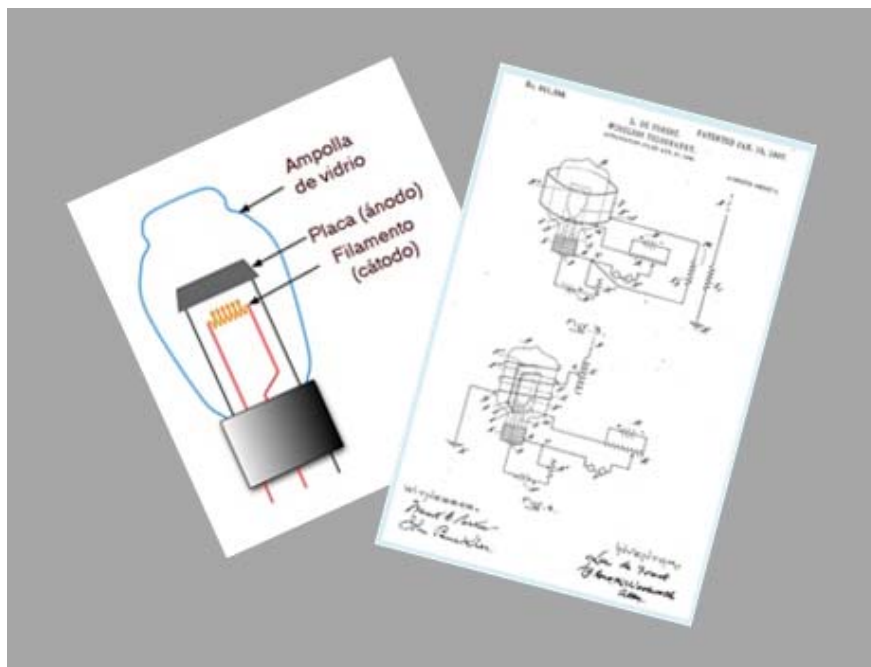


¿Cuándo comenzó la era de la Electrónica?

Ing. Oscar BONELLO



UBA

Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N.
Argentina

2014

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir la producción cultural y el conocimiento generados por docentes universitarios y autores auspiciados por las universidades, pero que estos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

¿Cuándo comenzó la era de la Electrónica?

Ing Oscar Bonello

Quien esto escribe así como casi todos nuestros lectores vivimos inmersos en el mundo de la electrónica. Pero ¿cuándo comenzó esta nueva era del Hombre? Se admite generalmente que la invención de la válvula de radio marcó el inicio de la era electrónica. Con esto parecemos estar de acuerdo todos... hasta que nos ponemos a analizar los detalles.

Por ejemplo, es un tema de discusión definir qué es exactamente una válvula *de radio*. Algunos consideran que la válvula diodo es el inicio de esta era. Otros sostienen que *la amplificación* es lo que caracteriza y define al concepto de electrónica y por eso piensan en la invención de la válvula triodo como el comienzo de la amplificación y de alguna manera también están en lo cierto. Pero debemos recordar que antes de la válvula ya podíamos **amplificar** señales de audio... ¿no me creen? Vamos por pasos.

Comencemos por hablar de la amplificación y el sonido estéreo... en 1890 (si, no es un error, dije 1890). Recordemos que Edison inventa en 1877 el micrófono de carbón que es en esencia un diafragma más un amplificador de señal pues la energía eléctrica que produce es unas 10 veces superior a la energía acústica que llega al diafragma. Este dispositivo, en su versión mejorada por otros inventores, es una cápsula cerrada con gránulos de carbón que son comprimidos por la acción de un delgado diafragma metálico que recibe las ondas sonoras. Una corriente continua circula por los gránulos de carbón y la variación de la resistencia de estos modula la CC con la señal de audio. Estos sensibles micrófonos permitieron al inventor francés *Clément Ader* (1841-1925) experimentar con el sonido de los instrumentos musicales y percibir la importancia de oír el sonido por canales separados en ambos oídos para obtener el efecto espacial de una señal estéreo. Ader realiza demostraciones de su invento en la Exposición Internacional de Paris de 1881 reproduciendo con dos auriculares a instrumentos musicales y cantantes tomados con dos micrófonos de carbón. El asombro del público lo alienta a crear en 1890 el *Théatrophone*; un servicio por suscripción de palabra y música que llegaba por cables a cada suscriptor en la ciudad de Paris. Transmitía noticias y **música en estéreo**, con dos auriculares, desde sus propios estudios o desde la Opera. Otros emprendedores como Tivadar Puskás también ofrecieron servicios parecidos llegando a tener 6.000 suscriptores telefónicos (aunque en mono). Obviamente para alimentar tantos auriculares desde un par de micrófonos era necesario contar con algún tipo de amplificación electromecánica (ya que no podemos hablar de

electrónica en 1890). La primera solución que intentaron fue... hablar muy fuerte. Para ello tenían unos locutores de voz muy poderosa que se alternaban cada 10 minutos para no cansar demasiado su voz. A estos locutores de imponentes voces los llamaron Stentor en alusión al personaje de Homero que los arengaba con *una voz más potente que 50 hombres juntos*. Este nombre perduró unido al concepto de radiodifusión y en la década de 1930 en Argentina fue fundada Radio Stentor, hoy desaparecida.

Pero gritar tenía sus límites. Entonces fueron creados unos amplificadores electromecánicos que eran una mezcla de un auricular unido mecánicamente al diafragma de un micrófono de carbón. El sistema poseía un imán dentro del cual se movía una bobina por donde circulaba la señal de audio. El movimiento de la bobina se comunicaba a un émbolo que comprime gránulos de carbón por los que circulaba una corriente continua que quedaba modulada por la señal de audio. La energía de la señal de audio obtenida era unas 10 veces superior a la existente a la entrada. Numerosas unidades podían ponerse en paralelo y en cascada para lograr la amplificación necesaria. Muchos de estos servicios de Radio por Cable lograron sobrevivir hasta más allá de 1925.

Amplificación electrónica

Pero volvamos a nuestra historia. Retornemos a un descubrimiento que realiza Edison cuando experimentaba con bombillas de luz y nota que en el vidrio en las cercanías de un filamento a elevada temperatura se producía un halo negro. Para investigar el fenómeno coloca un electrodo cercano al filamento notando que una débil corriente circula cuando es positivo con respecto al filamento. Si invertimos la polaridad la corriente cesa. Este efecto, aunque sin aplicación práctica, es patentado en 1883 como *Efecto Edison* y para algunos historiadores esta es la primera patente de un dispositivo electrónico. Aunque por supuesto en la patente no figura el concepto de *corriente de electrones* dado que recién en 1897 J.J. Thomson demostraría la existencia del electrón lo que explica que un metal incandescente pueda emitir electrones mediante un proceso llamado *emisión termoiónica*.

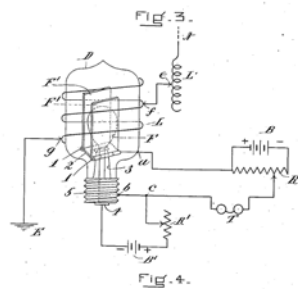
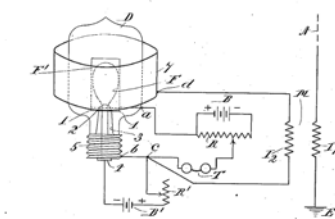
El próximo paso lo da el inventor inglés *John Ambrose Fleming* (1849-1945) quien trabajaba tratando de mejorar las transmisiones de radio de Marconi y descubre que el *efecto Edison* sirve para detectar las señales de RF, pues se comporta como un rectificador. Mejora este principio de Edison creando la primera válvula diodo y la patenta en 1904 denominándola *válvula termoiónica*. Aunque la explicación científica de la emisión termoiónica es debida a los trabajos posteriores del científico inglés *Owen Williams Richardson* quien obtuvo el Premio Nobel por su labor en este campo.

Para algunos historiadores la era de la Electrónica se inicia con la válvula de Fleming aunque posteriormente la Suprema Corte de EEUU haya anulado la patente de Fleming. Pero esto no debe sorprendernos pues en aquella época las decisiones de la Corte estaban siempre polarizadas hacia una fuerte defensa a las invenciones norteamericanas, por lo que los historiadores suelen no tenerlas en cuenta, tal como puede verse en el caso de la invención del teléfono que hoy es atribuida a Antonio Meucci. Pero para aquellos que consideramos que la amplificación electrónica es realmente el origen del formidable desarrollo de nuestra ciencia que cambió al mundo, el paso siguiente será el decisivo. Lamentablemente no está muy clara la



fecha de ese próximo paso: la válvula **tríodo**.

No. 841,386. L. DE FOREST. PATENTED JAN. 15, 1907. WIRELESS TELEGRAPHY. APPLICATION FILED APR. 27, 1906. 2 SHEETS-SHEET 1.



WITNESSES: Frank A. Parker, John R. Sessler. INVENTOR: Lee de Forest, by Herbert Woodworth, Atty.

Todos nosotros hemos leído que en 1906 el inventor norteamericano *Lee De Forest* (1873-1961) patenta la válvula *Audion* de tres electrodos y esto hace que numerosos libros de texto aparezca 1906 como el año de la invención de la *válvula amplificadora tríodo*.

Pero esto no es cierto; de hecho es totalmente falso.

Su patente 841.386 sobre el *Audion* puede ser hoy cómodamente analizada gracias a Internet y al excelente trabajo de difusión de la Oficina Americana de Patentes. Vemos que el dispositivo en cuestión es una válvula diodo que está rodeada por un **aro externo** de alambre. La figura de aplicación sugiere la conexión de este aro externo o tercer electrodo a un tanque de sintonía de RF para trabajar como detector. De hecho en el texto de la patente queda claro que la utilidad de este dispositivo se vincula a la detección eficiente de las ondas de radio y no a la amplificación de señales telefónicas.

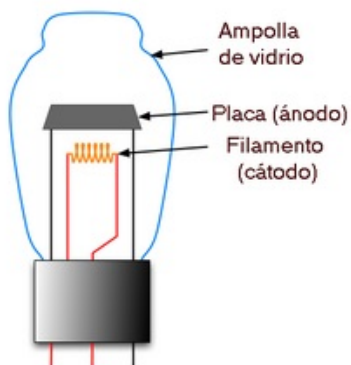
Lee de Forest no logró explicar nunca el funcionamiento del *Audion* que era una válvula muy inestable y que a menudo dejaba de funcionar abruptamente. Para trabajar necesitaba que su interior estuviera en un vacío parcial con importantes residuos de aire para que el electrodo externo pudiera variar la ionización. Esto la hacía muy inestable y apenas los iones de aire eran absorbidos por las partes metálicas la válvula dejaba de operar. Hacia 1917 el brillante científico e inventor Edwing Armstrong, de quien nos hemos ocupado anteriormente, publica un trabajo que explica por primera vez el funcionamiento del *Audion*, declarando que De Forest nunca lo había entendido. Asimismo en una

discusión pública por un tema de patentes demuestra ante la audiencia que De Forest desconocía por completo la forma en que su *Audion* trabajaba. De hecho la figura de De Forest fue reiteradamente cuestionada por muchos científicos de la época. Algunos como Lloyd Espenchied no dudan en definirlo como: *un mediocre que tropezó felizmente con un dispositivo de 3 elementos*. Creo, sin embargo, que una visión más justa sería considerarlo un genial inventor con 180 patentes pero con pobres conocimientos teóricos, bastante soberbia... y un comportamiento comercial muy audaz que lo llevó a los tribunales.

No podemos tampoco dejar de mencionar en su favor los numerosos premios obtenidos por De Forest y su contribución al cine sonoro creando la pista óptica. Tuvo con el tiempo un gran reconocimiento en EEUU como padre de la radio. Reconocimiento que, como es frecuente, no es compartido por sus pares de Europa.

De Forest debió malvender la valiosa patente de la válvula tríodo para pagar un juicio que le habían iniciado los accionistas de una sociedad que él fundara y que la justicia consideró fraudulenta pues había prometido obtener tecnologías que él sabía imposibles de lograr.

Pero retornemos a 1908. De Forest advertido de los problemas prácticos y del errático funcionamiento de su *Audion* pronto descubre que el tercer electrodo debe colocarse dentro de la ampolla entre el filamento y la placa.



Por ello en 1908 finalmente obtiene su patente 879.532 por una válvula tríodo. Esta fecha podría entonces ser tomada como punto de partida de nuestra era Electrónica para todos aquellos que pensamos en que la amplificación está ineludiblemente asociada a esta explosión de la tecnología. Algunos investigadores empero señalan

que una lectura de su patente de 1908 no arroja ni una palabra acerca de que el tríodo puede ser empleado en la amplificación, siendo esto totalmente cierto. De hecho titula la patente *Telegrafía Espacial* y su figura de aplicación es la primera etapa demoduladora de un receptor. Recordemos que recién en 1912 se construye el primer amplificador basado en la válvula tríodo.

No podemos aquí menos que mencionar al segundo padre del tríodo el científico *Irving Langmuir* (1881-1957) quien fuera Premio Nobel en 1932 por sus trabajos de Química. Fue precisamente Langmuir quien en 1915 le dio al tríodo la forma moderna definitiva que hoy conocemos y lo

convirtió en un dispositivo predecible y estable desarrollando toda la teoría que lo caracteriza y que permitió su fabricación industrial.

En esta fugaz visión del pasado encontramos diferentes nombres y fechas que van desde Thomas Edison que descubre y patenta en 1883 el primer dispositivo que emplea un haz de electrones (aunque él no lo supiera). Pasamos por 1904 en que Fleming patenta la primera válvula termoiónica y que para muchos ingleses es el punto de partida de nuestra era electrónica. Arribamos a 1908 en que De Forest patenta el primer triodo fecha preferida de los norteamericanos. Algunos historiadores sugieren la fecha de 1915 en que comienza la fabricación del primer triodo moderno creado por Langmuir. Como vemos todas son posibles y tal vez la más aceptada en los libros de texto, la de 1906 del *Audion* de De Forest, aparece como la de menor relevancia por haber sido un dispositivo que en pocos años dejó de utilizar y que no aportaba amplificación.

Es un hecho interesante, por otra parte, que a estos dispositivos se los denominara *válvulas de radio* por ser ésta su principal aplicación en ese entonces: la radiodifusión. Los conocimientos técnicos de nuestra especialidad comenzaron a denominarse *Radiotecnica* y eran denominados así en todas las publicaciones hasta fines de la década de 1940 y consideradas como una rama de la Física. Esto podía aceptarse en ese entonces pues las emisiones termoiónicas, el cálculo eléctrico de una red, las ondas radioeléctricas y aún los conceptos como el ruido térmico eran aplicaciones de la Física. Pero hacia mediados del siglo XX la naciente *Radiotecnica* multiplica su aplicación hacia nuevos campos como televisión, comunicaciones, radar, telefonía y electro medicina. A su vez teóricos como Claude Shannon (1916-2001) crean en 1948 la Teoría de la Información y numerosos trabajos científicos aparecen en las páginas del *IEEE Journal*. A esto se agrega que como desprendimiento de estos nuevos conocimientos comience a surgir otra nueva ciencia: la Informática. Pronto pudo percibirse que estas dos nuevas ciencias (que merecerían otro Diálogo de Galileo) eran una clase diferente de conocimiento humano. La Física desde sus inicios ha sido *filosofía natural* y ese ha sido su objeto de estudio. Estas dos nuevas ciencias en cambio, por primera vez en la historia tienen como objeto de estudio algo creado por el hombre. Son *ciencias artificiales* si se me permite el término, en oposición a las *ciencias naturales* que conocemos. No puedo menos que pensar que la obra maestra de Hermann Hesse: *El Juego de Abalorios* (1943) de alguna manera esté prefigurando esta nueva clase de conocimiento científico. Algo totalmente creado por el hombre y alejado de la naturaleza, pero que engloba la cultura total de la Humanidad. En consonancia con la veloz acumulación de conocimientos de la *Radiotecnica*, hacia mediados del siglo XX comienza a ser denominada Electrónica.

Sería superfluo intentar explicar aquí algo que es conocido por todos. La explosión tecnológica que estas dos nuevas ciencias artificiales. La Electrónica y la Informática, han producido en el mundo que nos rodea. Ninguna otra invención humana a lo largo de 5.000 años ha producido una revolución de esta magnitud en nuestra vida y nuestras costumbres. Tal vez por eso es interesante reflexionar que esto no debiera considerarse solamente como el resultado de un avance en el campo de las ciencias de la naturaleza, como la Física, sino como el resultado de haber establecido dos nuevas ciencias cuyo objeto de estudio es algo creado por el Hombre. A este cambio de paradigma le debemos este vertiginoso mundo al que arribamos.

Nada mejor para sintetizar estos cambios que la leyenda de tapa que ostentaba la prestigiosa revista norteamericana ELECTRONICS: *Our readers are changing the world* (nuestros lectores están cambiando el mundo).

2013

Acerca del autor

Oscar Bonello

Ingeniero Electrónico de la Universidad de Buenos Aires (UBA).

Durante 25 años fue profesor titular de *Acústica* en la Universidad de Buenos Aires (UBA) y de *Sistemas de Sonido* en la Universidad Tecnológica Nacional (U.T.N.). Imprimió a sus cátedras una fuerte orientación hacia la investigación y dirigió numerosas tesis y estudios hacia los nuevos campos de estas disciplinas.

Ha publicado más de 160 trabajos en revistas y diarios de Argentina, América Latina, USA y Europa. Ha dictado numerosos cursos de posgrado y conferencias en varios países. Debido a su labor en la difusión de la ciencia ha recibido varios premios entre los que se cuenta el *AES Fellowship Award* de la Audio Engineering Society, New York, USA, el *Primer Premio Nacional a la Innovación Tecnológica* y el *Primer Premio a la Innovación en Radiodifusión*.

En 1968 creó Solidyne, una empresa industrial dedicada al desarrollo y fabricación de equipos profesionales de audio y de radiodifusión. Introdujo nuevas ideas en el campo del diseño lo que le permitió obtener 11 patentes de invención. Muy pronto esta empresa, que hasta hoy dirige, adquirió una posición dominante en el campo de la ingeniería argentina protagonizando importantes obras y exportando productos de alta tecnología a más de 60 países.

Su labor de investigación abarca los campos de la Acústica, la ingeniería del sonido, el procesado de audio, la grabación magnética y el audio digital, siendo el creador del primer sistema mundial de manejo de audio digital por computadora PC. Sus trabajos en Acústica en el campo del control de los modos de resonancia le han dado un reconocimiento internacional pues su teoría, denominada en USA *Bonello Criteria*, es hoy universalmente empleada en el cálculo de salas acústicas y es citada en todos los libros de la especialidad.

Es *Fellow Member* de la Audio Engineering Society (USA), *Senior Member* del IEEE (USA), *Member* de la New York Academy of Sciences (USA), *Full Member* de la American Society of Acoustics (USA), *SMPTE Member* (USA) y socio fundador de la Asociación de Acústicos Argentinos.

Currículo completo: <http://www.solidynepro.com/Documentos/curriculumOJB.doc>