

La batalla de las corrientes

En las últimas décadas del siglo XIX la electricidad salió de los laboratorios y se echó a la calle. Allí tuvo que librar, en algunos casos, interesantes batallas para implantar sus aplicaciones

Eduardo Aznar Colino
Joaquín Royo Gracia
Pedro Abad Martín



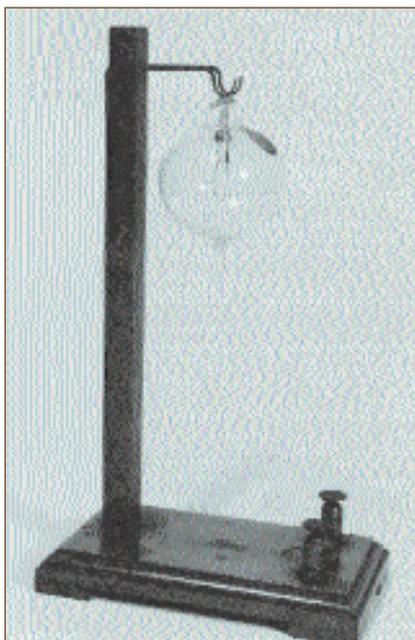
Durante las décadas de los años 1870, 1880 y hasta mediados de la siguiente, la tecnología eléctrica no se encontraba claramente definida. Existían varios problemas tanto en lo que se refiere a la producción a gran escala como a la transmisión y sus aplicaciones.

La aplicación de la energía eléctrica fuera de los laboratorios y del mundo de las comunicaciones (telégrafo y teléfono) fueron la iluminación y las máquinas electromotrices.

La batalla del alumbrado

La iluminación eléctrica nació con las lámparas de arco, fenómeno que observó su inventor, sir Humphry Davy, ya en 1801. Los arcos voltaicos presentaban una iluminación muy intensa y molesta a distancia corta, más apropiada para faros marítimos o trabajos de construcción nocturnos, que para el interior de locales o viviendas.

Para ganar la batalla establecida entre la electricidad y el gas, que en aquella época tenía el monopolio como fuente de energía para la iluminación, fue necesario buscar una alternativa al arco. Esta alternativa fue la incandescencia, donde Davy también realizó experimentos con metales calentados. Sin embargo fueron Thomas Alva Edison, en EE.UU. y Joseph Swan en Inglaterra los que fabricaron la lámpara de incandescencia con características similares a las actuales. Partieron de diversos filamentos previamente carbonizados y para evitar su combustión Swan los introdujo en unas bombillas, patenta-



Lámpara de Swan.

das en Alemania, en las cuales se realizaba el vacío. La primera lámpara incandescente comercial fue presentada en 1868.

De esta época vienen los diseños de los diferentes tipos de casquillo: el roscado de Edison o el de bayoneta de Swan, ideal para conexiones donde la lámpara sufre muchas sacudidas con el consiguiente riesgo de desconexión del portalámparas.

En los primeros años fue preciso crear la demanda, la electricidad tuvo en sus comienzos el prestigio proveniente de su uso como elemento de lujo (se le denominaba “la luz de los ricos”). De todas formas las ventajas de la electricidad sobre el gas eran evidentes: limpieza, ausencia de olores, facilidad de uso y seguridad.

El cambio fue progresivo, en 1896 París tenía 35.000 abonados al gas y 9.250 a la electricidad. Se trataba fundamentalmente de iluminación pública o de establecimientos de lujo (teatro, hoteles, restaurantes, etc.), aunque su uso en establecimientos comerciales, como El Siglo en Barcelona, suponía un importante paso en su difusión.

Mientras que Swan y otros muchos “inventores de componentes” se centraban en la búsqueda de elementos que se adaptasen a lo ya inventado, Edison, considerado como el paradigma de los inventores-empresarios, trabajó junto a sus colaboradores de Menlo Park, en especial con Francis Upton, sobre un razonamiento opues-

to: entendieron el nuevo sistema como un todo donde se debía tener en cuenta tanto las variables tecnológicas como las organizativas y las económicas. El primer problema que debían resolver era la relación entre el filamento de la lámpara incandescente y su tensión.

Las primeras lámparas que diseñó Edison utilizaban un filamento de platino alimentado a 10 voltios, el sistema tenía elevadas pérdidas en el transporte y era fundamental, por motivos económicos, aumentar su eficiencia. Al final y tras diversos ensayos la tensión que eligió fue 110 voltios, por supuesto en continua. Probó en 1879 este sistema en la fábrica de electricidad de Menlo Park, Nueva Jersey.

Edison supo formar un gran equipo de profesionales técnicos, pero además se dio cuenta de que el cambio tecnológico supone también cambios de carácter económico y legal por lo que atrajo a su círculo a grandes banqueros como J. P. Morgan y a juristas de prestigio como Grosvenor P. Lowrey con contactos en el mundo de las finanzas y de la política.

Este grupo acometió la creación de diferentes industrias que servirían para controlar todos los componentes del sistema: la Edison Machine Works para construir dinamos, la Edison Electric Tube Company para fabricar conductores subterráneos o la Edison Lamp Work para fabricar lámparas incandescentes; estas compañías suministraban componentes a la Edison Electric Light Company fundada en 1878 y a la Edison Electric Illuminating Company of New York, cuyo objetivo inmediato era la cons-



Thomas Alva Edison.



George Westinghouse, 1880.



Equipo de Edison en Menlo Park, 1880.

trucción de una central generadora en esa ciudad, concretamente en Pearl Street.

Como las pérdidas de la energía transportada eran muy elevadas los generadores se ubican en el centro de la zona que alimentaban, de ahí el nombre que en castellano se le da a las estaciones generadoras: “central generadora”.

Edison también se dio cuenta del mercado potencial que existía en Europa y fundó, entre otras, la Deutsche Edison Gesellschaft für Angewandte Elektrizität. El capital necesario para esta iniciativa, realizada en 1882, fueron proporcionados por tres bancos alemanes: Gebrüder Sulzbach, de Frankfurt am Main, Jacob Landau, de Berlín y National Bank für Deutschland. Por otro lado la compañía alemana Siemens und Halske obtuvo la patente de fabricación de la lámpara diseñada por Swan, competidor de Edison, lo que no fue obstáculo para que la Deutsche Edison Gesellschaft y la Siemens und Halske se fusionasen en 1883. Al año siguiente esta empresa creó la Fábrica Municipal de Electricidad junto al ayuntamiento de Berlín y construyeron en Friedrichstrasse una pequeña planta que enseguida se mostró insuficiente. Los primeros clientes estaban relacionados con el prestigio, el dinero y el ocio. En 1886, un 26% de la demanda de electricidad en esta ciudad procedía de los teatros, un 20% de los

restaurantes y cafeterías, otro 20% de los bancos, un 17% de los comercios, 7% el alumbrado público, un 7% los hoteles, un 2% las fábricas y un 1% para uso residencial.

El sistema diseñado por Edison era, sin lugar a dudas, el camino a seguir, pero adolecía de un grave defecto: su baja eficiencia en el transporte de la energía, entorno al 30%. El problema era que la tensión usada era muy baja y la corriente necesaria muy alta por lo que cerca del 70% de la energía producida se transformaba durante el transporte en calor y se perdía.

La solución a este problema se encontraba en la corriente alterna. Un empresario de Pittsburg, llamado George Westinghouse, inventor de un sistema de frenado neumático para el ferrocarril, decidió ampliar su campo de acción y compró en 1885 la patente del transformador de la empresa austriaca Ganz, diseñado por el francés Lucien Gaulard y el inglés John Gibbs. En un principio el transformador experimentó serios problemas de adaptación a la corriente que por entonces se encontraba generalizada, la corriente continua, sin embargo en la empresa de Westinghouse trabajaba un ingeniero eléctrico, llamado William Stanley, que poseía una dilatada trayectoria en el mundo del telégrafo y de la electricidad, entró a trabajar en la empresa con la condición de que sus invenciones quedarían bajo la propiedad de

ésta y, a cambio, financiaría sus experimentos que no se llevarían a la práctica si no se comprobaba previamente su utilidad, en este caso recibiría un 10% de los beneficios de la comercialización de su invento.

Stanley, que inició sus experimentos con el transformador de Gaulard y Gibbs en corriente continua, pronto observó las posibilidades con la corriente alterna susceptible de ser transportada a mayores distancias que la continua y con rendimientos mucho más elevados. El uso de la corriente alterna en el transformador constituyó uno de los primeros pasos hacia un nuevo sistema de distribución.

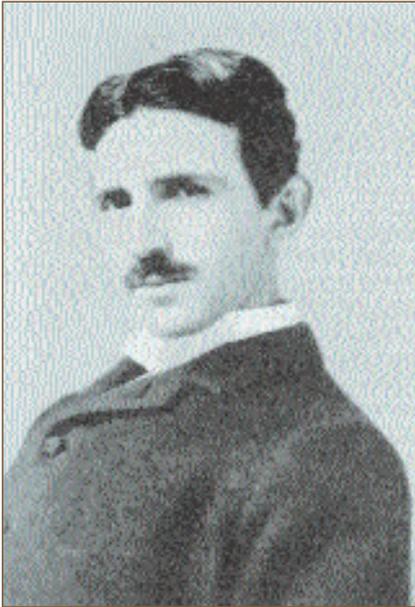
La batalla de la energía electromotriz

El siguiente paso vino de la mano del serbio Nicola Tesla. Nació en el pueblo de Smiljan, en la actual Croacia, pero en una época en la que esa región alternaba entre los dominios de los imperios austriaco y húngaro.

De hecho, la formación de Tesla es austrohúngara: estudió en el Instituto Politécnico de Graz (Austria) y en la Universidad de Praga (entonces perteneciente al imperio Austrohúngaro y actualmente capital de la república Checa) e inició su actividad profesional en Budapest (Hungría). Cuando Tesla comenzó su educación en Graz quedó fascinado con una nueva materia: la electricidad. Estudiaba febrilmente con una rutina que comenzaba a las tres de la mañana y finalizaba a las 11 de la noche. Deseaba impresionar a sus padres con sus notas, en parte porque su padre no se mostraba muy dispuesto a enviarle a la universidad sino que más bien deseaba que siguiese sus pasos como clérigo de la Iglesia Ortodoxa griega.

La mente de Tesla era prodigiosa y abarcaba un espectro impresionante, de hecho es, en contra de lo que se cree comúnmente, el inventor de la radio, reconocido de manera oficial por la Suprema Corte de Estados Unidos que dictaminó en junio de 1943, poco después de su muerte, que la patente de Tesla era la única válida después de un largo litigio con la Marconi Wireless Telegraph Company fundada por Guglielmo Marconi.

Tesla fue un estudiante extraordinario que solía enfurecer a sus profesores cuestionando sus conocimientos tecnológicos. En esta época tenía muy



Nicola Tesla.

claro que la corriente continua era ineficiente e incapaz de transmitir adecuadamente potencias a grandes distancias. Pero a mitad del segundo año de estudios su padre enfermó de apoplejía, Tesla volvió a su casa y al poco tiempo su padre murió. Ya no regresó al Instituto Politécnico poniéndose a trabajar en una oficina del telégrafo.

Tesla se desesperó por la interrupción de su formación y cayó en profundas depresiones que prácticamente lo tenían postrado en la cama hasta que al final se sobrepuso a la enfermedad. En su gran mente fue capaz de desarrollar un motor con dos bobinas dispuestas a 90°, alimentado con

corriente alterna desfasada 90°, que no necesitaba para funcionar ningún elemento mecánico que alimentase al rotor, como sucedía en los motores de corriente continua. En 1882 encontró trabajo en la Continental Edison Company en París. Dos años más tarde viajó a Nueva York para entrevistarse con el mismísimo presidente de la compañía Thomas Edison. En esta reunión, que no debió de ser muy afectuosa según los recuerdos de Tesla, éste se comprometió para incrementar en un 25 % la eficiencia de las dinamos que fabricaba Edison y además realizarlo en menos de dos meses. Edison, muy escéptico, le dijo que le pagaría 50.000 \$ si lo conseguía.

Después de un gran esfuerzo Tesla llevó a cabo la proeza, mejorando incluso el margen propuesto, pero al pedirle sus 50.000 \$ Edison negó el trato y le dijo que todo había sido una broma. Furioso, Tesla se marchó de la compañía y nunca más trabajó para Edison. Fundó otra empresa pero chocó con numerosos problemas financieros, hasta que llegó George Westinghouse y le hizo una oferta: 60.000 \$ por la adquisición de sus patentes, incluyendo 5.000 \$ en metálico y 150 acciones de la Westinghouse Corporation.

Con un gran número de invenciones en mente, Tesla aceptó y rápidamente se gastó la mitad de su nueva fortuna en un nuevo laboratorio.

Entre noviembre y diciembre de 1887 Tesla presentó 7 patentes en el campo de la tensión alterna que comprendían un sistema completo de

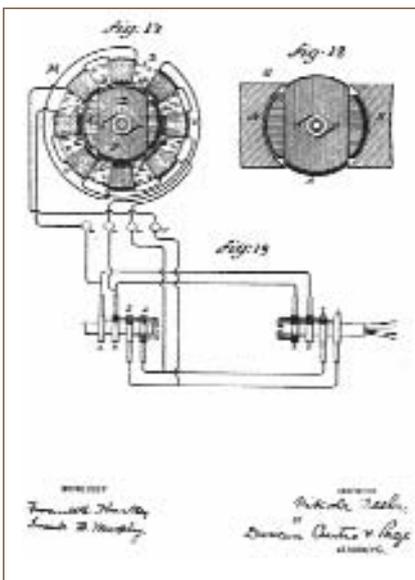
generadores, transformadores, líneas, motores e iluminación.

La batalla de la propaganda

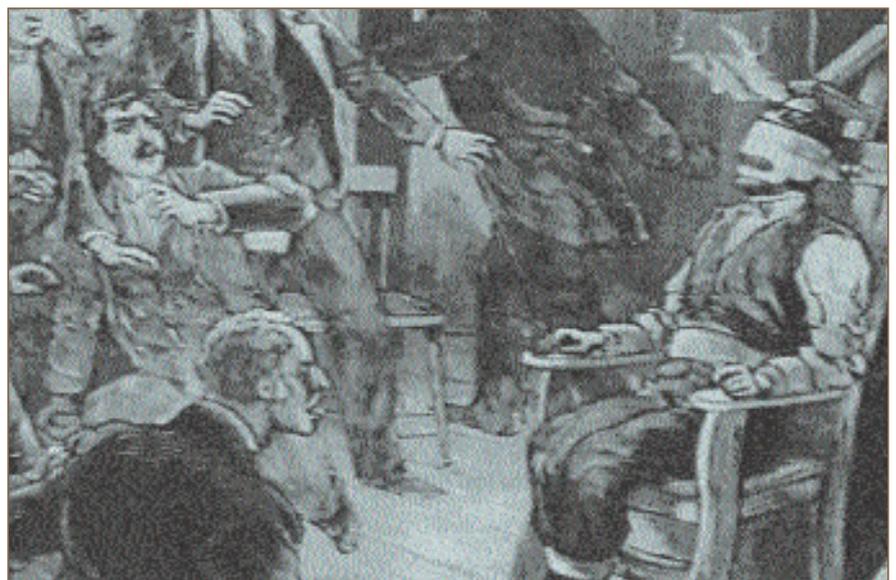
Empezó en este momento una auténtica batalla de propaganda del grupo de Edison contra el de Westinghouse. El “mago de Menlo Park” decidió que el *peligro mortal* de la corriente alterna sería su principal arma. Según sus palabras “la corriente continua es como un río desembocando pacíficamente en el mar mientras que la corriente alterna es como un torrente chocando violentamente contra el precipicio”.

Para llevar a cabo su estrategia contó con la colaboración de un profesor llamado Harold Brown que se dedicó a explicar por todo el estado los peligros de la corriente alterna y como demostración de sus palabras electrocutaba perros y viejos caballos con este tipo de corriente.

El momento cumbre de esta cruzada lo tubo el profesor Brown al adquirir un generador Westinghouse para demostrar de una vez por todas los gravísimos peligros de la corriente alterna. La misión de este generador era la de alimentar la primera silla eléctrica en la prisión estatal de Auburn, en Nueva York. El conejillo de indias fue, en este caso, William Kemmler, un convicto por asesinato que murió horriblemente el 6 de agosto de 1890, después de tres descargas, como reflejaban las crónicas de la época, “horroroso espectáculo mucho peor que la horca” o como aprovechó para decir Westinghouse “lo hubieran hecho mejor con un



Patente de Nicola Tesla.



Electrocución de William Kemmler en la silla eléctrica.



Exposición de Chicago, 1893.

hacha”. La técnica fue denominada más tarde “Westinghousing”.

La batalla económica

A pesar de la mala prensa la Westinghouse Corporation ganó la puja por la iluminación de la Exposición Mundial de Chicago, la primera feria “todo eléctrico” de la historia. A esta exposición también se la denominó *Columbian Exposition* en conmemoración del 400 aniversario del descubrimiento de América por Colón. El concurso se dilucidó entre la recién creada General Electric Company (detrás estaba la Edison Company) y la Westinghouse Corporation que redujo a la mitad el millón de dólares de la oferta de la General Electric. Esta reducción se debía fundamentalmente a la disminución de la sección de los conductores de cobre en corriente alterna.

La exposición se inauguró el 1 de mayo de 1893 y cien mil lámparas incandescentes iluminaron la feria, estas lámparas estaban alimentadas por generadores de corriente alterna localizados en el Salón de las Máquinas. En otro recinto, el Salón de la Electricidad, el sistema polifásico de Tesla estaba profusamente explicado.

La primera gran aplicación de esta nueva tecnología en EE. UU. fue en las cataratas del Niágara. Westinghouse ganó de nuevo el codiciado contrato para el aprovechamiento del Niágara, pujando por la mitad que Edison con su sistema de corriente continua. En 1895

se inauguró el nuevo sistema de electricidad transportando la energía, a la ciudad de Búfalo, a 35 km de distancia.

Sin embargo fue en Europa donde se realizó la primera transmisión de energía alterna a gran distancia. Alemania era quien encabezaba el número de patentes en electricidad en esta época, siendo en 1891 en la ciudad de Frankfurt am Main donde se construyó una línea de 175 km desde Lauffen para aprovechar la energía hidráulica. La central hidroeléctrica tenía una potencia de 200 kw, el generador suministraba esta potencia a una tensión de 95 voltios y un transformador la elevaba a 15.000 v, tensión a la que se realizaba el transporte, siendo luego reducida hasta 113 v, alimentando un motor asíncrono trifásico de 75 kw que accionaba una unidad de bombeo.

Frankfurt en 1891, Chicago en 1893 y las cataratas del Niágara en 1895 fueron la “sustancia y símbolo” del nuevo sistema. Al demostrarse la utilidad tecnológica y económica del método polifásico para el transporte a grandes distancias se produjo un antes y un después en el desarrollo del sistema eléctrico.

Finalmente la batalla tanto en el campo tecnológico, por su alta eficiencia, como en el económico fue ganada por la corriente alterna y las tesis de Tesla, con su innovadora visión del sistema eléctrico, desbancaron al sistema ya establecido y defendido por Edison.

Bibliografía

Networks of Power. *Electrification in Western Society*, 1880-1930.
Thomas Parker Hughe (ISBN 08018-2873-2).

Internet

www.energy.ca.gov/education/scientists/tesla.html
www.theelectricchair.com/history.html
www.pbs.org/tesla/II/II_warcur.html
www.neuronet.pitt.edu/~bogdan/tesla/bio.html
americanhistory.si.edu/lighting/
home.nycap.rr.com/useless/lightbulbs/
www.school-for-champions.com/biographies/edison.htm
www.chass.utoronto.ca/~bhall/hps282f/

AUTORES

Eduardo Aznar Colino

Ingeniero técnico industrial (especialidad de Electrónica Industrial), por la Universidad de Zaragoza. Realizó el Diploma de Postgrado en Informática, impartido en el Centro Politécnico Superior de la Universidad de Zaragoza. Es profesor titular de Escuela Universitaria en la E.U.I.T.I de Zaragoza, en el área de Ingeniería Eléctrica. Ha escrito numerosos artículos técnicos e impartido diversos cursos relacionados con el control de máquinas eléctricas. Es colaborador de la asignatura Historia de la Técnica.

Joaquín Royo Gracia

Ingeniero técnico industrial e ingeniero industrial, por la Universidad de Zaragoza. Es profesor titular de Escuela Universitaria en la E.U.I.T.I de Zaragoza, en el área de Ingeniería Eléctrica. Ha impartido diversos cursos relacionados con el control de máquinas eléctricas y la automatización y monitorización de procesos. Es colaborador de la asignatura Historia de la Técnica.

Pedro Abad Martín

Ingeniero técnico industrial (especialidad de Electrónica Industrial), por la Universidad de Zaragoza. Es profesor asociado de Escuela Universitaria en la E.U.I.T.I de Zaragoza, en el área de Ingeniería Eléctrica. Ha escrito numerosos artículos técnicos.