

Historia de la ingeniería eléctrica, un formidable motor propulsor de la presente y futuras civilizaciones

*Ing. Modesto Iriarte, Ph.D.
Miembro Junta de Síndicos
Universidad Politécnica de Puerto Rico*

SINOPSIS

En este artículo se hace un recuento histórico de los hallazgos de la investigación científica que permitieron establecer los fundamentos de la profesión de ingeniería eléctrica. Además, se presenta un listado de los científicos de mayor reconocimiento en el campo de las ciencias que lograron, con su ingenio y persistencia, establecer inequívocamente los fundamentos de dicha profesión. El autor se aventura a pronosticar unos acontecimientos científicos en una extrapolación visionaria de un pasado plétórico de hallazgos insospechados.

ABSTRACT

In this article the reader will find a historic account of the scientific discoveries that provided the foundations of electrical engineering as a profession. The article also presents a list of names of those scientists who, in the judgment of the author, contributed the most to the development of the said profession with their genius and persistence. The author also lists some scientific breakthroughs that may occur in the near future after extrapolating the scientific results obtained during the past centuries.

I- PRE-HISTORIA

El conocimiento "directo" de la evolución de nuestra civilización data de aproximadamente 5000 años. Este conocimiento "directo" se deriva de escritos, jeroglíficos, tabletas de piedra, arte y alfarería que aún permanecen como testigos mudos del pasado. Podemos afirmar que hace 5000 años el intelecto y el sentimiento del hombre estaban en un estado de letargo. Lo ocurrido antes de los últimos 5000 años es materia de especulación y extrapolación. Hace 5000 años el hombre trataba de comprender las fuerzas violentas de la naturaleza. El desarrollo del sentimiento estaba también a la par con la virtud intelectual. La explotación y utilización de los recursos naturales

en las primeras civilizaciones comienza con el nacimiento de una muy cruda ingeniería militar, ingeniería civil e ingeniería naval. Esto lo atestiguan las obras que aún perduran y los relatos sobre las crueles conquistas militares entre los pueblos de los continentes europeo y asiático.

Según mencionado en sus textos 850 años antes de Cristo, ya los griegos conocían sobre las fuerzas de atracción de la magnetita y del ámbar frotado. No obstante, tal conocimiento aparentemente nunca fue expandido ni explicado. El estudio de las fuerzas más sutiles de la electricidad no tenía prioridad para los intelectuales de la época. El nacimiento de la Ingeniería Eléctrica tiene que esperar más de 2000 años.

II- PRIMERA ETAPA: ALBORADA DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

No fue hasta el año 1600 de nuestra era que Sir William Gilbert, un inglés (1544-1603), publica el primer artículo relacionado con sus investigaciones sobre el tema del magnetismo y la electricidad. La contribución de Gilbert viene a constituir el primer escalón para el entendimiento del magnetismo y la electricidad. A partir del año 1600 el escrito de Gilbert se convierte prácticamente en la única fuente de información técnica sobre la electricidad. Después de la publicación de Gilbert, el inglés Stephen Gray (1696-1736), contribuyó con experimentaciones para demostrar que en el cuerpo humano fluyen corrientes eléctricas. Este período de poco crecimiento en el desarrollo del campo de la electricidad no se repite en otros campos. Las investigaciones y contribuciones intelectuales de Galileo Galilei (1564-1642) y Johannes Kepler (1571-1630) sirven de antesala a las contribuciones de Sir Isaac Newton (1643-1727), uno de los más grandes genios de la humanidad.

Los 150 años de poca actividad científica sobre electricidad y magnetismo prácticamente finalizan con las investigaciones, experimentaciones y contribuciones de varios investigadores entre los que se encuentra Benjamín Franklin. En el año 1752 Franklin realiza su famoso y peligroso

experimento de volar un cometa en una tormenta eléctrica y así demuestra que las tormentas eléctricas tenían la misma naturaleza que la electricidad. Franklin escribe una serie de artículos en los que propone una teoría de un fluido en las que considera que cuando una substancia con una sobrecarga del fluido se aproxima a otra con una deficiencia ocurre una descarga entre las dos substancias para balancearse.

En el 1745 se inventa el primer acumulador de energía eléctrica, el "Leyden Jar", capaz de almacenar una carga eléctrica significativa. El "Leyden Jar" es sencillamente un condensador primitivo consistente de un tubo de cristal de ensayo parcialmente lleno de agua, sellado con un corcho. Al alambre se le aplica resina frotada como fuente de electricidad estática. La importancia del "Leyden Jar" es que éste le provee a los investigadores la primera fuente de electricidad bajo control que puede utilizarse en los laboratorios. Otros dispositivos para almacenar electricidad estática fueron rápidamente desarrollados a partir de este acontecimiento.

Pasada la mitad del siglo XVIII a partir del 1750 aproximadamente en adelante la humanidad estaba receptiva a un desarrollo de las teorías sobre la electricidad. Entre los grandes científicos e investigadores que surgieron nos limitaremos a escoger 20 de los más relevantes y los denominaremos **20 GENIOS DE LA PRIMERA ETAPA** del desarrollo de la ciencia e ingeniería eléctrica. Esta primera etapa se extiende aproximadamente desde el año 1600 al 1880.

CIENCIA E INGENIERÍA ELÉCTRICA 20 GENIOS DE LA PRIMERA ETAPA

- 1- William Gilbert, médico inglés (1544-1603) - 1600 -electricidad y magnetismo.
- 2- Benjamin Franklin, patriota y experimentador estadounidense (1706-1790) - Experimentos y Observaciones Sobre Electricidad (1751) publicado en francés, alemán e italiano.
- 3- Charles A. Coulomb, físico francés, (1736-1806) Coulomb's Law ($F=q_1q_2/d^2$).
- 4- Luigi Galvani, físico italiano (1737-1798) - electricidad en animales.
- 5- Alessandro Volta, físico italiano (1745-1827) primera batería (1800).
- 6- André Marie Ampere, físico francés (1775-1836) Electromagnetismo, galvanómetro.
- 7- Hans Christian Oersted, físico danés (1777-1851) - Electromagnetismo.
- 8- Karl F. Gauss, matemático-astrónomo alemán (1777-1855) - Magnetismo.
- 9- George Simon Ohm, matemático alemán (1787-1854) - Ley de Ohm $E=IR$.
- 10- Michael Faraday, físico químico inglés (1791-1867) Introducción electromagnética $e=-nd\phi/dt$.
- 11- Joseph Henry (1797-1878) - físico estadounidense; voltaje (emf) y corriente (amps) inducidos, magnetos.
- 12- Weber Wilhem E, físico alemán (1804-1891) - electromagnetismo.
- 13- Herman von Helmholtz, físico alemán (1821-1894) - conservación de energía, electrodinámica.
- 14- Gustav R. Kirchhoff, físico alemán (1824-1887) leyes de Kirchhoff $\Sigma e_n=0$; $\Sigma i_n=0$.
- 15- James Clerk Maxwell, físico inglés (1831-1879) - Ecuaciones Electromagnéticas de Maxwell.
- 16- Alexander Graham Bell, audiólogo escocés-USA (1847-1922) - inventor del teléfono, fonógrafo, fonógrafo y otros. (Bell y Western Union se enfrascaron en litigaciones triunfando Bell).
- 17- Hendrick A. Lorentz, físico escocés (1853-1928), refinó fundamentos de ondas eléctricas de Maxwell, desarrolló fundamentos de relatividad pre-Einstein.
- 18- Heinrich (Rudolf) Hertz, físico alemán (1857-1894) - Comprobación teoría de Maxwell con primera demostración de ondas hertzianas, demostración de similitud entre luz y ondas electromagnéticas.
- 19- J.J. Thomson, físico inglés - (1856-1940) descubridor del electrón (1897), conducción de electricidad por gases.
- 20- Guglielmo Marconi, físico italiano (1874-1937) - radiotelégrafo (1896), radio comunicación (onda larga y corta).

Adicional a los veinte genios mencionados deseamos destacar también el genio de Pier Simon Laplace, físico-astrónomo francés (1749-1827) quien desarrolló principios matemáticos requeridos

para el estudio de calor, magnetismo y electricidad así también como las contribuciones de otro muy bien conocido matemático francés, Charles Fourier (1768-1830). La contribución de Laplace y Fourier, aunque indirectas, resultaron muy necesarias para el entendimiento teórico de la ciencia e ingeniería eléctrica.

Con las contribuciones de éstos genios, podemos decir que se establecen los fundamentos de la electricidad y comienza el desarrollo de la teoría o principios básicos de la ingeniería de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica para alimentar las invenciones de consumo. Podemos decir que en ésta primera etapa el cúmulo de los descubrimientos llega a un nivel significativo con la contribución de James Clerk Maxwell y de Michael Faraday cuando se logra acelerar el desarrollo del uso y entendimiento de la electricidad. Faraday es el primero en demostrar la acción de un transformador, de un generador o de un motor con sus experimentos sobre la inducción y propagación electromagnética en 1831. Ya para el 1850 las contribuciones de Faraday estaban generando un mercado de ventas de pequeños generadores eléctricos y transformadores. Además, es Faraday quien establece la teoría de campo eléctrico en la que se basan las ecuaciones de Maxwell y que tienen implicaciones filosóficas insospechadas aún no descubiertas. (Ver último párrafo sobre predicciones de Nuevas Filosofías Naturales).

III- SEGUNDA ETAPA: NACIMIENTO DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA Y LA PROFESIÓN DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Durante los años 1832-35, el estadounidense Samuel F. B. Morse (1791-1872), desarrolló la primera aplicación comercial de la electricidad con su invención del telégrafo alámbrico eléctrico. La batería inventada por Volta en 1800 servía de fuente de electricidad para el telégrafo.

A partir del año 1850 grandes demostraciones y exhibiciones comienzan a presentarse en las principales ciudades del mundo: Londres, Filadelfia, París, Vienna, Nueva York, etc. La iluminación eléctrica con corriente directa (DC) se producía por lámparas con arco de carbón expuestas a la interperie.

La década del 1880 marca el nacimiento de la profesión de ingeniería eléctrica. En el 1881 comienzan los planes para el desarrollo hidroeléctrico de las Cataratas del Niágara. La primera central generatriz fue construida por

Edison en Nueva York en 1882 para iluminar una sección de la ciudad usando corriente directa.

El Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) establece en 1882 el primer programa para un currículo de Ingeniería Eléctrica adscrito al Departamento de Física.

En Londres, el University College establece en 1885 la primera posición de Profesor en Ingeniería Eléctrica ocupando dicha posición el prestigioso ingeniero Sir John A. Flemming.

El Instituto Americano de Ingenieros Electricistas (AIEE) se funda oficialmente en mayo 13, 1884. El Instituto de Radio (IRE) se funda en 1912 y en 1963 se fusionan el AIEE y el IRE en lo que es hoy el Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos (IEEE por sus siglas en inglés).

Fue el genio creador de Tomás Alva Edison (1847-1931) el que impulsó el rápido crecimiento de la demanda por energía eléctrica con su invención de la bombilla incandescente en 1878. Edison llegó a poseer 1093 patentes por sus inventos. Fue creador del primer laboratorio de investigaciones industriales. La invención del fonógrafo (1877) se convirtió en el pasatiempo favorito de los hogares de la época. Edison se destacó no solamente en las invenciones de aparatos de consumo sino que también en las técnicas de generación, transmisión y distribución de la corriente directa.

Edison dió énfasis al desarrollo de sistemas de generación y distribución de energía eléctrica de corriente directa (DC). El no creía en las bondades de sistemas de corriente alterna y predicaba que la corriente alterna era extremadamente peligrosa. Los sistemas de alumbrado público instalados por Edison en Nueva York eran todos sistemas de corriente directa de tres hilos.

Por otro lado el gran genio de Nicola Tesla, defendía los sistemas eléctricos de corriente alterna (AC). Tesla fue el inventor del motor de inducción. Diseñó y dirigió la construcción del equipo generatriz para las primeras unidades hidroeléctricas de las Cataratas del Niágara bajo los auspicios de George Westinghouse. Se dice que la mentalidad de Tesla era extraordinaria. (El primer prototipo del motor de inducción lo imaginó mentalmente y lo utilizaba como un modelo de laboratorio para alterar y modificar hasta obtener el resultado deseado para luego proceder a construirlo). Tesla y Edison eran dos genios de caracteres opuestos y fueron competidores acérrimos. A Tesla no le interesaban las riquezas materiales y murió en extrema pobreza en la ciudad de Nueva York.

La celebración del 4^o centenario del descubrimiento de América en 1892, fue celebrado en Chicago con una gran feria de electricidad que acompañado de despliegues publicitarios de la nueva estación generatriz en Niagara Falls, NY, dieron una gran exposición e impulso al estudio de la ingeniería eléctrica. Esta feria significó la "victoria" de la corriente alterna sobre la directa como medio para suplir energía eléctrica en grandes cantidades a la población.

La segunda etapa sobre el desarrollo de la ciencia e ingeniería eléctrica la colocamos entre los años 1880-1945 con 10 años de penumbra al comienzo y al final. Para ésta etapa escogeremos 11 contribuyentes de los más relevantes y les llamaremos 11 GENIOS DE LA SEGUNDA ETAPA del desarrollo de la ciencia e ingeniería eléctrica.

CIENCIA E INGENIERÍA ELÉCTRICA

11 GENIOS DE LA SEGUNDA ETAPA

- 1- John Strutt Rayleigh, físico inglés (1842-1919) - introdujo números complejos en análisis de circuitos LRC, operadores, teoría de sonido, etc.
- 2- Sir John A. Fleming, ingeniero inglés (1849-1945) - electrónica, fotometría, medidas eléctricas, telegrafía inalámbrica. Recibió primer nombramiento de Profesor en Ingeniería Eléctrica por el London University College en 1885. Inventor del tubo diodo o Válvula Fleming (1904).
- 3- Tomás Alva Edison (1847-1931) - bombilla incandescente (1883), fundó 1^{ra} industria EE.
- 4- Nicola Tesla (1856-1943) - motor de inducción y Sistemas AC, diseñador sistema generatriz Westinghouse de Niagara Falls.
- 5- Charles Proteus Steinmetz (1865-1923) - General Electric - fundamentos de sistemas eléctricos.
- 6- Lee De Forest, ingeniero estadounidense (1873-1961) , inventor del tubo de radio (triodo) receptores y transmisores, precursor de televisión, radar, computadoras.
- 7- Frederick E. Terman, Ingeniero estadounidense (1900-1982), Padre del Radar y anti-radar, teoría de radio.
- 8- Charles Fortescue - Componentes simétricos - Circuitos AC desbalanceados, relés.

9- Gabriel Kron - General Electric - Análisis tensorial de máquinas rotatorias y redes AC.

10- Ernest O. Lawrence, Físico estadounidense (1901-1958) - inventor del ciclotrón con partículas aceleradas a 1.2 Mev, desarrolló procesos de separación electromagnética para U-235, inventor de la pantalla de televisión a colores. Fundador del Lawrence Livermore National Laboratory - Berkeley.

11- Edwin H. Armstrong, Ingeniero electricista estadounidense (1890-1954) Columbia University - Radio comunicaciones. Inventor de los circuitos de radio superheterodinos, inventor de radio recepción y transmisión de frecuencia modulada (FM). Elevado póstumamente al panteón de los grandes genios de la electricidad por la International Telecommunications Union.

En esta segunda etapa, a fines del siglo 19 y principios del siglo 20, proliferan los colegios y universidades que ofrecen programas en ingeniería eléctrica y asociaciones profesionales de ingenieros electricistas.

El Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas (CAAM) se funda en Mayagüez, Puerto Rico en el año 1911. El primer currículo de Ingeniería Eléctrica en el CAAM se establece a fines de la década de 1920. La primera clase de Ingeniería Eléctrica en el CAAM se gradúa en el 1932. En Puerto Rico se funda el Colegio de Ingenieros, Arquitectos y Agrimensores en el año 1938 que agrupa a toda la profesión incluyendo la ingeniería eléctrica.

En Puerto Rico, Don José Ramón Figueroa instaló el primer sistema de alumbrado en el 1893 en el pueblo de Villalba. Ese mismo año se instala en la ciudad capital de San Juan un sistema de alumbrado incandescente de 600 lámparas. En el pueblo de Utuado se instaló una turbina hidráulica para generar electricidad en el año 1897. En el año 1915 el Sistema de Riego de la Costa Sur del Gobierno de P.R. inaugura la Central Caribe Núm. 1.

IV- TERCERA ETAPA: CRECIMIENTO TECNOLÓGICO DE LA INGENIERÍA ELÉCTRICA

El adelanto de la ingeniería eléctrica, así como de todos los campos del saber, no se detiene. La ciencia y la ingeniería eléctrica comienzan a abrir nuevas y retantes fronteras que desarrollan un paso

acelerado después de la segunda guerra mundial. Estas fronteras están marcadas y definidas por nuevos sistemas motrices como la energía termonuclear y turbinas de gas, así como por la invención del transistor en el año 1948, los sistemas automáticos y de retroalimentación (servomecanismos), robótica, el desarrollo de la televisión, el descubrimiento de la fotoelectricidad por Einstein y consecuente desarrollo de las celdas fotoeléctricas y fotovoltaicas, desarrollo de la electrónica de microfichas, el desarrollo de las computadoras, la invención del láser en el año 1958, diodos láser (light emitting diodes), aplicaciones a la ingeniería biomédica, superconductividad y muchos otros más.

Ya para el año 1945 la ingeniería eléctrica había progresado lo suficiente para poder catalogarla como una profesión madura. De los años 1945 en adelante comienzan los desarrollos más avanzados mencionados en el párrafo anterior. Llamaremos el período de 1945 en adelante la TERCERA ETAPA en el desarrollo de la ciencia e ingeniería eléctrica. A ésta tercera etapa le asignamos igualmente 10 años de penumbra a su comienzo. Enumeraremos los 5 contribuyentes más relevantes y les llamaremos 5 GENIOS DE LA TERCERA ETAPA en el desarrollo de la ciencia e ingeniería eléctrica.

CIENCIA E INGENIERÍA ELÉCTRICA 5 GENIOS DE LA TERCERA ETAPA

- 1- Enrico Fermi, físico italiano (1901-1954), residente en Estados Unidos de América - energía nuclear (1^{ra} reacción en cadena), teoría estado sólido como principios para la invención del transistor.
- 2- John Bardeen (1908-1991) - físico estadounidense, inventor del transistor (con W.B. Shockly y W.H. Brattain), teoría de superconductividad.
- 3- C.H. Townes, físico estadounidense (1915) inventor del MASER (1952) y el LASER (1958 con A.N. Pokhorov y N.G. Basov).
- 4- John Von Newman (1903-1957) - matemático alemán, profesor en la Universidad de Princeton - Computadoras digitales, estadísticas, análisis numérico, problemas de flujo, mecánica cuántica, etc.
- 5- Vannevar Bush, ingeniero electricista (1890-1974) - desarrollador del computador análogo

(differential analyzer), propone hypertext, funda Raytheon Co. etc.

Los cinco genios arriba mencionados contribuyeron significativamente al desarrollo del sistema durante esta tercera etapa, pero John Bardeen sobresale entre ellos como el genio que más contribuyó al desarrollo de la tercera etapa. John Bardeen ha sido ganador dos veces del premio Nobel de física compartido. Bardeen junto con Brattain y Shockley de la Bell Telephone formaron el grupo investigador que inventó el "field effect junction transistor (FET)" en 1948. (Accidentalmente descubrieron el "point transistor" en diciembre 1947 mientras trataban de desarrollar el FET). En junio 1948 se anunciaron públicamente ambas invenciones y se pusieron en venta licencias para su fabricación.

Luego Bardeen desarrolla la moderna teoría de superconductividad junto a dos colaboradores. Esta teoría es conocida como la teoría BCS (Bardeen-Cooper-Schrieffer) de superconductividad. Esta teoría da preponderancia al flujo de electrones pareados en los que los electrones pareados intercambian entre sí sus energías para evitar choques con otros y así evitar pérdidas o transferencias de energía a las estructuras moleculares y/o electrónicas debido a colisiones. Esta teoría se publica en 1957. Las investigaciones sobre superconductividad en las siguientes tres décadas se basan en la teoría BCS. Al presente existen en operación equipos experimentales de energía eléctrica tal como un transformador Asea Brown Boveri de distribución de 630KVA operando en el régimen de superconductividad de alta temperatura, 77°K, así como otros dispositivos.

V- NUEVO MILENIO, NUEVOS RETOS

Estamos próximos a entrar en un nuevo siglo y en un nuevo milenio. Es materia de especulación entrar en predicciones de lo que ocurrirá en el desarrollo de la ingeniería eléctrica y las demás disciplinas, pero no obstante, nos aventuramos a algunas predicciones.

DESARROLLO ANÍMICO

Deseamos ver el desarrollo de la intelectualidad o mente del ser humano como un gran propósito de la Madre Naturaleza. El ser humano es ambas cosas: intelectualidad y sentimiento. Si consideramos la intelectualidad solamente, el ser humano podría ser reemplazado a

la larga por máquinas debidamente programadas. Así que el desarrollo de las disciplinas del saber tiene que ir acompañado con un desarrollo de la parte emocional o anímica del ser humano. Puede haber quienes piensen que en este aspecto del desarrollo de la parte anímica del ser humano estamos muy atrasados. Un ejemplo clásico se observa en el comportamiento emocional de muchos de los científicos citados. El ejemplo más contundente es el de Sir Isaac Newton, quien apenas podía controlar sus estados emotivos producidos por una ofensa real o imaginaria a su ego creador. Isaac Newton, uno de nuestros genios más grandes y gran contribuyente al enriquecimiento de la intelectualidad de nuestra civilización, muy honesto, de profunda fe religiosa, monje solitario a su propio estilo, no podía soportar una ofensa real o imaginaria a su ego sin perder su ecuanimidad.

Otro gran genio creador en el campo de la radio-comunicación fue Edwin H. Armstrong, quien sucumbió ante las adversidades perdiendo su balance interno y privándose de la vida. (Hubo complejos períodos de litigaciones entre De Forest y Armstrong).

Podría postularse abrir investigaciones hacia el descubrimiento de nuevas fronteras del conocimiento que puedan ayudar al ser humano en su evolución anímica. Entre las incógnitas que se deben investigar para indagar sobre estos problemas se puede señalar el posible descubrimiento de la existencia de electrones polarizados, con niveles de energías muy bajos, o con diferentes frecuencias de polarización, capaces de conducir los impulsos representativos de los estados de ánimo a los centros nerviosos. También se debe investigar la posibilidad de la existencia de cinco diferentes tipos de polarización para los mensajes de los cinco sentidos: visión, audición, tacto, olor, y sabor. Los mensajes eléctricos transmitidos por los sentidos al cerebro pasan por las mismas conexiones nerviosas sin interferencia y tales polarizaciones las pudieran diferenciar. Tratamientos médicos efectivos podrían desarrollarse para bloquear informaciones depresivas al cerebro y al sistema de los centros nerviosos en la espina dorsal. La terapia naturalmente tendría que estar acompañada de métodos psicológicos y psiquiátricos hasta donde lo permita el paciente.

LA ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO

La sociedad moderna está en la expectativa del

desarrollo de nuevas fuentes de energía que sustituyan el petróleo, el gas natural y el carbón mineral, cuya existencia es finita, posiblemente menos de un siglo más. Aquí se visualizan grandes avances en la utilización práctica de la energía de fusión. El agua pesada se convertirá en la principal fuente de energía en reactores de fusión. La tecnología del hidrógeno será utilizada ampliamente por equipos de transportación (automóviles, aviones, trenes, etc.) quemando hidrógeno como si fuera gasolina y produciendo agua como producto de combustión en vez de los ofensivos compuestos de carbono. Esto será posible debido a ciclos económicos a desarrollarse en la generación de la electricidad producida por fusión para hidrolizar el agua.

NUEVAS NAVES INTERPLANETARIAS

Nuevas naves interplanetarias se desarrollarán capaces de desplazarse a velocidades considerablemente más altas que las actuales. Tales naves podrían usar motores iónicos.

NUEVAS FILOSOFÍAS NATURALES

Nuevas filosofías sobre el tema de espacio-tiempo, que siempre ha deslumbrado al ser humano, serán desarrolladas. La teoría de relatividad de Einstein será ampliada y modificada. Se determinará que espacio y tiempo son ideas que requieren grandes cantidades de energía en su concepción o formación y que la partícula nace de la concepción de la idea de espacio-tiempo, pues, al haber espacio y tiempo se genera el "vaivén", la inquietud, o sea, la vibración u oscilación, la cual siendo una proyección o manifestación de la energía contenida en el espectro espacio-tiempo es por lo tanto también energía. Si no existiera la idea de espacio-tiempo tampoco existiría la idea de la partícula o la vibración. Antes de la creación, o el Big-Bang de la cosmología moderna, no existía espacio-tiempo ni partícula. Todo comenzó con la Gran Explosión de energía o Big-Bang y el espacio-tiempo comenzó a expandirse hasta llegar hoy aproximadamente a 15,000 millones de años luz. Las partículas que observamos provienen de esa idea o energía primordial que crea espacio-tiempo y que se expresa por la sencilla relación relativística de la partícula $E=MC^2$. Faraday, quien sirve de escalón al desarrollo de las ecuaciones electromagnéticas de Maxwell, se asombró cuando él descubrió que en el espacio era donde se creaban los esfuerzos electromagnéticos y no en los cristales

en que él polarizaba la luz con un campo magnético. El espacio no era una cosa "vacía". Este fue el comienzo de la idea de "campos". Todavía perdura el misterio de los "campos" que se expresa por el gradiente esfuerzo eléctrico (volts/dist.espacial) y el gradiente esfuerzo magnético (amps/dist.espacial) ambos a 90° uno del otro y a 90° con la dirección de propagación de los campos.

Cuando se descubra la relación fisico-matemática que transforma espacio-tiempo a energía se dará uno de los más grandes acontecimientos de la humanidad. Este acontecimiento será iniciador de nuevas filosofías naturales y de la creación de nuevas e inimaginables invenciones. Posiblemente se demuestre que continuamente se está creando espacio-tiempo y que la creación aún continúa.

La ingeniería eléctrica continuará sirviendo ampliamente al desarrollo del ser humano adelantando así la evolución de nuevos materiales, procesos y sistemas. El hombre se dará cuenta de que todo es un sueño, toda la creación es un sueño y podrá comprender la oculta verdad que quiso expresar Calderón de La Barca: "Yo sueño que estoy aquí de éstas prisiones cargado y soñé que en otro estado más lisonjero me ví. ¿Qué es la vida? Un sueño, una ilusión, una ficción, que el mayor bien es pequeño, que toda la vida es sueño y los

sueños sueños son."

FUENTES:

- 1- Enciclopedia Británica 1998.
- 2- Electrical Engineering Vol I DC Dawes McGrawHill.
- 3- Electrical Engineering Vol II AC Dawes McGrawHill.
- 4- Electrical Engineering Handbook Pender Del mar Electric Power Wiley.
- 5- <http://www.prepa.com/historia.htm>
- 6- <http://w3rum.upr.clu.edu/www/rum/about.htm>
- 7- College Lectures by late Profs. Miguel Weiwall, O. Porrata Doria, J.L. García de Quevedo of CAAM; Norman F. Rode of Texas A&M; Prof. Fred Prohammer of U of Chicago; Henry J. Gomberg of U. Of Michigan and stories from Enrico Fermi Coworkers.
- 8- Miscellaneous searches in the WWW network.
- 9- Elements of Wave Mechanics N.F. Mott Cambridge Press.
- 10- Lasers y Masers - Modesto Iriarte IEEE Electrolatina Septiembre 1973.
- 11- Ciencias de Computadoras Digitales Modernas- Modesto Iriarte, Texto 1984.
- 12- Historia y Status de la Tecnología de Superconductores - Modesto Iriarte 1990 - Sin publicar.