

## *Introducción histórica de la electrónica*

---

**E**n el estudio de algunas materias suele ser interesante conocer la génesis de las mismas, proporcionándonos con ello un conocimiento más amplio y contextual de lo que aprendemos.

En este tema obtendremos una visión histórica de los descubrimientos que tuvieron lugar en los dos siglos precedentes, haciendo hincapié en el desarrollo de lo que hoy en día es la electrónica. Los experimentos y descubrimientos realizados por ciertas personas fructificaron, algunas veces, en dispositivos o elementos que utilizamos a diario.

En los capítulos posteriores estudiaremos el funcionamiento de estos elementos para comprender su funcionamiento y así poder utilizarles adecuadamente.

### **Contenido**

- 1.1 Un breve repaso
- 1.2 Reseña histórica
- 1.3 Tubos de vacío o válvulas de vacío
- 1.4 Del triodo al transistor
- 1.5 Los primeros ordenadores
- 1.6 Bibliografía

## 1.1 Un breve repaso

- XIX: La luz se propagaba por un medio no observable, éter, como una onda transversal (vibraciones perpendiculares a la dirección de avance).
  
- 1873: **James Clerk Maxwell** en su Tratado sobre electricidad y magnetismo enuncia la naturaleza electromagnética de la luz. Hacía innecesaria la suposición de la existencia del éter, concepto Newtoniano de un marco absoluto de referencia espacio-temporal. (Físico británico).
  
- 1887: **Heinrich Rudolf Hertz** corrobora la teoría de Maxwell y descubre las ondas electromagnéticas, estableciendo la base técnica para la telegrafía sin hilos. (Físico alemán).
  
- 1896: **Guglielmo Marconi** logra enviar una señal sin hilos desde Penarth a Weston-super-Mare (Inglaterra). Cuatro años más tarde estas señales cruzaron el Océano Atlántico. (Ingeniero italiano).
  
- XIX -: **Albert Abraham Michelson** y Edward Williams Morley. El experimento de Michelson eliminaba la suposición de la existencia del éter. Velocidad de la radiación electromagnética en el vacío es una cantidad invariante, que no depende de la velocidad de la fuente de radiación o del observador. (Físico estadounidense y Químico estadounidense).
  
- 1900: **Max Planck** demostró que la emisión y absorción de radiación se produce en unidades finitas de energía denominadas cuantos. (Físico alemán).
  
- 1904: **John Ambrose Fleming** inventa el tubo de vacío de dos elementos, diodo. (Físico británico). Albert Einstein explica algunos resultados experimentales sorprendentes en relación con el efecto fotoeléctrico externo, postulando que la radiación electromagnética puede comportarse como un chorro de partículas. (Matemático estadounidense).
  
- 1906: **Lee de Forest** consigue el tubo de vacío de tres elementos, tríodo. (Ingeniero estadounidense). Primera emisión de radio en USA.
  
- 1920: Creación de varias emisoras y estaciones de radio en USA.
  
- 1923: Se fundó en el Reino Unido la **British Broadcasting Corporation**, BBC.
  
- 1925: **Louis de Broglie** desarrolló el concepto paralelo que implica que la materia también puede presentar características ondulatorias además de corpusculares. (Físico francés).
  
- 1948: **Bardeen, Brattain** y **Shockley** idean una forma de controlar el paso de corriente en un dispositivo semiconductor alejado de la emisión termiónica descubierta por Edison. Crearon lo que hoy se conoce como Transistor. (Físicos estadounidenses).
  
- 1958: **Jack S. Kilby** idea una forma de introducir en una oblea de Silicio resistencias, diodos, condensadores, etc. Sentó las bases de lo que hoy son los circuitos integrados. (Físico estadounidense).

## 1.2 Reseña histórica



(1831-1879) **James Clerk Maxwell**, conocido como uno de los científicos más destacados del siglo XIX, desarrolló una teoría matemática que relaciona las **propiedades de los campos eléctricos y magnéticos**. Los trabajos de Maxwell lo llevaron a predecir la existencia de las ondas electromagnéticas, e identificó la luz como un fenómeno electromagnético. Sus investigaciones contribuyeron a algunos de los descubrimientos más importantes en el campo de la física durante el siglo XX, incluidas la teoría de la relatividad especial de Einstein y la teoría cuántica.

(Ley de Gauss)

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

(Carga magnética nula)

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

(Ley de Ampère)

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 \left( I + \epsilon_0 \frac{d\Phi}{dt} \right)$$

(Ley de Faraday)

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

James C. Maxwell resumió las propiedades conocidas de los fenómenos eléctricos y magnéticos en **cuatro ecuaciones**. La primera relaciona el campo eléctrico  $E$  que atraviesa una superficie  $A$  (por ejemplo una esfera) con la carga eléctrica  $Q$  contenida dentro de la superficie. La segunda ecuación relaciona el campo magnético  $B$  que atraviesa una superficie  $A$  con la carga magnética contenida en la superficie, y afirma que dicha carga es nula, es decir, que no existen cargas magnéticas. La tercera ecuación describe dos formas de inducir un campo magnético  $B$  en una espira circular  $l$ . Una de ellas implica el movimiento de cargas en una corriente eléctrica  $I$ , y la otra implica un flujo eléctrico variable. La cuarta ecuación describe la forma de inducir un campo eléctrico  $E$  mediante un flujo magnético variable. La variación de un flujo depende de la variación del campo ( $E$  o  $B$ ) y de la superficie  $A$  atravesada por el mismo.



(1857-1894) **Heinrich Rudolf Hertz**, físico alemán, nació en Hamburgo y estudió en la Universidad de Berlín. Desde 1885 hasta 1889 fue profesor de física en la Escuela Técnica de Karlsruhe, y después de 1889 en la Universidad de Bonn. Hertz **clarificó y extendió la teoría electromagnética de la luz**, que había sido formulada por el físico británico James Clerk Maxwell en 1884. Hertz demostró que la electricidad puede transmitirse en forma de ondas electromagnéticas, las cuales se propagan a la velocidad de la luz y tienen además muchas de sus propiedades. Sus experimentos con estas ondas le condujeron al descubrimiento del telégrafo y la radio sin cables. La unidad de frecuencia se denominó hercio en su honor; su símbolo es Hz.



(1874-1937) **Guglielmo Marconi**, ingeniero electrotécnico italiano, premiado con el Nobel y conocido como el inventor del primer **sistema práctico de señales de radio**. Nació en Bolonia y estudió en la universidad de esta ciudad. Hacia 1895 había inventado un aparato con el que consiguió enviar señales a varios kilómetros de distancia mediante una antena direccional. Después de patentar este sistema en Gran Bretaña, formó en Londres la Compañía de Telegrafía sin Hilos Marconi (1897). En 1899 estableció la comunicación a través del canal de la Mancha entre Inglaterra y Francia, y en 1901 transmitió señales a través del océano Atlántico entre Poldhu, en Cornualles, y Saint John's en Terranova, Canadá. En 1909 Marconi recibió, junto con el físico alemán Karl Ferdinand Braun, el Premio Nobel de Física por su trabajo.

Durante la I Guerra Mundial estuvo encargado del servicio telegráfico italiano e inventó la transmisión de onda corta como medio de comunicación secreta.

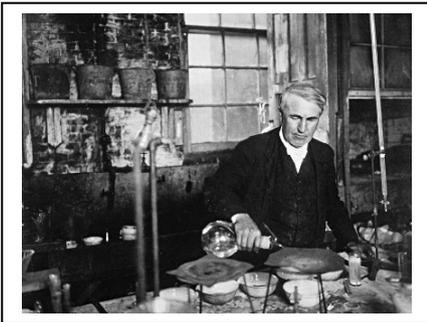


(1852-1931) El físico estadounidense **Albert Abraham Michelson** fue galardonado con el Premio Nobel de Física en 1907. Desarrolló diversos instrumentos científicos de alta precisión, entre ellos el interferómetro. Nació en Strelno (actualmente Strzelno, Polonia); llegó a Estados Unidos siendo un niño y estudió en la Academia Naval de Estados Unidos y en las universidades de Berlín, Heidelberg y París. Fue profesor de física en la Universidad Clark desde 1889 hasta 1892, y desde 1892 hasta 1929 dirigió el departamento de física de la Universidad de Chicago. Determinó la **velocidad de la luz** con un alto grado de precisión, con instrumentos creados por él.



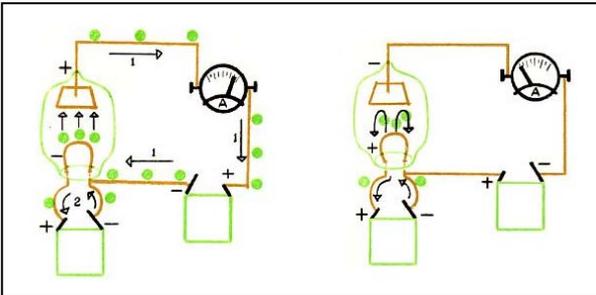
(1858-1947) **Max Karl Ernst Ludwig Planck**, físico alemán, premiado con el Nobel, considerado el creador de la teoría cuántica. Planck nació en Kiel el 23 de abril de 1858 y estudió en las universidades de Munich y Berlín. Fue nombrado profesor de física en la Universidad de Kiel en 1885, y desde 1889 hasta 1928 ocupó el mismo cargo en la Universidad de Berlín. En 1900 Planck formuló que la energía se radia en unidades pequeñas separadas, denominadas cuantos. Avanzando en el desarrollo de esta teoría, descubrió una constante de naturaleza universal que se conoce como la

constante de Planck. Los descubrimientos de Planck, que fueron verificados posteriormente por otros científicos. Fueron el nacimiento de un campo totalmente nuevo de la física, conocido como **mecánica cuántica** y proporcionaron los cimientos para la investigación en campos como el de la energía atómica. Reconoció en 1905 la importancia de las ideas sobre la cuantificación de la radiación electromagnética expuestas por Albert Einstein, con quien colaboró a lo largo de su carrera.



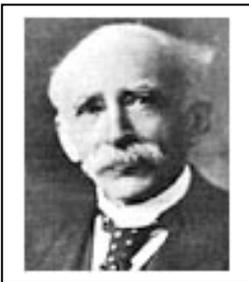
(1847-1931) **Thomas Alva Edison**, inventor estadounidense cuyo desarrollo de una práctica **bombilla** o foco eléctrico, un sistema **generador de electricidad**, un aparato para **grabar sonidos** y un **proyector de películas**, ha tenido profundos efectos en la configuración de la sociedad moderna. Nació en Milan (Ohio) el 11 de febrero de 1847. Sólo fue a la escuela durante tres meses en Port Huron (Michigan). Cuando tenía 12 años empezó a vender periódicos en una estación de ferrocarril, dedicando su tiempo libre a la experimentación con imprentas y con distintos aparatos mecánicos y eléctricos. Por salvar la vida del hijo de un jefe de estación, fue recompensado con la realización de un curso de telegrafía. Mientras

trabajaba como operador de telégrafos, realizó su primer invento destacado, un repetidor telegráfico que permitía transmitir mensajes automáticamente a una segunda línea sin que estuviera presente el operador.

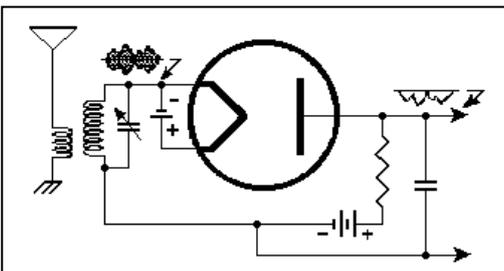


### Emisión termoiónica

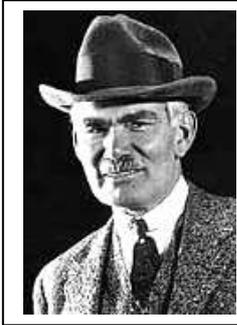
Emisión de partículas cargadas eléctricamente (iones) por parte de los materiales conductores, tales como los metales calentados a altas temperaturas.



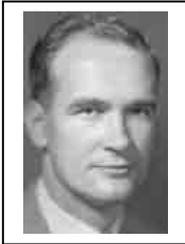
(1849-1945) **John Ambrose Fleming**, tras graduarse ingresó en la Universidad de Cambridge en el año 1877 colaborando con J.C. Maxwell. A partir de 1885 ocupó la plaza de profesor de ingeniería eléctrica de la Universidad de Londres. Asimismo colaboró con T. A. Edison (a partir de 1880) y G. Marconi (a partir de 1890). Llevó a cabo diversas investigaciones relacionadas con el llamado efecto Edison, o efecto termoiónico, consistente en la emisión de electrones por parte de cátodos incandescentes y metales o semiconductores sometidos a temperaturas muy altas. Estos trabajos le permitieron inventar un dispositivo rectificador al que bautizó con el nombre de **válvula** (1904) y que tendría un papel de gran importancia en el futuro desarrollo de los dispositivos electrónicos.



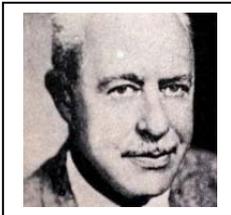
Por ahora la válvula no era capaz todavía de amplificar señal alguna, únicamente actuaba como rectificador, y era empleado en recepciones de señales de radio. Aunque la invención del diodo fue revolucionario, tuvo poco impacto al principio. Las válvulas eran muy caras de fabricar y en menos de 2 años se fabricó el llamado "cat's whisker" o radio-galena, una especie de semiconductor rectificador que consistía en un delgado alambre colocado en un material para producir un punto de contacto rectificador. Esto fue más práctico que el diodo de Fleming y pronto se usó en sustitución de éste.



(1873-1961) **Lee de Forest**, inventor estadounidense, pionero en el desarrollo de las comunicaciones por radio. Nació en Council Bluffs (Iowa) y estudió en la Universidad de Yale. Diseñó algunas de las primeras radios sin cables y también algunos de los primeros transmisores de telégrafos. Sin embargo, su invento más importante fue un tipo de tubo de vacío que De Forest llamó audión, y que hoy se conoce como **tríodo**. El audión se convirtió en una pieza clave de prácticamente todas las radios, radares, televisiones y sistemas de ordenadores o computadoras, hasta que el transistor comenzó a reemplazar los tubos de vacío, al principio de la década de 1950. En 1916 De Forest anunció los resultados de las elecciones presidenciales en la primera transmisión de noticias por radio. En 1923 descubrió un método para grabar el sonido directamente en una película.



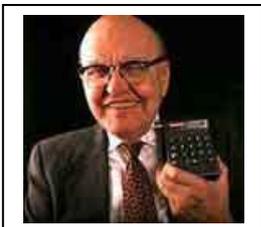
(1910-1989) **William Bradford Shockley**, físico estadounidense, premiado con el Nobel y coinventor del transistor. Nació en Londres de padres estadounidenses. Trabajó en los laboratorios de la Compañía Telefónica Bell desde 1936 hasta 1956, año en que fue nombrado director de la Shockley Transistor Corporation en Palo Alto, California. Dio conferencias en la Universidad Stanford desde 1958 y fue profesor de ingeniería en 1963. Sus investigaciones sobre los semiconductores le llevaron al desarrollo del **transistor** en 1948. Por esta investigación compartió en 1956 el Premio Nobel de Física con sus asociados John Bardeen y Walter H. Brattain.



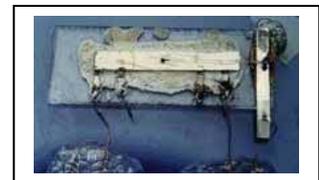
(1902-1987) **Walter Houser Brattain**, físico y premio Nobel estadounidense, nacido en Amoy, China. Después de trabajar como físico en la división de radio del Instituto Nacional de Modelos y Tecnología, en 1929 se incorporó a los laboratorios de la Compañía Telefónica Bell. En la época en que trabajaba allí, él y los físicos estadounidenses William Shockley y John Bardeen inventaron un pequeño dispositivo electrónico llamado **transistor**. Se anunció por primera vez en 1948 y se terminó en 1952, empleándose comercialmente en radios portátiles, audífonos y otros aparatos. Por su trabajo con los semiconductores y por el descubrimiento del transistor, Brattain compartió con Shockley y Bardeen en 1956 el Premio Nobel de Física.



(1908-1991) **John Bardeen**, físico y premio Nobel estadounidense, nació en Madison (Wisconsin) y estudió en las universidades de Wisconsin y Princeton. Como físico investigador (1945-1951) en los Laboratorios Telefónicos Bell, fue miembro del equipo que desarrolló el **transistor**. Por este trabajo, compartió en 1956 el Premio Nobel de Física con dos compatriotas, los físicos William Shockley y Walter H. Brattain. En 1972 compartió nuevamente el Premio Nobel de Física con los físicos estadounidenses Leon N. Cooper y John R. Schrieffer por el desarrollo de una teoría que explicaba la **superconductividad**. Bardeen fue el primer científico que ganó dos premios Nobel en la misma disciplina.



(1923-2005) **Jack St. Clair Kilby**, físico estadounidense galardonado con el Premio Nobel de Física en 2000 por su contribución a la invención y desarrollo del **circuito integrado**. Compartió el Premio Nobel con el físico ruso Zhores I. Alferov y con el físico estadounidense Herbert Kroemer. Kilby ha acumulado en su carrera de inventor más de sesenta patentes, entre ellas la de la calculadora de bolsillo.

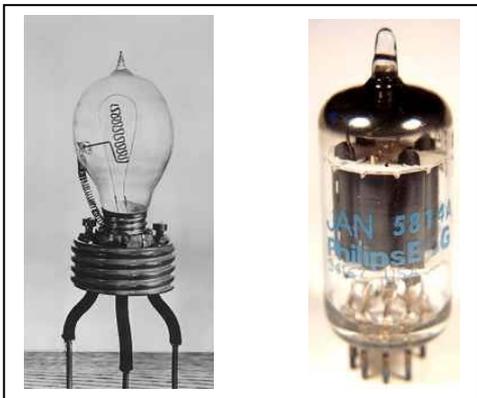


### 1.3 Tubos de vacío o válvulas de vacío

Son dispositivos electrónicos que consisten en una cápsula de vacío de acero o de vidrio, con dos o más electrodos entre los cuales pueden moverse libremente los electrones. El diodo de tubo de vacío fue desarrollado por el físico inglés John Ambrose Fleming en 1904. Contiene dos electrodos: el cátodo, un filamento caliente o un pequeño tubo de metal caliente que emite electrones a través de emisión termoiónica, y el ánodo, una placa que es el elemento colector de electrones. En los diodos, los electrones emitidos por el cátodo son atraídos por la placa sólo cuando ésta es positiva con respecto al cátodo. Cuando la placa está cargada negativamente, no circula corriente por el tubo. La introducción de un tercer electrodo, llamado rejilla, interpuesto entre el cátodo y el ánodo, forma un triodo, que ha sido durante muchos años el tubo base utilizado para la amplificación de corriente. El triodo fue inventado por el ingeniero estadounidense Lee De Forest en 1906. La rejilla es normalmente una red de cable fino que rodea al cátodo y su función es controlar el flujo de corriente. Al alcanzar un potencial negativo determinado, la rejilla impide el flujo de electrones entre el cátodo y el ánodo.

Con potenciales negativos más bajos el flujo de electrones depende del potencial de la rejilla. La capacidad de amplificación del triodo depende de los pequeños cambios de voltaje entre la rejilla y el cátodo, que a su vez causan grandes cambios en el número de electrones que alcanzan el ánodo. Con el paso del tiempo se han desarrollado tubos más complejos con rejillas adicionales que proporcionan mayor amplificación y realizan funciones específicas. Los tetrodos disponen de una rejilla adicional, próxima al ánodo, que forma una barrera electrostática entre el ánodo y la rejilla. De esta forma previene la realimentación de la misma en aplicaciones de alta frecuencia. El pentodo dispone de tres rejillas entre el cátodo y el ánodo; la tercera rejilla, la más próxima al ánodo, refleja los electrones emitidos por el ánodo calentado por los impactos electrónicos cuando la corriente de electrones en el tubo es elevada. Los tubos con más rejillas, denominados hexodos, heptodos y octodos, se usan como convertidores y mezcladores de frecuencias en receptores de radio.

Los tubos todavía desempeñan un papel importante en determinadas aplicaciones, como las etapas de potencia de los transmisores de radio y televisión o en equipos militares que deben resistir el pulso de voltaje inducido por las explosiones nucleares atmosféricas, que destruyen los transistores.



Un modelo de la válvula del físico inglés **John Ambrose Fleming** ilustra la tecnología que llevó al desarrollo del tubo de vacío, uno de los más importantes dispositivos electrónicos antiguos. Un tubo de vacío típico consta de electrodos (placas metálicas) y cables dentro de una bombilla o foco de vidrio al vacío, y se utiliza para regular corrientes eléctricas o señales electrónicas. Antes de la aparición del transistor, los tubos de vacío se utilizaban profusamente para el funcionamiento de aparatos tales como televisores, radios y computadoras. Fleming experimentó con el tubo de vacío diodo del inventor estadounidense **Thomas Edison** (un proyecto que no prosiguió por no encontrarle utilidad práctica) en los primeros años del siglo XX, y sus válvulas representan los primeros tubos de vacío para radio prácticos.

## 1.4 Del triodo al transistor

*Transistor: Denominación común para un grupo de componentes electrónicos utilizados como amplificadores u osciladores en sistemas de comunicaciones, control y computación. Hasta la aparición del transistor en 1948, todos los desarrollos en el campo de la electrónica dependieron del uso de tubos de vacío termoiónicos, amplificadores magnéticos, maquinaria rotativa especializada y condensadores especiales, como los amplificadores. El transistor, que es capaz de realizar muchas de las funciones del tubo de vacío en los circuitos electrónicos, es un dispositivo de estado sólido consistente en una pequeña pieza de material semiconductor, generalmente Germanio o Silicio, en el que se practican tres o más conexiones eléctricas. Los componentes básicos del transistor son comparables a los de un tubo de vacío triodo e incluyen el emisor, que corresponde al cátodo caliente de un triodo como fuente de electrones.*



Después de la Segunda Guerra Mundial, Shockley continuó con su trabajo en física del estado sólido, con la esperanza de encontrar una alternativa a los tubos de vacío, usando ahora los nuevos descubrimientos en física cuántica que lo motivaron a investigar los intrigantes semiconductores. El trabajo realizado a principios de los 40 por Russell S. Ohl en los semiconductores convenció a Shockley que debía ser posible producir una nueva forma de amplificación usando la física del estado sólido. De hecho, ya en 1939 Shockley había intentado producir, junto con Walter Brattain un amplificador de este tipo usando óxido de cobre, pero sin tener éxito.

Fue John Bardeen el que logró descifrar el enigma, y en 1947 logró construir junto con Brattain el primer amplificador funcional usando Germanio.

Los Laboratorios Bell acordaron otorgar licencias para el uso del transistor a cualquier firma a cambio de un pago de regalías. Sólo los fabricantes de aparatos para la sordera no tenían que pagar dichas regalías, como un tributo a la memoria de Alexander Graham Bell que en vida ayudó tanto a los sordos. Los transistores fueron usados por el público por primera vez en 1953, en la forma de amplificadores para los aparatos contra la sordera. En 1954 se desarrolló la radio de transistores (Modelo Regency) y en febrero de 1956 el Laboratorio de Computadoras Digitales de MIT empezó a desarrollar en colaboración con IBM una computadora transistorizada. En 1957-58 UNIVAC y Philco produjeron las primeras computadoras comerciales de transistores.



Shockley decidió independizarse en 1955, y fundó el Laboratorio de Semiconductores Shockley en Palo Alto, California. La empresa de Shockley fue el origen de lo que hoy se conoce como el Valle del Silicio, y a pesar de lograr atraer a algunos de los científicos más connotados de su época, eventualmente fracasó debido a su falta de tacto para con sus empleados. El punto de quiebra vino en 1957, cuando sus 8 ingenieros principales se molestaron con él porque se negó a concentrarse en los transistores de Silicio, que ellos creían que serían más fácil de comercializar que los de Germanio. Ante la negativa de Shockley, los "8 traidores", como él los llamaría después,

decidieron renunciar y fundaron su propia empresa, llamada Fairchild Semiconductor, que recibió apoyo financiero del industrial Sherman Fairchild. El tiempo le daría la razón a los empleados de Shockley, y eventualmente, la mayor parte de las firmas de semiconductores del Valle del Silicio se derivarían a la exitosa Fairchild Semiconductor.

## 1.5 Los primeros ordenadores



**John Vincent Atanasoff** (1903-1995). El doctor Atanasoff tuvo un interés constante en hallar formas más rápidas para realizar cálculos matemáticos. Curiosamente, el concepto de una computadora electrónica digital nació en una taberna de Iowa, donde Atanasoff definió los 4 preceptos básicos para tal aparato, que utilizaría:

- Electricidad y componentes electrónicos.
- Un sistema binario.
- Condensadores para almacenar datos.
- Un sistema lógico para el cómputo y no la enumeración, como ocurría con las máquinas análogas.

Atanasoff solicitó un estudiante para que lo asistiera en el proyecto y le fue recomendado Clifford Berry, un dotado ingeniero eléctrico con un perfil similar al del doctor.

El primer prototipo de su máquina quedó listo en diciembre de 1939, era la ABC, por **Atanasoff Berry Computer**.

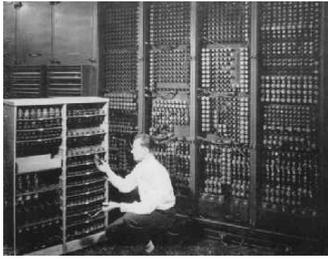
En 1940, Atanasoff asiste a una lectura del Dr. John W. Mauchly y después de una conversación posterior le muestra su máquina. Mauchly retoma muchas ideas de la ABC para diseñar junto con J. Presper Eckert la **ENIAC**, generalmente considerada la primera computadora digital electrónica del mundo.

Tras una larga disputa legal, en 1972 se adjudicó a Atanasoff la paternidad de la máquina que revolucionaría el mundo.



**John Presper Eckert, Jr.** y **John Williams Mauchly** construyeron en 1946, en la Universidad de Pennsylvania, el ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer), primer computador electrónico, compuesto de 17.468 válvulas o tubos de vidrio al vacío (más resistencias, condensadores, etc.), con 32 toneladas de peso, 2.40m de ancho y 30 metros de largo.

Para efectuar diferentes operaciones, debían cambiarse las conexiones (cables) como en las viejas centrales telefónicas, lo cual era un trabajo que podía tomar varios días. Era capaz de calcular con gran velocidad la trayectorias de proyectiles, principal objetivo inicial de su construcción. En 1.5 segundos podía calcular la potencia 5000 de un número de 5 cifras.



El ENIAC podía resolver 5000 sumas y 360 multiplicaciones por segundo, pero su programación era terriblemente tediosa y debía cambiársele de tubos continuamente.

En las últimas fases de su diseño y construcción actuó como consultor John von Neumann.

Más tarde, en la Universidad de Manchester, en Connecticut (EE.UU.), en 1949, construyeron la **EDVAC** (Electronic Discrete Variable Automatic Computer).

La computadora **EDVAC fue el primer equipo con capacidad de almacenamiento de memoria** e hizo desear a los otros equipos que tenían que ser intercambiados o reconfigurados cada vez que se usaban.



Esta computadora fue también construida por Mauchly y Eckert, quienes empezaron a trabajar en ella 2 años antes que la ENIAC empezara a operar. La idea era tener el programa almacenado en la computadora y esto fue posible gracias a que la EDVAC tenía una mayor capacidad de almacenamiento de memoria.

La memoria consistía en líneas de mercurio dentro de un tubo de vidrio al vacío, de tal modo que un impulso electrónico podía ir y venir en 2 posiciones, para almacenar los ceros (0) y unos (1). Esto era indispensable ya que en lugar de usar decimales la EDVAC empleaba números binarios.



**John Louis Von Neumann** (1903-1957). Entre sus trabajos teóricos podríamos citar los relativos a lógica matemática, axiomática de teoría de conjuntos, espacios de Hilbert, álgebras de operadores, teoría de la medida, teoría ergódica, etc. Por otro lado, podrían merecer la calificación de aplicaciones, la fundamentación matemática de la mecánica, la creación de la teoría de juegos, o sus notables aportaciones a las teorías de sistemas y autómatas.

Durante la segunda guerra mundial fueron aprovechados sus conocimientos en hidrodinámica, balística, meteorología, teoría de juegos y estadísticas. En 1944 contribuyó en forma directa en los diseños de fabricación de computadoras, asesorando a Eckert y John Mauchly, creadores de la ENIAC y que construyeron además la **UNIVAC** en 1950. Durante esa década trabajó como consultor para la IBM colaborando con Howard Aiken para la construcción de la computadora **Mark I** de Harvard.

En 1946, en colaboración con Arthur W. Burks y Herman H. Goldstine, Von Neumann escribió uno de los artículos más influyentes en la moderna historia de los computadores: *Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument*. Las ideas que contiene este artículo, que de forma conjunta se conocen con el nombre de Máquina de Von Neumann o **Arquitectura Von Neumann**, han proporcionado los fundamentos para la construcción y el desarrollo de todos los computadores hasta el momento.

## 1.6 Bibliografía

1. Enciclopedia ENCARTA 2002, Microsoft Corporation. One Microsoft Way. Redmon, WA, 98052-6399 U.S.A.
2. Espasa Calpe, *Diccionario Enciclopédico Nuevo Espasa Ilustrado 2000*. Espasa Calpe, S.A., ISBN: 84-239-9455-1.
3. Editorial Planeta, *Diccionario Enciclopédico Larousse*. Editorial Planeta, S.A. 1990, ISBN: 84-320-6070-4.
4. Museo virtual del IEEE. <http://www.ieee-virtual-museum.org>.
5. U. de Granada. Los primeros ordenadores. <http://www-etsi2.ugr.es/alumnos/mlii>.