompen; que las conducciones de alambre se descomponen o que los aislamientos de los conductores se deterioran, provocando con ello posibles cortocircuitos, que son muy dañinos para las fuentes de suministro, las dinamos, por ejemplo, donde se aprecia destrucción de bobinados o deterioro del colector. Edison encuentra la solución al problema intercalando en los circuitos un tapón provisto de un alambre de plomo que, en caso de que la intensidad de la corriente aumentase en exceso se fundía sin que se produjesen daños en el circuito, siendo además un elemento de fácil reposición y de aplicación general ya que se puede fabricar para una serie de intensidades.



Portafusible con hilo

JOSEPH WILSON SWAN

Nació el 31 de octubre de 1828 en Sunderland, cerca de Durham. Su padre era el propietario de una empresa que fabricaba concentrados para las limonadas.



Dejó la escuela antes de los 14 años.

Se dice que su primera experiencia con la electricidad, particularmente impresionante y espectacular data de aquella época. John Ridley, un amigo de la familia, poseía un aparato electrostático y utilizó a Swan para hacer una demostración. Hizo sentar al joven en una silla y lo conectó, acto seguido, a la máquina hasta que de su nariz y dedos salieron chispas.

Swan decidió empezar un aprendizaje en la droguería Hudson & Osbaldison en Sunderland. Durante su tiempo libre, sin embargo, empezó a desarrollar una lámpara de incandescencia eléctrica junto con su futuro cuñado. Su tentativa falló porque no se conocía un material adecuado para la fabricación de filamentos incandescentes y no existía entonces la facultad de conseguir un gran vacío para el recipiente de la lámpara. Por ello Swan dirige sus esfuerzos hacia otros trabajos. Primero como empleado, después como asociado, en una empresa en Newcastle que fabrica placas fotográficas, ocupándose intensivamente en el complicado proceso de la fotografía.

En una habitación oscura, se extiende colodión, conteniendo sales disueltas, sobre una placa bruñida, después se sumergía la placa, durante un corto tiempo en una solución de nitrato de plata. La placa sumergida se insertaba en la caja del aparato

fotográfico, se exponía a la luz y se la volvía a la habitación donde se la revelaba con algunas sustancias químicas como vitriolo, cianuro potásico, sulfato de sodio. Hacer una fotografía de un paisaje no era posible a menos que el fotógrafo llevara todo un equipamiento con todas las sustancias necesarias.

En 1871, Swan recurrió a desarrollar la mezcla fotográfica con bromuro de plata. Las sales de plata fotosensibles eran mezcladas con colodión, la mezcla aplicada sobre un cristal y secada, un procedimiento que fue más tarde mejorado y refinado por el inglés Maddox y que revoluciona la fotografía. La patente que Swan obtiene por este procedimiento se la vende a George Eastman, fundador de la empresa Kodak Company. Ocho años más tarde, en 1879, Swan patenta el papel fotográfico de bromuro de plata que aún se utiliza hoy en día en la fotografía.

Estos éxitos hacen que renazca de nuevo en Swan el interés por la lámpara eléctrica leyendo las noticias concernientes a las experiencias realizadas por W.E. Staite y la descripción de la patente de J. W. Starr conseguida por una lámpara de incandescencia eléctrica que funcionaba gracias a unos trozos de carbón en una atmósfera de vacío.

Hacia 1860. Swan empezó a utilizar el cartón carbonizado. Recurrió a hacer el vacío en un bote de conservas de vidrio a la vieja usanza y no siendo capaz de mantener el vacío de nuevo interrumpió los ensayos.

En 1873 retoma el problema, esta vez con la ayuda del inglés Charles H. Stearn, un experto en materia de procesos de vacío.

Stearn era un empleado de banco de Birkenhead que en su tiempo libre experimentaba con éxito en los tubos de rayos catódicos de Sir Willian Crooks. Para estos ensayos Stearn utilizaba una bomba de vacío (un depresor) inventada por el alemán Sprengel. Hasta que en el mes de diciembre de 1878 Swan recurrió a la ayuda de Stearn y de Fred Topham, un joven soplador de vidrio, no llegó a realizar lámparas que funcionasen. Sin embargo la que presentó entonces en una reunión de la Chemical Society de Newcastle no funcionó nunca.

En enero de 1879 en Sunderland mostró, por primera vez, una lámpara incandescente que estuvo encendida durante toda la conferencia. El 3 de febrero repitió con éxito delante de más de 700 participantes de un curso en Newcastle y en marzo delante de 500 personas en Gateshead. De esta forma se adelantó a Edison algunos meses.

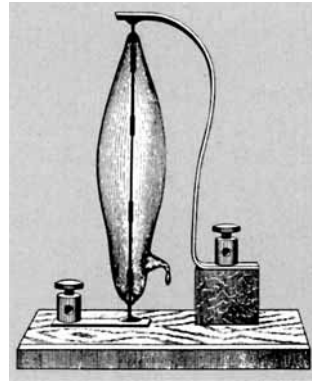
Tuvo, sin embargo, la mala suerte de que Edison había registrado patente para todas clases de filamento de carbono aún cuando sólo había realizado los ensayos preliminares y en ese momento Swan sólo podía presentar un filamento de carbono.

Swan va más lejos. Trata hilos de algodón con ácido sulfúrico para proporcionarles resistencia y elasticidad. Finalmente los filamentos luminosos que utiliza para sus lámparas incandescentes en 1879 no tienen más que un diámetro de 1 mm.

Aunque Stearn le recomienda registrar esos desarrollos como patentes Swan no considera que sus invenciones merezcan ser patentadas, pero Edison cuando aplica un método parecido si que lo patenta.

Cuando Swan tiene conocimiento del éxito de Edison con su espectáculo luminoso la noche de San Silvestre de 1879 en Menlo Park, le escribe inmediatamente una carta:

"Hace quince años que utilizo papel y cartón carbonizado para la fabricación de una lámpara incandescente. El filamento que he utilizado tiene la forma de una he-



Lámpara de Swan

radura como el que Vd. describe, Señor Edison. Por ello no he rehusado fabricar un filamento duradero como deseo pero desde hace mucho tiempo de experimentar ha sido en los últimos seis meses cuando he podido superar, creo, todos los problemas que causaron los descalabros sintiéndome ahora capaz de fabricar una lámpara incandescente duradera con un filamento de carbón incandescente"

Después de fundar la Swan Electric Light Company en 1880, Swan fue el primero en fabricar lámparas incandescentes en gran cantidad. En 1881 abre una oficina más grande en Brenwil, cerca de Newcastle. En el mismo año Swan visita la exposición de París donde la lámparas se exponen al lado de las de otros fabricantes, Edison, Maxim y Lane-Fox. El enorme interés que el público francés muestra por las lámparas anima a Swan a abrir otra fábrica en París. Vende sus derechos de patente para los Estados Unidos a la Brush Company de Ohio. En la revista sobre la electrofísica aplicada se puede leer en 1881:

"La luz de Swan en Glasgow. La primera exposición de esta luz tuvo lugar el día 12 de mayo en los locales comerciales de los señores D. y G. Graham, representantes para Escocia. Los locales estaban iluminados por 30 lámparas Swan adaptadas a todas las formas de iluminación de gas.

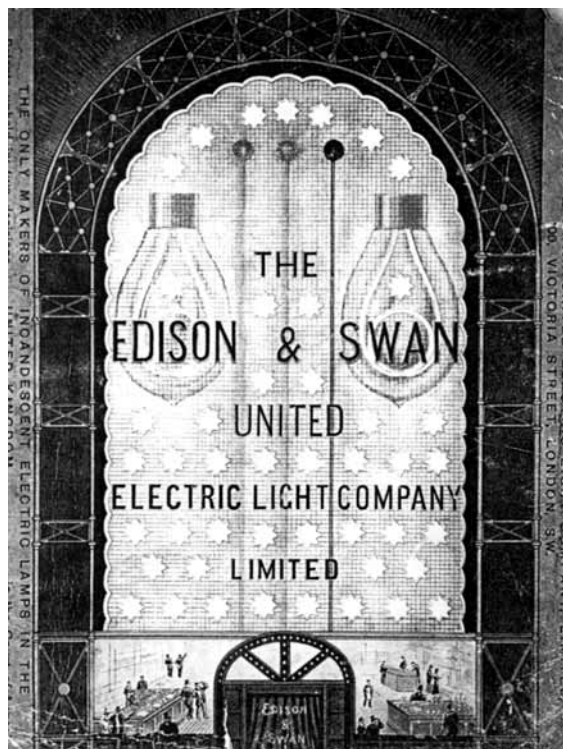
Había una gran variedad de globos de cristal, ricamente decorados. Algunos eran opales, otros coloreados, otros estaban montados en linternas chinas semi-transpa-

rentes y uno se encontraban en un acuario lleno de peces rojos. Una lámpara estaba equipada de largos cables flexibles de forma que se podía llevar a cualquier sitio de la sala."

En 1882, la casa Siemens & Halske se inscribió en la patente de Swan, comenzando a fabricar también lámparas incandescentes. Por aquél entonces Swan funda una nueva empresa mucho más grande en Londres: la Swan United Electric Light Company.

Una diferencia entre Swan y Edison (que hizo de nuevo valer sus derechos de patente), surgió de nuevo. Sin embargo los dos eran muy realistas en evaluar la situación, renunciaron a las acciones judiciales arreglando la situación amigablemente, decidiendo la fusión de las dos sociedades para crear la Edison & Swan United Electric. Co.

La nueva sociedad poseía desde entonces

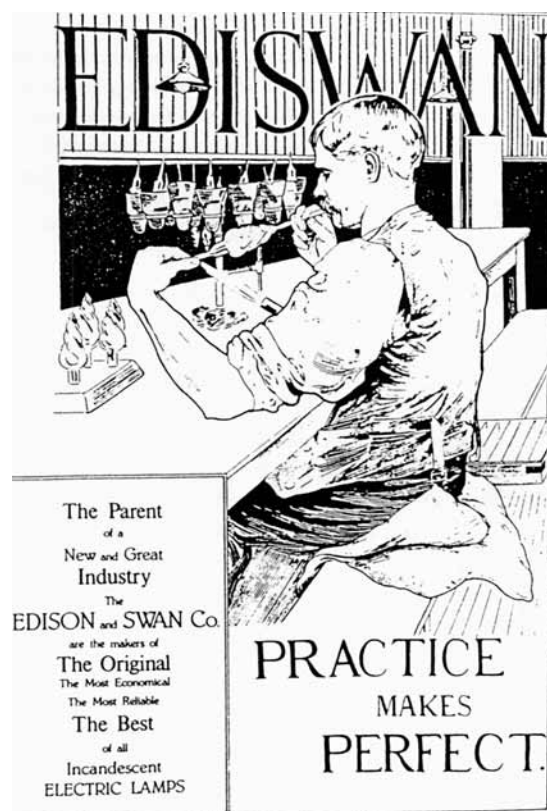


ces las patentes de Edison de 1879 y las patentes de Swan de 1880. Como Swan recurrió a probar que él había tenido éxito con sus experiencias antes de la obtención de

la patente por Edison, tenía derecho de usarla anteriormente lo que anulaba prácticamente la patente de Edison.

Con el fin de no dar oportunidad a la competencia, Swan y Edison se ponen de acuerdo para que únicamente los filamentos de carbono de Edison lleven la indicación "filamento incandescente" a causa de su diámetro más pequeño. De esta forma la patente de Edison seguía en vigor. Así nació el nombre de "EDISWAN", denominación que la firma Thorn ha estado ofreciendo hasta casi 1950.

Un hecho curioso: Swan y Edison no lle-

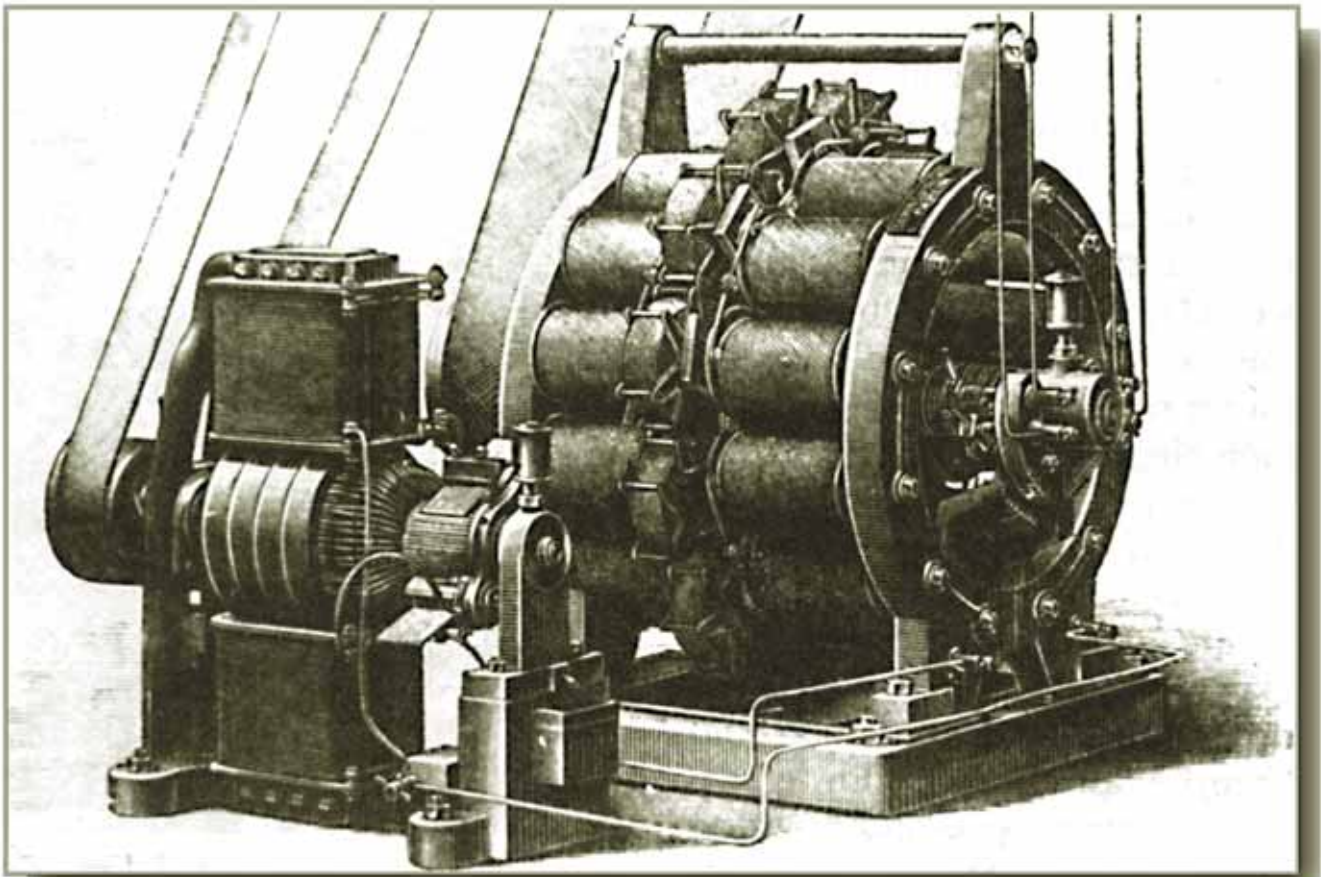


garon nunca a conocerse personalmente.

En 1883, Swan mejoró su tratamiento de filamentos luminosos. Mediante la pulverización de nitrocelulosa con pistola consiguió fabricar filamentos extremadamente regulares y resistentes. Esta técnica fue más tarde adoptada por la industria textil.

Por sus grandes méritos Swan recibió el reconocimiento en 1904. Murió el 27 de mayo de 1914 en Warlington, Surrey.

POR AQUELLOS AÑOS...



1892. Corriente alterna en lugar de continúa.

HEINRICH GOEBEL



Heinrich Goebel

Hijo de un jardinero nació el 20 de abril de 1818 en Springe am Deister, cerca de Hannover. Muy pronto mostró un gran interés por las ciencias naturales.

Después de terminar en la escuela los estudios primarios empezó un aprendizaje en casa de un óptico y después en la de un relojero. En su tiempo libre fabricaba relojes y aparatos ópticos y con la ayuda del profesor Mönnigh-

hausen que le ayudaba en todos los trabajos, se ocupó de la pila galvánica, de la lámpara de arco eléctrico y del barómetro de mercurio.

Fue el profesor Mönnighausen quien introdujo a Goebel en la Escuela politécnica de Hannover donde pudo fabricar aparatos ópticos y técnicos muy complicados, para la utilización en los cursos.

Le interesaba todo, particularmente la iluminación en la que desplegó varios intentos para desarrollar un nuevo tipo de lámpara de incandescencia según los principios de J.W. Starr.

En 1848 con 30 años decide emigrar a los Estados Unidos de Norteamérica con su mujer y sus dos hijos para buscar allí fortu-

na como tantos otros. Alquila un pequeño local en Monroe Street en Nueva York abriendo su propio negocio como óptico, relojero y joyero. Ya que su comercio no tiene el éxito deseado busca un reclamo para atraer la atención de los clientes. Instala una pila carbón-zinc sobre el tejado de su casa y con la ayuda de la corriente genera arcos luminoso deslumbrantes. Los vecinos sorprendidos por el brillo avisaron a los bomberos, siendo arrestado por la policía. Una orden judicial le prohibirá finalmente perturbar el orden público.

No se desanima y sigue su camino de desarrollo de la lámpara pero sólo lo hace en el interior de su casa. El primer paso importante en la buena dirección fue reemplazar



los filamentos metálicos por bastoncillos de carbón y más tarde por fibras de bambú que cortaba de una caña y que trataba de carbonizar en una atmósfera de vacío. Teniendo la experiencia en la fabricación de



barómetros de mercurio, Goebel sabía cómo hacer el vacío en frascos de agua de colonia con la ayuda del mercurio. Las primeras lámparas conseguidas, fabricadas de esta manera, en 1854 lucieron cerca de 200 horas y no tuvieron otra utilidad que iluminar el interior de su casa.

Nadie reconoció la importancia de su invento. La fabricación no obstante se complicaba porque era necesaria una pila relativamente grande como fuente de energía y siendo emigrante Goebel no tenía relación con la industria americana que de otra forma podía haber explotado comercialmente su invención, añadiéndose además el hecho que había invertido sus recursos financieros en otras experiencias no teniendo los medios económicos necesarios para proteger bajo patente su descubrimiento.

Para resolver sus problemas financieros instaló un telescopio de seis metros de largo en una carroza y durante las noches claras atravesaba New York y a los interesados les dejaba contemplar las estrellas por una pequeña cantidad de dinero. Lámparas incandescentes que podían ser encendidas y apagadas desde el asiento del cochero animaban esta atracción.

Más de 60 fábricas de lámparas existían a estas alturas del siglo XIX y es que en los

años 80 en los países industrializados las fábricas de bombillas surgían como champiñones. La mayoría de estas empresas violaban la patente de Edison de 1880. La General Electric Company, titular de la patente, tratando de hacer valer sus derechos antes de la expiración de la misma, intenta una acción legal por falsificación contra todas las empresas implicadas.

El proceso tiene lugar en 1893 y el representante de la Beacom Vakuum Pump Corporation, una de las empresas denunciadas por falsificación de patente, declara ante el tribunal que conoce a un hombre que 25 años antes que Edison había fabricado lámparas con fibras de bambú carbonizadas.

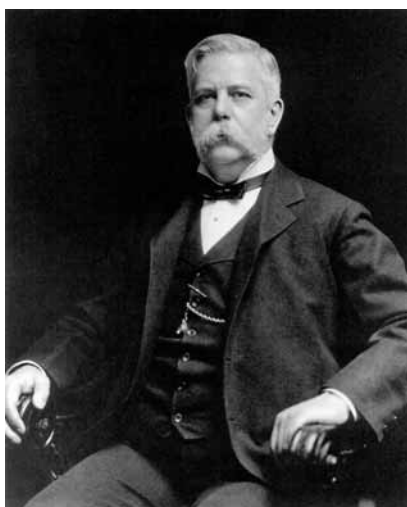
Se recurre a buscar a Goebel que fue citado a declarar delante del tribunal pudiendo probar que era capaz de fabricar fibras, hacer el vacío, presentando ante el tribunal los primeros resultados de su invento que ya tenían más de 40 años.

La demanda de la empresa General Electric Co. Fue inmediatamente rechazada por el tribunal.

"A los 75 años Heinrich Goebel recibió finalmente el reconocimiento de sus méritos poco antes de su muerte..." (Extracto de un libro publicado en 1995 por la Oficina de Turismo de la ciudad de Springe).

Hay que reconocer que la invención de la primera lámpara utilizable debida a Goebel tubo mucha importancia para el inicio de investigaciones internacionales que desembocaron finalmente en el descubrimiento de lámparas incandescentes perfeccionadas.

GEORGE WESTINGHOUSE



Nació el 6 de octubre de 1846 en Central Bridge cerca de New York. Cuando tenía 6 años su familia se trasladó a Schenectady donde su padre abrió un almacén para la venta de máquinas agrícolas y motores accionados por vapor siendo así como Westinghouse entra en contacto con el mundo de la técnica en edad temprana, siendo por ello lógico y poco sorprendente que empezase a interesarse profundamente por éste y a estudiarlo con detalle.

Empezó construyendo un sistema de frenado con aire comprimido que debía sustituir a los frenos de levas utilizados hasta entonces por las locomotoras de los ferrocarriles americanos. En 1869 fundó la Westinghouse Air Brake Company que debería ser la piedra de su imperio.

Intentando mejorar su sistema de frenado Westinghouse tuvo su primera experiencia con la electricidad. Pensando, que la desactivación de la acción de sus frenos de aire comprimido gracias a señales eléctricas significaría una mejora, dio orden de desarrollar un sistema a la compañía Unión

Switch & Signal Corporation.

En 1885, Westinghouse consigue la patente de un transformador de corriente alterna que significó su entrada rotunda en el sector eléctrico. En 1886 funda la Westinghouse Electric Company.

En 1877 adquiere la Weston Electric Light Co. y en 1878 la United States Electric Light Co., dos fabricantes de lámparas de arco. En 1888 compra igualmente la Consolidated Electric Light Co. del grupo Thomson Houston y con esta las patentes para lámparas incandescentes de Sawyer & Man.

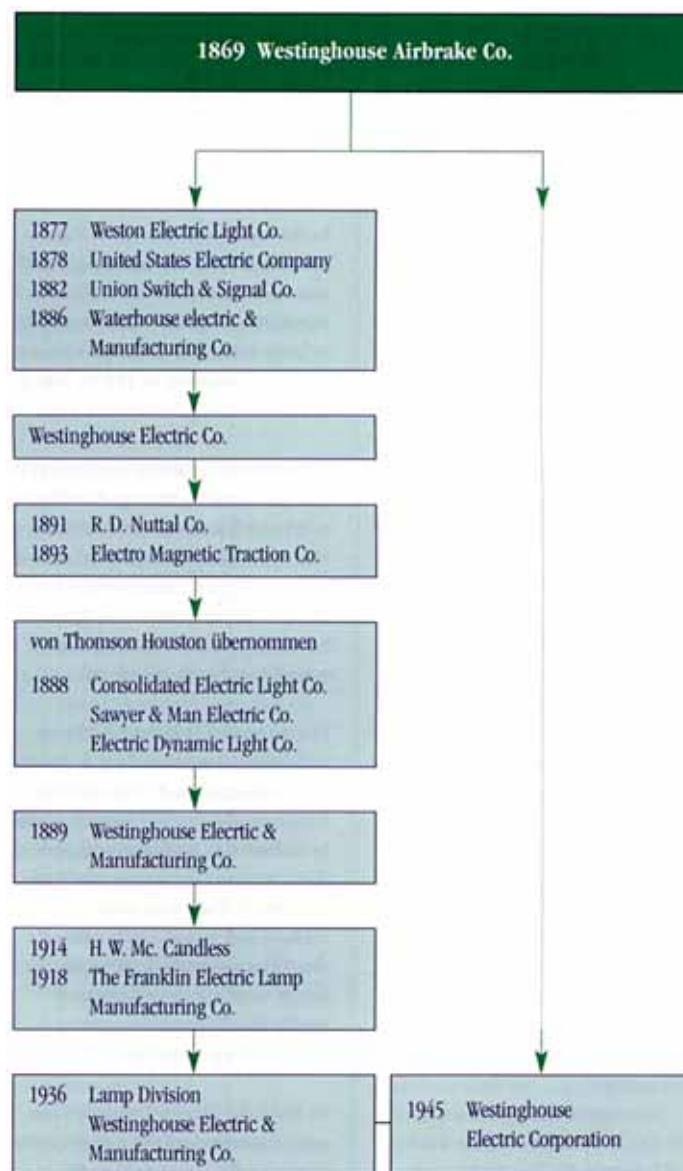
George Westinghouse dependía totalmente de esta producción de lámparas incandescentes ya que le habían adjudicado el encargo de realizar la iluminación de la Columbian Exposition de 1893 en Chicago y deseaba aprovechar esta circunstancia para demostrar a gran escala la transmisión de la luz eléctrica en corriente alterna con la ayuda de sus transformadores. Para ello necesitaba lámparas que no violaran ninguna de las numerosas patentes de Edison y ya que el mismo Edison era un fuerte competidor, Westinghouse no deseaba utilizar ninguna de las lámparas de este.



Sin embargo es necesario decir que esta exposición no era solo la razón del éxito de Westinghouse. En 1907 la Westinghouse Lamp Company fue integrada en el grupo Westinghouse.

George Westinghouse murió en 1914. Más tarde Nikola Tesla, de quién Westinghouse había obtenido las patentes para los transformadores de corriente alterna, escribió:

"George Westinghouse era, a mi entender, el único hombre en el mundo que podía imponer mi sistema de corriente alterna bajo las condiciones de la época; era el único que podía ganar la batalla contra todos los prejuicios y contra el poder del dinero. Era uno de los grandes hombres de honor y no sólo América puede sentirse orgullosa de él, ya que merece el reconocimiento de la humanidad entera."



SIR HIRAM STEVENS MAXIM

Nació el 5 de febrero de 1840 en Sanguerville (Maine). Después de haber trabajado en diferentes fábricas se empleó en la United States Electric Lighting Company donde se ocupó de la fabricación de lámparas de arco, a la vez que estudiaba la luz eléctrica incandescente.

En 1877, Maxim construyó su primera lámpara incandescente que funcionaba con una lámina de platino tenso por un resorte. Cuando la lámina de platino se dilataba por acción del calor, un circuito entraba con una resistencia bobinada. Como muchos otros estudiosos de la luz incandescentes, Maxim no estaba en principio seguro si el platino o el carbón era el material más adecuado para la fabricación de filamentos incandescentes, realizando ensayos con cartón carbonizado

En 1879 la United States Electric Lighting Company empezó su producción de lámparas incandescentes bajo la dirección de H.S. Maxim que había sido nombrado ingeniero jefe.

La primera instalación de lámparas incandescentes bajo su dirección fue realizada en la sala de lectura de la Safe Deposit Company de New York casi al mismo tiempo que una instalación con las primeras lámparas de Edison. Contrariamente a las lámparas de Edison las lámparas de Maxim contenían ya los filamentos incandescentes perfeccionados con un tratamiento de hidrocarburos del que Maxim consiguió la patente en octubre de 1880.

En una visita a la oficina de Edison en Menlo Park, Maxim recurrió a disuadir algunos empleados de Edison ofreciéndoles un salario más elevado. El soplador de vidrio alemán Böhm, que había tenido un papel

importante en el desarrollo de la lámpara de Edison, estaba entre los que volvieron la espalda a Edison. Algunos meses más tarde, Maxim lanza una nueva lámpara, imitación de la de Edison con la salvedad de que la Maxim presenta un filamento en forma de cruz de Malta y la de Edison tiene forma de herradura de caballo.

Edison interpone inmediatamente querrelas legales contra Maxim y Böhm pero antes del inicio del proceso los dos pedirán su despido a la United States Electric Lighting Company.

Böhm volverá a Alemania mientras que Maxim emigra a Inglaterra donde desarrolla la primera ametralladora enteramente automática que formará mas tarde parte del equipo normal de la armada británica.

En 1884 fundó con su socio Vickers la Maxim GU Company cuyo nombre fue mas tarde cambiado por Vickers Ltd.

En 1894, Maxim concibió una máquina volante movida por vapor que no construyó nunca. En 1900 le fue concedida la nacionalidad inglesa a la que había mucho tiempo aspirado y un año más tarde fue ennoblecido. Sir Hiram Maxim murió el 24 de noviembre de 1901 en Streatham.

La United States Electric Lighting Company que fue adquirida por la casa Westinghouse Electric & Manufacturing Co. en 1889, continuó la fabricación de lámparas de Maxim.

BREVE HISTORIA DE PHILIPS

GERARD PHILIPS

El banquero Frederik Philips, de Zaltbommel financió una pequeña fábrica en Eindhoven para su hijo Gerard.

El joven, al igual que muchos de su época, había realizado experimentos con la luz eléctrica. También estaba entusiasmado con lo que, en 1879, el americano Thomas Alva Edison había presentado en Menlo Park, New Jersey, en la costa este de los Estados Unidos: la lámpara incandescente.



Gerard pasó por un periodo difícil, como todo nuevo empresario siendo durante los primeros años todo a la vez: encargado de compras y ventas, promotor, jefe de personal y redactor de cartas comerciales pero la habilidad demostrada para producir estas lámparas de forma adecuada y en grandes cantidades, hizo que la empresa despegara rápidamente, no cesando de crecer en los años siguientes. Tras ese arranque significativo, en cuanto a sus primeras fabricaciones de lámparas, Gerard pidió a su hermano que reforzara los efectivos de la joven empresa, dividiéndose con ello el trabajo. De esta manera, uno pasó a ocuparse de

los aspectos meramente técnicos, de investigación y producción y el otro se especializó en las técnicas comerciales. Esas dos grandes líneas de competencia de la empresa se han desarrollado hasta nuestros días.

En 1908, Philips contrató a su primer tecnólogo. En aquel entonces ya se había identificado el wolframio como un metal muy apropiado, aunque de difícil elaboración, para los filamentos. Cuando en 1908, el americano Coolidge consiguió estirar los filamentos de wolframio, Gerard Philips fue uno de los primeros, en 1911, en introducir en el mercado lámparas de filamentos estirados. En 1912 se dio de nuevo una importante mejora: la ampolla de vidrio, hasta entonces vacía, se llenó primero con nitrógeno. Otra mejora consistía en arrollar el filamento en forma de espiral. Actualmente los filamentos suelen ser de doble espiral, para conseguir un mayor rendimiento.

Otro adelanto significativo lo constituyó la incorporación de gas inerte en el vacío de la ampolla de la lámpara.

La gama de lámparas se iba ampliando en Philips. Se introdujeron versiones para automóviles y se desarrollaron toda clase de productos especializados como las lámparas de proyección y las de los faros.



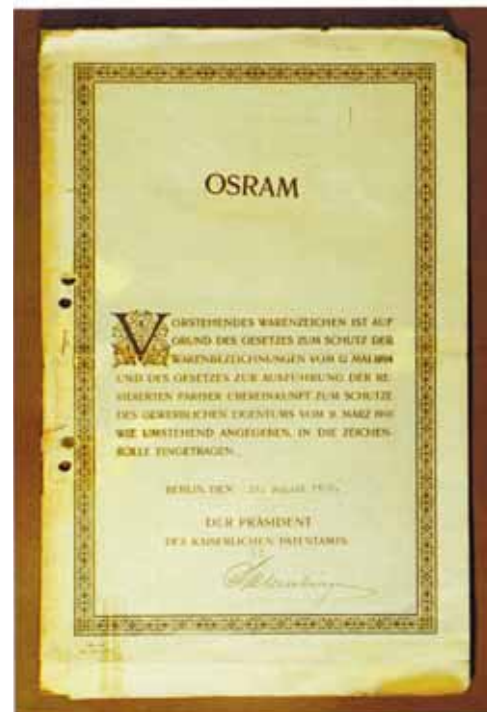
BREVE HISTORIA DE OSRAM

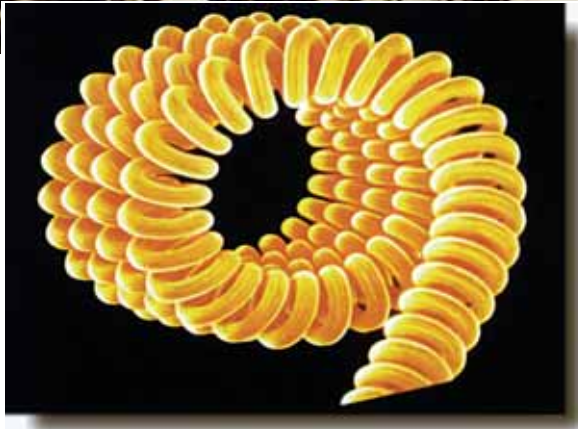
En 1906 se patenta el nombre de OSRAM parece ser que viene de la reunión de los dos metales OSMIO y WOLFRAM.

En OSRAM se reunieron, al asociarse en 1919, los conocimientos científicos y experiencias que los tres grandes fabricantes de lámparas incandescentes de Alemania, habían acumulado hasta entonces.

El 1 de julio de 1919 nació OSRAM mediante la fusión de las fabricas de lámparas incandescentes de Siemens & Halske, de Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, y de Deutsche Gasglühlicht-Aktiengesellschaft (Auergesellschaft), y la empresa OSRAM GmbH Kommandit-gesellschaft Berlín.

El nombre de OSRAM ya fue patentado en el año 1906 por la empresa Auergesellschaft para lámparas eléctricas incandescentes y de arco.





Beleuchtungs-Rezept!

Zur guten Beleuchtung gehören die richtigen Leucht- und Osram-Lampen. Die Osram-Lampen 40, 60, 75 und 100 Watt geben, je nach Größe, bis zu 20% mehr Licht. Man erspart die verbrauchten, alten Lampen durch die neuen Osram-Lampen, deren Lichtstärke sich auszeichnet!

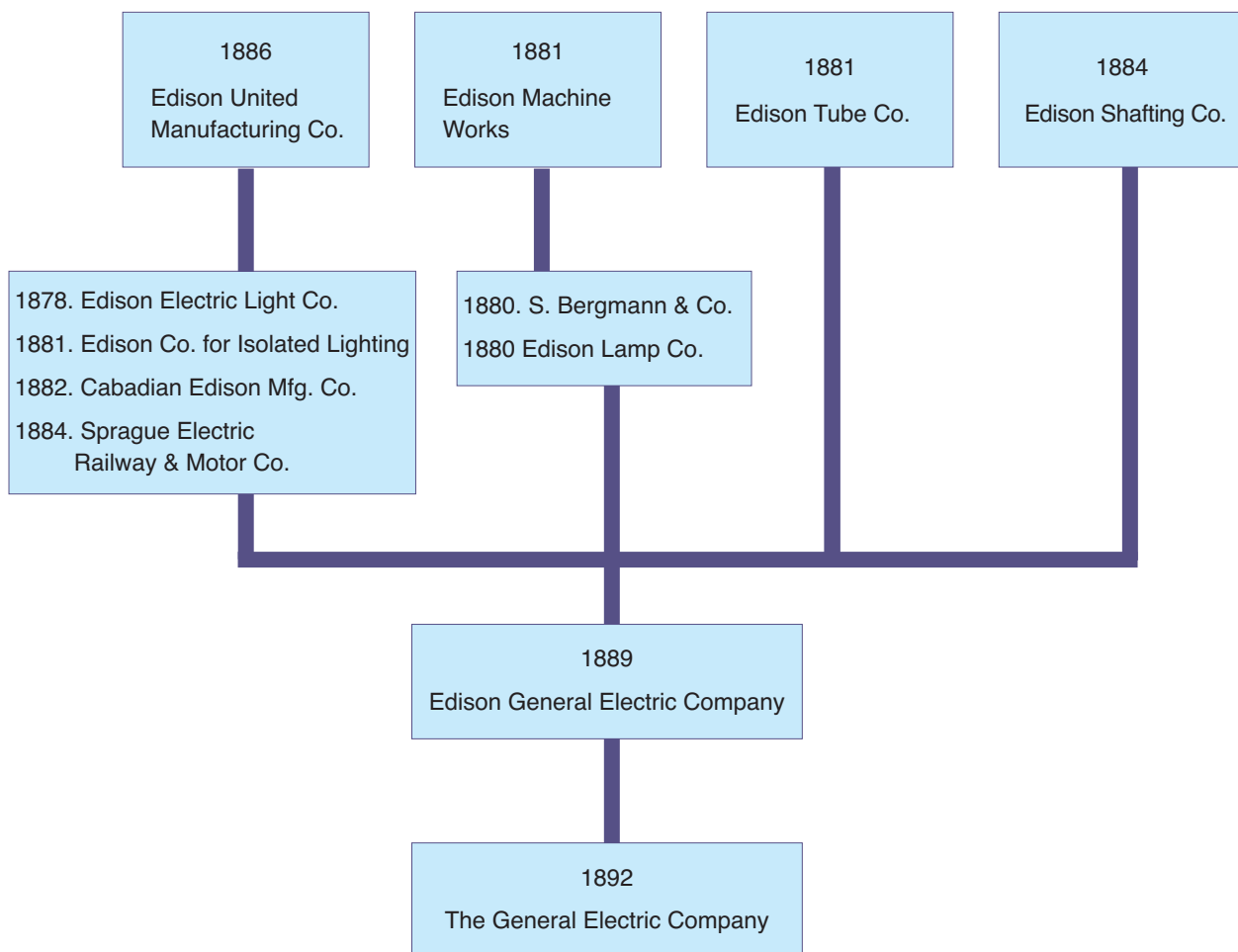
OSRAM-D-LAMPEN



BREVE HISTORIA DE GENERAL ELECTRIC COMPANY

A continuación se despliega un organigrama donde aparecen los movimientos de Edison que desembocan en la fundación, en 1892, de The General Electric Company, fruto de la fusión de la Thomson Houston

Electric Company con la Edison General Electric.

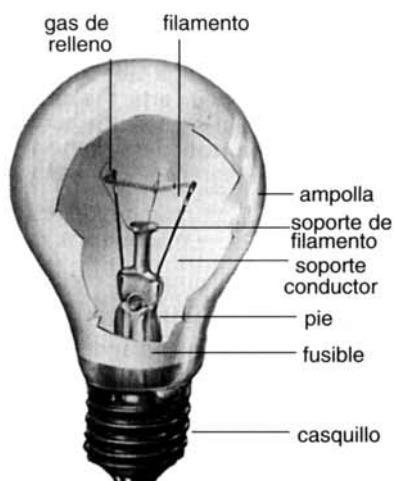




LÁMPARAS INCANDESCENTES ACTUALES. DESCRIPCIÓN GENERAL. ESPECTRO

La bombilla o lámpara incandescente tradicional genera luz mediante el calentamiento de un alambre o filamento al ser atravesado por la corriente eléctrica constante. Este calentamiento consigue una alta temperatura de tal forma que la radiación emitida se corresponde con distintas zonas (por lo menos tres) del espectro electromagnético y en una de ellas es la correspondiente a la luz visible.

Las lámparas se fabrican y comprueban conforme a las normas internacionales en vigor (IEC 64 y 432, NF-EN 60064 y 60432).



Componentes de una bombilla

Las partes principales de una lámpara incandescente son:

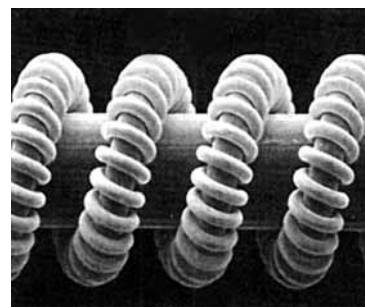
El filamento, los soportes del mismo, la ampolla, el gas de relleno y el casquillo.

EL FILAMENTO.

A mayor temperatura de este componente mayor será la parte de energía irradiada correspondiente al campo visible de

espectro y mayor será la eficacia (recordemos que por eficacia se entiende la cantidad de flujo emitido por unidad de potencia, lm/W). El filamento que se utiliza en las lámparas incandescentes modernas está hecho de tungsteno por tener un alto punto de fusión y un bajo grado de evaporación permitiendo de esta forma mayores temperaturas operativas y consecuentemente mayor rendimiento del que se podría obtener utilizando otros metales.

Se ha logrado mayor eficiencia lumínica enrollando el filamento en forma de espiral. El filamento enrollado en doble espiral además de aumentar la eficiencia en un 10% reduce el tamaño del filamento para una determinada longitud y es utilizado en muchos tipos de lámparas incandescente de uso general pues al estar enrollado presenta una superficie efectiva menor frente al gas de relleno y por ello la pérdida de calor por conducción y convección quedan reducidas al mínimo.



Detalle de un filamento

Como se aprecia en la fotografía el filamento espiralado se realiza enrollando el alambre de tungsteno alrededor de un núcleo de molibdeno, que posteriormente se disuelve en ácido.

* Breve reseña sobre el tungsteno.

Se le conoce también como volframio.

Se trata de un elemento metálico perteneciente al grupo de los metales de transición, de símbolo W, número atómico 74 y peso atómico 183,85.

Los anglosajones son los que le nombran como tungsteno.

No abunda en la naturaleza y los minerales que lo contienen, en concentraciones muy bajas, del orden del 0,5% al 2,0%, expresado como óxido de tungsteno, son la wolframita $[Fe, Mn] WO_4$ y la scheelita $[CaW O_4]$.

Propiedades físicas y químicas. Posee un brillo metálico gris-plateado, siendo un metal más bien duro, muy denso ($19,3 \text{ g/cm}^3$) dotado de un elevadísimo punto de fusión y de ebullición (3.410°C y 5.930°C , respectivamente).

A altas temperaturas se puede laminar, estirar y forjar.

Se utiliza aleado para formar elementos de extraordinaria dureza como el carburo de volframio que sustituye al diamante en muchas aplicaciones: escoplos, brocas, etc.

El volframio puro, en forma de hilos o barras, se emplea para la fabricación de filamentos de lámparas electrónicas y de incandescencia.

SOPORTE DEL FILAMENTO

Consiste en una base de vidrio, alambres conductores y alambres soporte.

La base, fabricada de vidrio al plomo, posee muy buenas propiedades de aislamiento eléctrico y facilita la fijación de los alambres conductores.

Los soportes conductores comúnmente se dividen en tres partes: la superior en la cual se suele enganchar o soldar el filamento, la central que es la que está unida con la base y la inferior que frecuentemente posee un bajo punto de fusión de forma que actúa como un fusible incorporado (a veces suelen ser dos los ramales).

Los soportes del filamento generalmente están hechos de molibdeno puro por ser este metal muy elástico y no presentar afinidad ninguna por el tungsteno.

LA AMPOLLA

Está formada por una cubierta de vidrio sellado que encierra al filamento evitando que este tome contacto con el ambiente exterior, cuyo oxígeno provocaría la fusión inmediata del mismo.

Su constitución es la variedad llamada vidrio cal-sodio, que es el tipo de vidrio más común y más económico.

Cuando la lámpara deba resistir altas temperaturas, como por ejemplo las halógenas, o variaciones importantes de aquella, se utilizan vidrios más resistentes, como por ejemplo los de dióxido de silicio fundido puro (cuarzo).

Según la utilización que vayamos a dar a la lámpara la ampolla se somete a distintos tratamientos:

- Acabado mate
- Opalinización
- Coloración
- Revestimiento espejado
- Espejos dicróicos y vidrios de color

Acabado mate. Se lleva a cabo por medio de un grabado con ácido en la parte interna de la ampolla que produce un terminado satinado con una difusión moderada de la luz, sin casi pérdidas.

Opalinización. Resulta más eficaz por crear mejor difusión que el acabado mate, pero a costa de una mayor absorción de la luz. Se lleva a efecto revistiendo el interior de la ampolla de una mezcla de polvo muy fino de sílice y dióxido de titanio. Esta es la técnica utilizada en la fabricación de las conocidas como Softone, Bella o no Soft, según los fabricantes.

Coloración. Se lleva a efecto con la aplicación de una capa de pintura en la superficie interna.

Nota: las lámparas reflectoras de color reciben una capa de laca en su superficie externa.

Revestimiento espejado. Es el utilizado en las lámparas reflectoras y se logra por la evaporación de aluminio al vacío y el que presenta una coloración dorada se consigue mediante la evaporación de una aleación de cobre y aluminio.

Espejos dicróicos y vidrios de color. Algunas lámparas y sobre todo las halógenas están provistas de un espejo especial conocido como dicróico y otras llevan un filtro de color. En ambos casos están formados por un número de capas alternadas de dos materiales con diferentes índices de refracción de forma que una de ellas refleja algunas longitudes de onda y transmite otras.

EL GAS DE RELLENO

La evaporación del filamento se reduce rellenando la ampolla con un gas inerte con lo que podemos elevar la temperatura del mismo.



Para las lámparas normales se emplea una mezcla de 1/3 de nitrógeno y 2/3 de argón y se utiliza sólo el vacío para potencias inferiores a 25 W.

A medida que la presión del gas aumenta, se reduce la evaporación del filamento con un aumento considerable de la eficiencia lumínica y de la vida de la lámpara.

Interesante: La presión a la que llega el gas es de 0,9 atmósferas en frío y 1,5 cuando está en funcionamiento.

EL CASQUILLO

Es la parte conductora que permite conectar el filamento de la lámpara al porta lámparas existiendo dos tipos básicos, el de rosca y el de bayoneta, utilizándose en distintas medidas, siendo las más comunes:

Edison	Bayoneta
E10	B15
E14	B22
E27	
E40	

Importante:

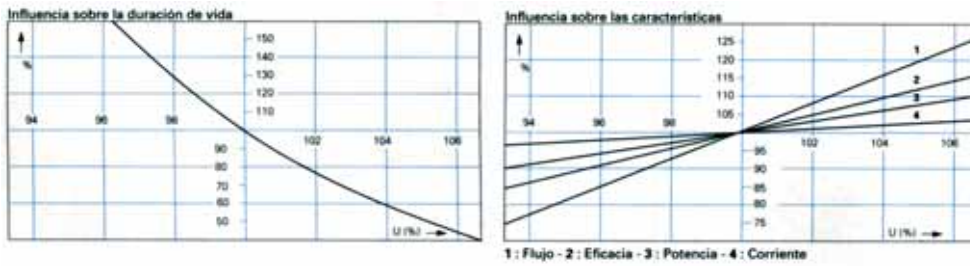
La letra indica en un caso el nombre del inventor y en el otro el tipo. El número es el diámetro en milímetros, siendo el latón y una aleación de aluminio-níquel los metales más utilizados. Luego veremos que la bakelita y otros plásticos han sustituido a estos. Normalmente los fabricantes realizan los casquillos de acuerdo con las normas internacionales en vigor (IEC 61-1, NF-EN 60061-1), adaptables a los casquillos de las luminarias normalizadas.



Filamento doble de tungsteno

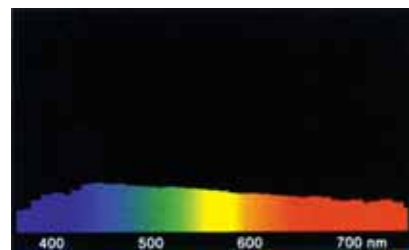
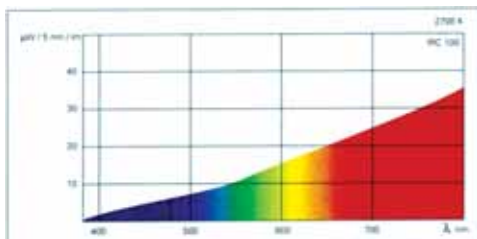
RENDIMIENTOS Y CARACTERÍSTICAS

Las características de las lámparas, potencia, flujo, luminoso y duración vienen dadas para un funcionamiento con una tensión nominal del filamento. En función de las variaciones de la tensión de la red de alimentación, las características eléctricas y luminosas de las lámparas incandescentes evolucionan según las curvas que figuran a continuación:



Las lámparas de incandescencia emiten una luz con espectro continuo que garantiza un índice de rendimiento cromático (IRC) ideal = 100. La temperatura de color es de 2700 ° K.

Podemos comparar su espectro con el de la luz solar *(D 65) "Iluminante patrón"



*Que es el espectro de la luz de día media".



Torre de refrigeración

FABRICACIÓN DE LÁMPARAS INCANDESCENTES

El material del filamento, tungsteno se encuentra, entre otros países, en Canadá, España, China y Corea.

Este metal no puede conseguirse por fundición, como el hierro, ya que tiene una temperatura de fusión demasiado alta, recurriendo por ello a un proceso mecanico-químico. Como el tungsteno es un material muy quebradizo el proceso de fabricación del filamento debe hacerse desde el principio con una gran pulcritud para que al estirarlo, en una fase posterior, se formen cristales largos y así mantenerlo estable a lo largo de la vida del mismo.

En primer lugar se prensa el polvo en

barras a una presión muy alta y a continuación se sinterizan*, se presan y laminan a un grosor de 2,7 mm.

A partir de este diámetro se estira el metal a través de toberas con aberturas cada vez más pequeñas, disminuyéndose así el tamaño, proceso a proceso.

Los filamentos más delgados tienen al final sólo un diámetro de 1/100 mm.

Para una lámpara de 220 V/ 60 W se necesita un alambre –filamento de casi 1 m de longitud.

Para que a una temperatura de servicio de aprox. 2500 °C, se obtenga la mayor



Polvo de tungsteno

Barras y alambre de tungsteno

Pie de lámpara, con todos sus componentes sueltos

Pie con filamento y ampollas

Lámparas incandescentes en vacío

Lámpara dispuesta para embalaje

cantidad de luz posible, garantizando al mismo tiempo una larga duración, el filamento debe enrollarse dos veces, trabajo que se lleva a cabo en bobinadoras automáticas de gran velocidad y ya en esta fase se efectúan las primeras comprobaciones.

El pie de cada lámpara se compone de las siguientes piezas: conductor de corriente, fusibles, platillo, tubo y soporte.

El pie sostiene el filamento y le proporciona la corriente.

En el platillo se juntan el pie y la ampolla.

En la máquina de hacer pies se montan las distintas piezas, se funden unas con otras las partes de vidrio y se refunden los conductores con el vidrio.

En la máquina de sujeción se sueldan los portafilamentos y se sujetan a la medida exacta. El pie y el filamento forman un cuerpo.

Las ampollas de vidrio se soplan automáticamente en máquinas de gran capacidad. La ampolla se une con el pie en la máquina de fundición, soldando el borde del platillo del tubo, con el cuello de la ampolla.

El siguiente proceso de elaboración se efectúa en la máquina de vacío y relleno.

El vacío se realiza por el tubo que se encuentra todavía abierto y se llena a continuación con una mezcla muy pura de gas raro, de argón y nitrógeno.

Después se suelda fundiendo el tubo, se enciende la lámpara y se comprueba por vez primera su funcionamiento.

La ampolla y el casquillo se juntan, a su vez, mediante una masilla especial, gracias a la máquina de encasquillar.

Los conductores se fijan soldándolos al casquillo.

Cada lámpara pasa por el control final antes de llegar a la máquina de embalaje, realizándose este proceso también de forma automática.

***SINTERIZACIÓN**

Proceso tecnológico que tiene por objeto la producción de objetos porosos llamados sinterizados. Para ello se utilizan polvos metálicos de diversa granulometría, comprimidos en prensas especiales a presiones muy elevadas ($10 \div 100 \text{ Kg/mm}^2$) y calentados, en una atmósfera neutra, a la temperatura conveniente, de tal forma que se produzca la fusión de los componentes de más baja temperatura o permita el desarrollo de fenómenos de difusión. Los materiales obtenidos son porosos y el grado de porosidad es función de las modalidades tecnológicas de producción, como las dimensiones de los granos de polvo, la presión del moldeado, las condiciones del calentamiento, la presencia de polvos de materiales no metálicos, etc. El procedimiento permite, entre otras cosas, obtener una distribución uniforme de cada uno de los componentes por toda la masa o una distribución según una ley prefijada, lo que no es posible efectuar con un forjado por fusión.

Esta operación también se la conoce con el nombre de pelletización, del inglés pellet que significa tableta.