

Retrato de un siglo de desarrollo tecnológico

Tomás Perales Benito



Revista Digital de ACTA

2022

Publicación patrocinada por



ACTA representa en CEDRO los intereses de los autores científico-técnicos y académicos. Ser socio de ACTA es gratuito.

Solicite su adhesión en acta@acta.es

Retrato de un siglo de desarrollo tecnológico.

© 2022, Tomás Perales Benito

© 2022, 

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.
Se autorizan los enlaces a este artículo.

ACTA no se hace responsable de las opiniones personales reflejadas en este artículo.

CHAPUZARSE EN EL PASADO

Cada aspecto del desarrollo tecnológico tiene su lado oscuro

Margaret Atwood

EL INTRÉPIDO ROBOT

Nada hacía pensar que en el despertar de aquella tarde nacería el proyecto de un libro deshilando, de paso, sesenta años de vida, tan cercanas la personal y la profesional. El azar manifiesta así sus caprichos. Hace cuatro años escasos, el jefe del Departamento de Robótica Social y yo, un invitado dispuesto a saquear conocimientos, caminábamos por el laberinto de sus dominios académicos, creo que en silencio porque los de este oficio de tinieblas somos silenciosos, cuando apareció un robotillo, de no más se sesenta centímetros de estatura, desplazándose con apresuramiento sobre sus tres ruedas. Se plantó ante nosotros, que nos detuvimos. Advertí con tanta sorpresa como inquietud que mi anfitrión intentaba ocultar una sonrisa que destilaba tintes maliciosos. El engendro elecromecánico, de aspecto deliberadamente humanoide, clavó sus ojos en los míos, movió rítmicamente lo que se podía interpretar como pestañas, después giró el tronco, exhibiendo, cual modelo de pasarela, un considerable número de grados de libertad, y profirió las palabras que provocaron la ofuscación más grande que jamás había sentido: «¿Te cuento un chiste?». El estado emocional que me había atrapado impidió registrar si cumplió su amenaza.

Conocía los entresijos de ese montón de circuitos, sensores y electromecanismos campando a las órdenes de la inteligencia artificial, esa especie de cerebro virtual que persigue aprehender la capacidad y la destreza del natural. Ya llevaba recorrido un buen tramo de las peripecias con nosotros de esa nueva "especie", pero todos los conocimientos acumulados quedaron anulados; la súbita aparición de una réplica del ser humano me trasladó al principio de los tiempos, a cuando puse los pies en la radio, lo relevante de mi despertar en el mundo rural.

«Conforme avanza la tecnología se parece más a la magia». Lo proclamó con su autoridad Arthur C. Clark, el padre de la órbita geoestacionario, el que calculó el lugar en el que colgar los satélites de comunicaciones para poder mantener fijas las antenas en tierra y burlar todos los obstáculos. Con la conciencia inhabilitada, el inesperado robotillo ante mis ojos representaba la magia. De nada servía el largo camino que ya había recorrido en tareas de experimentación, docencia y desarrollo de productos electrónicos. Tenía que contar todo lo que había visto hasta ese día. Un libro, gritó alguna neurona traicionera. Sabía que sería sobre mí, porque un libro no es otra cosa que un relato cocinado para escuchar el yo interno. Comienza así:

LA PALABRA MÁGICA

La radio abrió una ventana al mundo. A través de ella los ciudadanos podía posarse ante un misterio fuera de su alcance. De lo que no se percataban era de que les estaba esperando una larga cadena a cual más sorprendente de novedades que alterarían su existencia y lo relegarían al triste papel de usuario.

La radio tuvo tres precursores y un buen puñado de ávidos cocineros con afán de aventura; las ecuaciones de Maxwell, el generador de ondas de Hertz y el detector (cohesor) de Branly fueron las recetas necesarias para cocinar la transmisión inalámbrica, la que mucho después se llamaría radio. Los primeros que se lanzaron al ruedo buscando unos negocio y otros gloria fueron Guillermo Marconi, Aleksandr S. Popov, Nikola Tesla y Lee de Forest. Para los que orientábamos el catalejo a la tecnología, eran los héroes insuperables, los protagonistas capaces de superar las grandes gestas del pasado. Después conoceríamos sus realidades. Acaparar un soplo de aire de sus logros suponía ir comprendiendo el diálogo sordo que mantenían los circuitos de los receptores para producir la reproducción de la voz humana. Ardua labor la de aprehender gajos de su ciencia para completar el círculo. No era menor el asombro de los ciudadanos, que se aprestaban a responder al saludo de los locutores radiofónicos con la misma candidez de los que, años atrás, se oponían a la instalación del teléfono con el temor de que pudiesen ser contaminados con la complicitad de los hilos de cobre. Las inevitables anécdotas de los inicios de cambio, las que engordan los libros de historia. El cambio que se le avecinaba a los indefensos ciudadanos tenía condición de vendaval.

APRENDER PARA CONTAR

Cuando se decide recorrer un camino, se abre automáticamente el cuaderno de bitácora. En él se anotan las peripecias de cada etapa. Los apuntes, los amarillentos míos, hablan a gritos de la dificultad de entender lo que se cocía en las entrañas de cada cambio tecnológico para trasladarlo después a los que venían detrás. El cúmulo de eventos tecnológicos del siglo XX fue tan extenso que se hace difícil asumir que fuesen superados, aún con la mínima eficiencia. Los tiempos entre saltos, generosos en los inicios, se fueron acortando conforme se ocupaban más y más escaques del inmenso tablero de la electrónica, de las posibilidades que abría cada hallazgo. Pero lo acuciante no era solo el tiempo; la mayor dificultad para desentrañar los misterios eran las barreras que se interponían para acceder a las fuentes, dejando un rastro de desesperación y de amargura al no saber salir del oscuro pozo en que te había sumergido un visionario con el fruto de su imaginación.

Los casos se amontonan en el recuerdo y te sumergen en días y noches de desvelo hasta que, acaso por la presencia de milagros en la pagana tecnología, aparecía un hilo del que tirar que conducía a un rayo de luz. Se descuelgan algunos casos; el RDS para la radio, con la introducción de datos digitales donde en tantas ocasiones se le había negado la posibilidad; la cámara de televisión de un solo tubo, cuando sabíamos que únicamente con tres se podía captar el color; el Pal Plus, un procedimiento para aumentar notablemente la calidad de la imagen de televisión cuando en la banda asignada no cabía un pelo, o el quebrantamiento de la física del electromagnetismo para grabar imagen en unos pocos centímetros de cinta magnética cuando, calculadora en mano, sus leyes demandaban treinta y cuatro kilómetros por hora. Proezas y proezas en una orilla

y profundo sentimiento de amor odio por el camino elegido de los que nos veíamos obligados a vadear las aguas.

LA CARRERAS POR LAS RADIOCOMUNICACIONES

Con la lentitud que caracterizan los principios, la tecnología de las comunicaciones por radio (el término "radio" se acuñaría en el transcurso de la adolescencia del medio) ofreció medio siglo de respiro. Salió de la hibernación con un sistema de modulación del sonido para conseguir transmitir en estéreo. La radio comercial tomaría en préstamo desarrollos destinados a otras aplicaciones, especialmente de las transmisiones para la telefonía de larga distancia. Las ramas que iban surgiendo del tronco comenzaban a converger para aumentar la potencia del nuevo maná industrial.

Su desarrollo se puede establecer en seis etapas. Después la radio caería rendida a los brazos de la televisión, su ancestral enemiga, la que hoy lo transporta en su naturaleza digital y lo reproduce en su seno. No obstante, cuando se daba por rendida resurgió y hoy goza de buena salud. A esta situación ha contribuido su integridad frente a la vulgaridad en la que ha caído su hermana mayor.

| 1900 | 1912 | 1960 | 1961 | 1984 | 1995 |
|---|--|--|---|--|---|
| Radiotelegrafía | Radiodifusión | FM | FM ESTÉREO | RDS | DAB |
| Marconi, Tesla, Lee de Forest, y otros consiguen que los navíos se comuniquen con tierra. Nace la telegrafía inalámbrica, la que compensaba el aburrimiento de los adinerados pasajeros del Titanic mandando "cables" desde la "Marconi Room" del navío joya del mar. | El triodo de Lee de Forest permite la radiofonía. Al principio de los años veinte del siglo pasado, la radio inicia una rápida expansión comercial. En España (Barcelona) se inaugura EAJ-1, la primera emisora. | Aunque con la tecnología desarrollada en 1933, su implantación comercial hubo de esperar a los años sesenta del siglo pasado. Fue desarrollada por Edwin H. Armstrong. | Comienza la magia, expresando en palabras de Arthur C. Clarke). La tecnología electrónica (analógica) había alcanzado su madurez. Surge un ramillete de procedimientos para la codificación de sonido de dos canales. Los de General Electrics y Zenith (Estados Unidos) se funden y se crea un estándar. | Nueva demostración de la magia; un grupo europeo de fabricantes propone introducir en la radio de los vehículos un procedimiento "para ver lo que se oye". Es la Radio Data System. Tras muchos intentos de búsqueda, se halla un hueco en la portadora y se inserta información destinada a la pequeña pantalla de los receptores y a sus circuitos de control. | Corresponde a Digital Audio Broadcasting. Fue un desarrollo europeo enmarcado en el proyecto Eureka 147 destinado a anular el mundo analógico e inaugurar el digital. Crearía dos estirpes que aun pagan las consecuencias los caducos analógicos y los actualizados y altivos digitales. |

Tabla 1. Etapas del desarrollo de las radiocomunicación

El medio de transmisión inalámbrico empleado por Marconi, el actor principal al crear un imperio industrial, estaba basado en la generación de ondas electromagnéticas mediante chispa eléctrica. Con la mirada retrospectiva podremos suponer que el ancho de banda ocuparía todo el espectro radioeléctrico. El siguiente paso importante fue la implantación de los circuitos resonantes diseñados por Karl F. Braun, el físico alemán con el que el italiano compartió el Premio Nobel, en 1909. Nuevos circuitos resonantes, antenas mejoradas, mejores medios de acoplamiento y la incorporación del diodo diseñado en 1904 por John A. Fleming, otro de los colaboradores estrella que encumbraron al marqués y senador perpetuo, irían aumentando progresivamente el alcance de las comunicaciones.

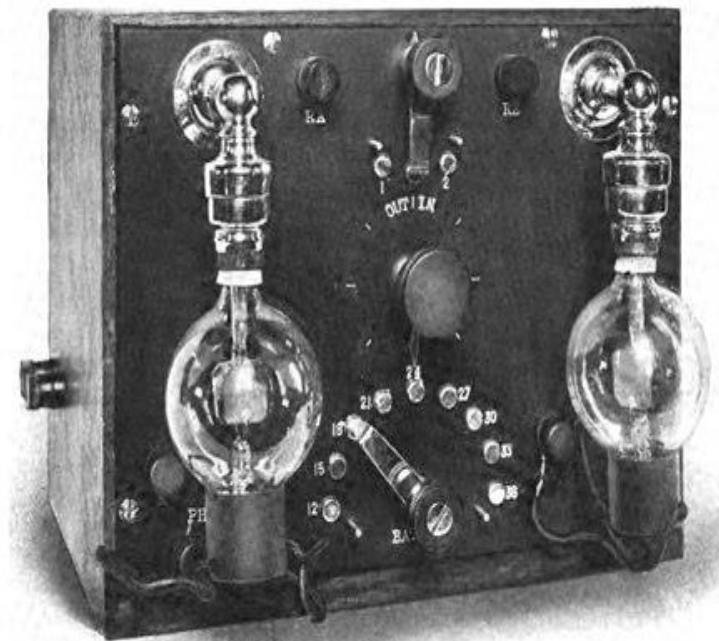


Figura 1. Receptor de radio basado en el triodo

Pero la radio tal como la conocemos no llegaría hasta la incorporación del triodo diseñado en 1906 por Lee de Forest. Curiosamente, fue un componente al que, sin embargo, no se le encontró utilidad hasta seis años después, cuando se convirtió en la piedra angular del mundo de la electrónica. Reginald A. Fessenden, otro de los pioneros, allanaría el camino con el desarrollo de la modulación de amplitud y la configuración del receptor basado en la radiofrecuencia sintonizada (sucesivos pasos sintonizados), hasta que el gran Edwing H. Armstrong encontró una solución práctica de sintonía con el superheterodino. El norteamericano de vida atormentada por asuntos de patentes, lo que le llevó al suicidio, legó a la tecnología de la radiocomunicación otro gran salto: la frecuencia modulada. En los años treinta del siglo XX, cuando se produjo la patente de la FM, la tecnología de las comunicaciones vivía un momento de sosiego. La radio comercial había traspasado todas las fronteras, los receptores se fabricaban en todos los rincones del globo, y los misterios de su ciencia se habían despejado hasta límites inimaginables. No sospechábamos que la televisión, una quimera, estaba esperando con una fuerza desconocida. La paz se mostraba efímera. Dos especímenes

en orillas opuestas acechaban: los ingenieros, para desarrollar cada brote de luz que les llegaba, y los industriales, con su imparable premura por aumentar la velocidad fabril de sus máquinas.

NACE LA ELECTRÓNICA

Las tres palabras clave de la tecnología se acuñaron en tiempos muy distantes; **electricidad**, a cargo del médico real, pero aficionado al descubrimiento de Tales de Mileto, el británico William Gilber, en el lejano 1600; **electrón**, en 1891 por el físico angloirlandés George J. Snoney, término que definió como "unidad de la electricidad". La última, **electrónica**, tendría que esperar a la madurez de las comunicaciones. Pero, independientemente de los avatares lingüísticos, la electrónica que conocemos pone la primera piedra con el triodo, obra de Lee de Forest aunque mejorado por otros. El triodo, el "Audion", en palabras de su inventor, fue el primer componente activo, alejado del pasivo diodo de Fleming, con el que, en tantas ocasiones, se emparejaría y daría lugar a largos letigios.

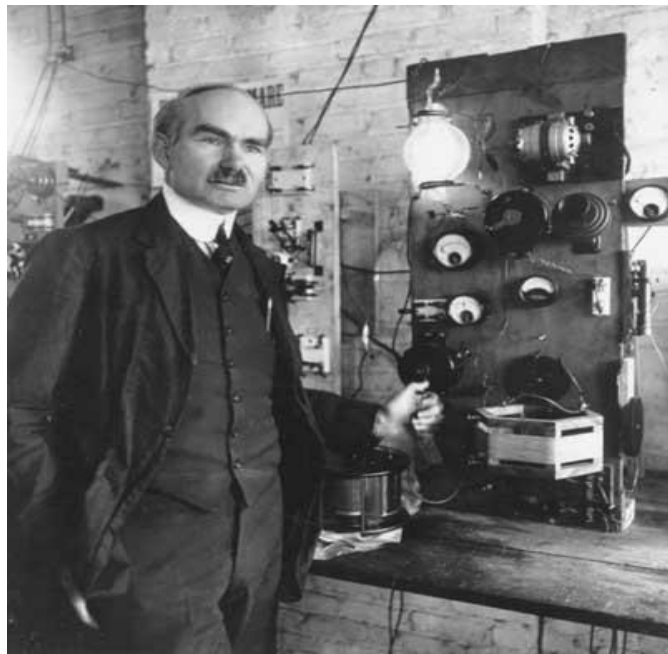


Figura 2. Lee de Forest con uno de sus primeros transmisores de radio

Aunque al principio no se le encontró utilidad, el triodo se considera el iniciador, el componente imprescindible de todo desarrollo, hasta que fue destronado por los semiconductores de germanio y poco después por los de silicio. El triodo y sus sucesores tetrodo (cuatro electrodos) y pentodo (cinco electrodos) eran las "válvulas" o "lamparas" que relucían en todas las aplicaciones, desde la radio, la televisión, los medios de registro y el primer ordenador, el ENIAC. Considerándolo el

componente activo fundamental, su tránsito por la electrónica ha tenido las cuatro gloriosas etapas que marca la tabla 2.

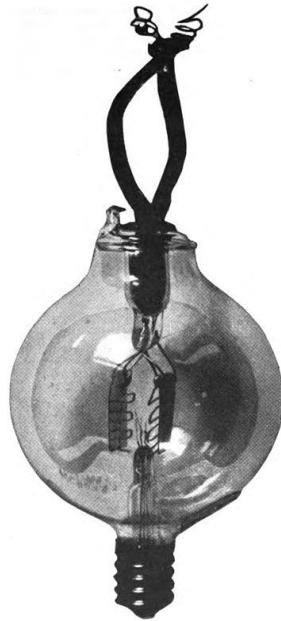


Figura 3. Una de las primeras versiones del Audion, de Lee de Forest

| 1906 | 1947 | 1958 | 1971 |
|--|---|--|--|
| Triodo | Transistor | Circuito integrado | Microprocesador |
| Lee de Forest pone la primera piedra del monumental edificio que se llamaría poco después electrónica. A su invento le llamó Audion. | El aguerrido científico William Shockley, al frente de un equipo de estrellas, culmina el desarrollo del transistor. El objetivo es claro: acabar con la astilla de Lee de Forest por ser frágil, voluminosa y una fuente de calor. | El joven ingeniero Jack S. Kilby, aprovechando que sus compañeros de la Texas Instruments se van de vacaciones y le dejan libre el laboratorio, pone en práctica una vieja idea: introducir en una capsula todos los componentes de una aplicación. Elige un oscilador. Un transistor, tres resistencias y un condensador forman el primer circuito integrado. | La compañía Intel (Integrated Electronics), fundada en 1968, que ya destacaba en el nuevo negocio del silicio, recibió un sorprendente encargo de la nipona Busicom: el diseño de un procesador que permitiera sustituir el cúmulo de circuitos integrados de sus calculadoras de sobremesa. El proyecto recayó en Federico Faggin, un ingeniero y físico de gran experiencia procedente de la competencia; Fairchild. Un año después nacía el microprocesador 4004 compuesto por 2300 transistores. |

Tabla 2. Etapas del desarrollo de la electrónica

Lee de Forest, que se defendía de la acusación de plagio afirmando que desconocía la existencia del diodo diseñado por Fleming, no tenía otra meta que la de experimentar el "efecto Edison" con el anhelo de que la suerte lo acompañara e hiciera un gran descubrimiento. En una ampolla al vacío con filamento y ánodo, interpuso entre ambos componentes una rejilla y comprobó que era posible controlar la corriente en circulación consecuencia del chorro de electrones que desprendía el filamento. Pero no supo qué hacer con su Audion, el nombre que le dio. Otros si lo supieron, aunque cinco o seis años después.

En la historia de los semiconductores hay tres fechas; 1833, cuando Faraday introduce el efecto semiconductor, 1869, cuando se descubre el germanio, y 1874, cuando se formula un proyecto, no realizado, de dispositivo semiconductor. Sin embargo, no sería hasta los años treinta del siglo pasado cuando comenzaron las pruebas buscando sustituir las válvulas en el control de los circuitos de la telefonía. William Shockley y su equipo se situaron en un camino ya iniciado; su logro de 1947 fue desarrollar un dispositivo con un rendimiento aceptable, un dispositivo que no convirtiera toda la energía en calor, lo único que se había conseguido hasta entonces. El germanio sería sustituido por el silicio de la mano de Texas Instruments, en 1954, por su considerable aumento de rendimiento. Ese mismo año uno de sus ingenieros lleva a cabo la proeza de construir, casi furtivamente, como un pasatiempos, el primer circuito integrado de la historia.

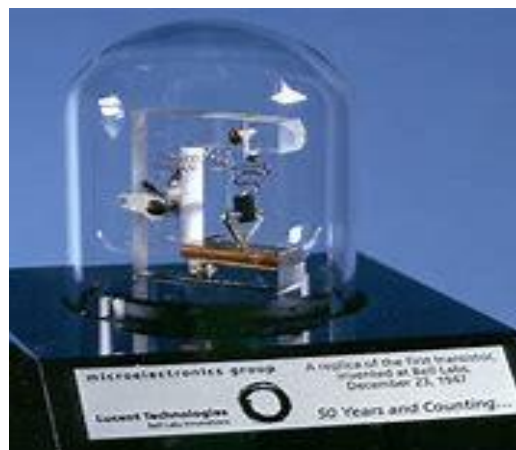


Figura 4. Muestra de museo de uno de los primeros transistores

A principios de los años sesenta llegó a mis manos una publicidad comercial de un transistor. Pocos días después lo contemplaba con asombro. Era el OC169, un dispositivo de germanio. Ya nada fue igual, el viento azotaba fuerte. La unión con unos pocos componentes complementarios, en una cápsula, no tardaría en legar. El aumento de componentes activos y pasivos era una cosa dominio de tiempo, de poco. Actualmente se cifran en millones.

Aunque se asocia con propiedad el circuito integrado a los semiconductores, al principio de las válvulas un pionero construyó un circuito completo para la radio encerrado en una ampolla. Se desconocen otras aventuras similares. Si ha sido usual la integración de componentes termoionicos, por ejemplo dos triodos o un triodo y un diodo.

LA VOZ ENLATADA

Este capítulo, abarrotado de grandes descubrimientos, contempla dos momentos en razón a la naturaleza de su tecnología: analógica desde sus inicios a la madurez y la digital extrema, la magia a la que aludía tan machaconamente Arthur C. Clarke, escritor de ciencia ficción por pasatiempo porque él se consideraba únicamente un científico.

INICIO

Cuando el joven danés Valdemar Poulsen se graduó en ingeniería no corrió currículum en mano tras una gran empresa que lo acogiera; decidió vagar un tiempo por talleres reducidos para adquirir destrezas y aprender mecánica y electricidad. Solo entonces solicitó el ingreso en la compañía telefónica de su frío país.

«A la telefonía le falta una pieza», sentenció poco tiempo después. Se refería a un medio de registro durante las ausencias de los usuarios. Con esa idea, madurada durante los primeros años, nació el “telegrafono”, un procedimiento de registro de sonido sobre plancha de acero en desplazamiento por una cabeza magnética unida a la línea telefónica. Después, aplicándole un micrófono, sería un “datafóno” de oficina.

| 1900 Registro magnético | 1927 Cinta magnética | 1935 Magnetófono | 1962 Casete |
|---|--|---|---|
| El ingeniero de la compañía danesa Copenhagen Telegraph, Valdemar Poulsen, construye un medio de grabación magnética para emplearlo como contestador telefónico. Lo que no esperaba es que en la plancha de acero de su equipo quedaría registrada para la eternidad la voz del emperador austríaco José Fernando I. Se produjo durante la Exposición Universal de París del año 1900. La crónica del momento no recoge si lo acompañaba su esposa y prima, la popular Sissi. | La posibilidad real de registrar sonido sobre soporte magnético abrió un amplio camino de desarrollo: el ingeniero alemán Fritz Pfeleumer diseñó la primera cinta magnética. Lo hizo depositando partículas de óxido de hierro sobre un papel. El procedimiento de Poulsen, pero con un sentido más “práctico”, más cercano. | El camino hacia el magnetófono estaba trazado. AEG, cuyo origen era la industria de equipos de electricidad de Edison, y BASF, fuerte industria química, unieron sus conocimientos para conseguir el primer grabador comercial. Durante mucho tiempo, BASF fue sinónimo de cinta magnética. | La holandesa Philips desarrolla una carcasa con dos carretes de cinta magnética para el registro de audio. Sus dimensiones son 10 x 6,5 x 0,9 cm. La cinta, una tira de plástico con una delgada capa de emulsión magnética, tiene una anchura de 3,81 mm, 0,79 mm por pista, con un espacio de separación. |

Tabla 3. Etapas del desarrollo del registro magnético

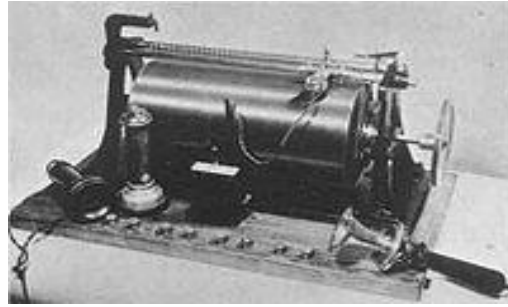


Figura 5. Muestra del "telegrafono" de Valdemar Poulsen. Obsérvese la plancha de registro. La cabeza se desplaza mecánicamente por su superficie. A la cabeza se le podía aplicar un micrófono o la línea telefónica

EL MUNDO DIGITAL

En la década de los ochenta el mundo digital ya estaba ocupando posiciones que hablaban de pleno dominio. El teléfono móvil, aparecido en 1973 de la mano de Motorola (su ingeniero jefe recibió el Premio Príncipe de Asturias en 2009), ya comenzaba a integrar funciones digitales (en ningún momento se imaginó que tantas) con la ayuda de los microprocesadores, y los ordenador, bajo mil sellos comerciales, comenzaban su ascenso a todas las actividades personales y profesionales. El mundo era digital y los analógicos comenzaban a sentir sus estragos en forma de sentimiento de inutilidad. Dos gigantes unieron sus ejércitos para aplastar al molesto registro analógico. En 1984 asistíamos asombrados a la presentación de discos de una misteriosa naturaleza, con la voz de Julio Iglesias. Nos decían que, en sus solo doce centímetros de diámetro, contenían cincuenta y cuatro kilómetros de pista en espiral, con depresiones a leer por un azulado rayo láser, al que no debíamos mirar como condición para mantener en orden la vista. El asombro, sin embargo, sería nimio para lo que se esperaba en los años los venideros. Ese hermoso y humano sentimiento ha desaparecido alentado por la idea de que cualquier cosa es posible.

| 1984 | 1985 | 1990 | 1992 |
|---|---|---|--|
| CD | DAT | DCC | MD |
| El Compac Disc consigue crear una auténtica revolución en el mundo de la música. La tecnología del registro óptico no era nueva, se había empleado en el Laservision, el reproductor de imagen, pero su fracaso comercial lo mantenía en el olvido. Philips y Sony apostaron por el nuevo formato y lanzaron a sus mejores ingeniaros a su consecución. | En esta ocasión Sony campó por libre y creó en solitario un nuevo formato, el Digital Audio Tape, basado en una casete de cinta de tamaño reducido en la que registrar voz y datos. Se dirigió al sector profesional. Se desarrollaron dos versiones: el R-DAT basado en las cabezas giratorias y el S-DAT, con cabezas estacionarias convencionales. | De nuevo Philips irrumpe con un nuevo formato de consumo en casete de cinta, pero con registro multipista (ocho de audio y una de control) de sonido y datos. Por primera vez se emplea la compresión digital de datos, procedimiento que ya no se abandonará tanto para el sonido como para la imagen. | Formato de Sony para audio y datos basado en un disco de 6,3 mm interno en una casete de solo (72 x 68 x 5 mm). Permite un tiempo de lectura de 74 minutos. Para la reproducción emplea la tecnología láser, como el CD, y para el registro la magnetoóptica, su gran novedad tecnológica. |

Tabla 4. Etapas del desarrollo del registro por procedimiento digital

EL MILAGRO DE LA IMAGEN

El desarrollo de la captación, reproducción y grabación de la imagen ha ofrecido momentos sublimes que enaltecían al mismo tiempo que comprimían el alma al apercibirse de que había que aprehender el fondo y la forma de lo que sucedía entre sus circuitos. En conjunto, combina con majestuosidad mecánica, óptica y electrónica en sus facetas más sagaces.

TELEVISIÓN

En la Exposición Universal de París de 1900 no solo se habló del cine de los Hermanos Lumiere y del registro magnético del intrépido danés Valdemar; en una conferencia gremial que se celebraba sobre electrotecnia se pronunció la palabra televisión. Paul Nipkow, alemán, autodenominado inventor, decidido a crear un medio de transmisión de imagen a distancia, formuló un procedimiento que no pudo llevar a la práctica por carecer el mercado de los componentes necesario. Dos décadas después aquel trabajo teórico caía en manos de un joven escocés enfermizo, pero con el mismo ímpetu emprendedor. John Logial Baird había hecho de todo, desde calcetines a envasar botes de mermelada. Y el sistema del desconocido alemán estaba a su alcance: dos finos discos metálicos con orificios en espiral, dos motores, componentes eléctricos convencionales (entre ellos una bombilla) y una célula fotoeléctrica, el mayor esfuerzo financiero porque los motores procedieron de un chamarilero y los medios eléctricos de la instalación de su hogar. No faltaron piezas de cartón, que procedieron de las sombrereras de su madre. Tras algunos intentos de aproximación funcionó. Uno de los discos giratorios analizaba la imagen que tenía delante y el otro, en un cuarto oscuro, la reproducía, aunque con una calidad equivalente a cuarenta líneas. En 1924 comenzó el desesperado peregrinaje de su televisión. En 1929, con la ayuda de Marconi para las tareas de transmisión, la BBC inauguraba las emisiones experimentales. Cuentas las crónicas que se fabricaron 400 receptores. El Museo de la Ciencia de Londres conserva ejemplares.

| 1924 Mecánica | 1926 El tubo de Braun | 1929 Electrónica | 1953 Color |
|---|---|---|---|
| <p>Basándose en la idea del ingeniero alemán Paul Nipkow, el escocés John Logie Baird desarrolla un medio de análisis de imagen y su reproducción con procedimiento mecánico. Le costará que lo acepten. Tras algunos encuentros decepcionantes y la ayuda final de colegas ingenieros, encontró apoyo en la BBC.</p> | <p>Siguiendo los pasos del escocés, el ingeniero japonés Kenjiro Takayanagi desarrolla una réplica, pero empleando en la parte de reproducción el tubo de vacío descubierto por Braun, una curiosidad de laboratorio hasta entonces. La resolución era la misma: 40 líneas. En los siguientes años fue mejorando hasta alcanzar las cien.</p> | <p>Desde el primer momento se supo que la televisión mecánica no tenía futuro. El siguiente paso, sin que se le pudiese asignar fecha, fue la introducción de los medios electrónicos que se avistaban: el tubo y el captador de imagen de condición electroóptica y con exploración electromagnética. Las dos proezas tecnológicas se deben al ruso norteamericano Vladimir K. Zworykin, ingeniero de RCA. Al primer componente le llamó tubo de rayos catódicos y al segundo iconoscopio (ver imagen). El mundo se lanzó a fabricar receptores mientras surgían a borbotones las emisoras. Ningún medio se desarrolló con tal velocidad. Recibir la imagen de al otro lado de las paredes, era parte de la magia.</p> | <p>Se esperaba. No se entendía que si el mundo era de color la pantalla no lo reprodujera. Tras algunos intentos fallidos con procedimientos mecánicos, surgió el norteamericano NTSC. Le seguirían de cerca los estándares europeos SECAM y PAL.</p> |

Tabla 5. Etapas del desarrollo de la televisión

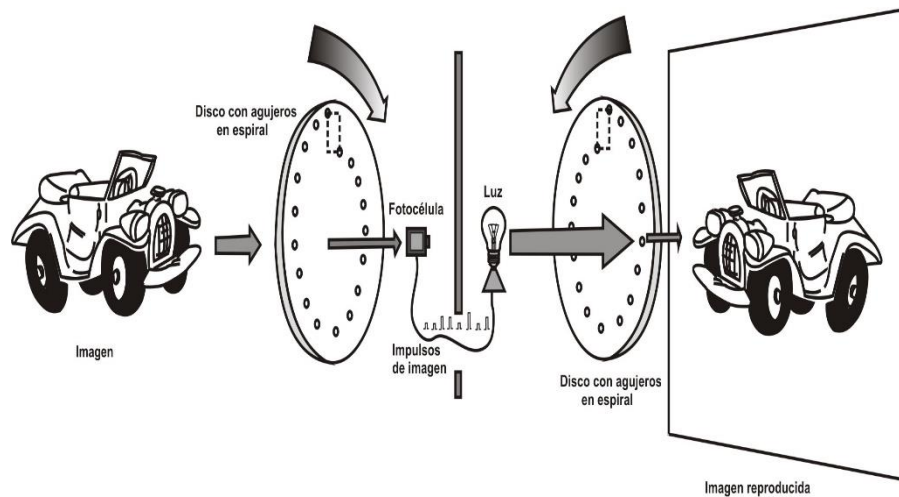


Figura 6. Reproducción gráfica del disco de Nipkow



Figura 7. Detalle del captador de imagen de Vladimir K. Zworykin,

REGISTRO

El registro de la imagen sobre soporte magnético nació por un órdago lanzado por quien desconocía las barreras que interponían las leyes del electromagnetismo: «Pongo cincuenta mil dólares para que este magnetófono también grabe imagen». Bing Crosby, el actor y cantante, se refería a un equipo de la Segunda Guerra Mundial que acababa de ser restaurado, y al que le habían invitado a una demostración de sus posibilidades en el mundo escénico. Alexander M. Poniatoff, un brillante ingeniero ruso huido de la barbarie comunista, fundador de la empresa Ampex, aceptó por amor a

los desafíos que causaba una profesión que era su vida, pero sin ninguna idea de solución en la cabeza. Después los cálculos lo situarían en la cruda realidad: se necesitaban 54 kilómetros de cinta por hora. Imposible. Y la carpeta del proyecto se cerró. Sin embargo la reabrió «sin saber porqué» y se dispuso a formar un equipo de entusiastas capaces de lo imposible. Algunos lo pagaron con el divorcio. El 30 de noviembre de 1956 la cadena CBS emitía el primer programa de televisión en diferido con la complicidad del magnetoscopio VR-1000. Pocos meses antes el equipo se había presentado en Las Vegas y, cuentan las crónicas, Ampex recibió pedidos hasta en servilletas.



Figura 8. *El magnetoscopio VR-1000, con sus inventores*

| 1964 | 1956 | 1972 | 1978 | 1995 |
|--|--|---|--|---|
| Videodisco analógico | Registro magnético | Videocasetes domésticos | Videodisco digital | DVD |
| <p>RCA, fuente de tantos desarrollos en los inicios de la electrónica, pone en el mercado un videodisco basado en un disco de 30 cm con surcos convencionales leídos por una aguja. Pocos años después, con la película <i>La joya del Nilo</i>, desapareció dejando monumentales pérdidas económicas.</p> | <p>Ampex, la pequeña empresa que durante la Segunda Guerra Mundial había estado fabricando motores eléctricos, aceptó el reto del polifacético actor. Poniatoff sabía dónde encontrar colaboradores capaces. Tras evaluar las posibilidades sentenciaron: necesitamos un milagro. Y llegó en forma de idea genial: que la elevada velocidad cabeza- cinta la consigan cabezas giratorias barriendo el soporte magnético, en un determinado ángulo. Así nació el "Cuadruplex", un magnetoscopio con cuatro cabezas deslizándose por una cinta magnética, de dos pulgadas. El desarrollo del magnetoscopio VR-1000 es una de las grandes proezas de la tecnología electrónica. En televisión, el directo se había acabado.</p> | <p>Desarrollada la tecnología del registro de imagen sobre cinta, surgen innumerables magnetoscopios, con continua reducción del ancho del soporte. Philips pone en el mercado el N-1500, un grabador con cinta en casete de media pulgada. Le seguirían los pasos, pocos años después, los japoneses VHS y Beta, con más éxito comercial. Completa el ciclo de los videocasetes para el hogar el formato V-2000, de Philips, surgido en 1978, con la novedad de la reversibilidad de la casete. Murió sin alcanzar notoriedad comercial.</p> | <p>También de la mano de la holandesa Philips, surge un formato de videodisco con tecnología digital y lectura óptica por láser para reproducción de películas. Se estrenó con la película <i>Tiburón</i>. No alcanzó el éxito esperado. Acaso el elevado diámetro de los discos y que el cine no confió en el formato, provocaron su prematuro final.</p> | <p>Visto el fracaso del videodisco, un consorcio internacional de grandes fabricantes de electrónica de consumo decide aunar fuerzas para crear un formato basado en un soporte del tamaño del CD (doce centímetros). Lo consigue con la tecnología de compresor de datos MPEG, versión mejorada del JPEG desarrollado poco tiempo antes para la fotografía digital. El DVD (Digital Versatil Disc) se convierte en el nuevo estándar del hogar y de los ordenadores. Años después, mediante la aplicación al soporte de tierras raras, permitirá la grabación.</p> |

Tabla 6. Etapas del desarrollo del registro de imagen

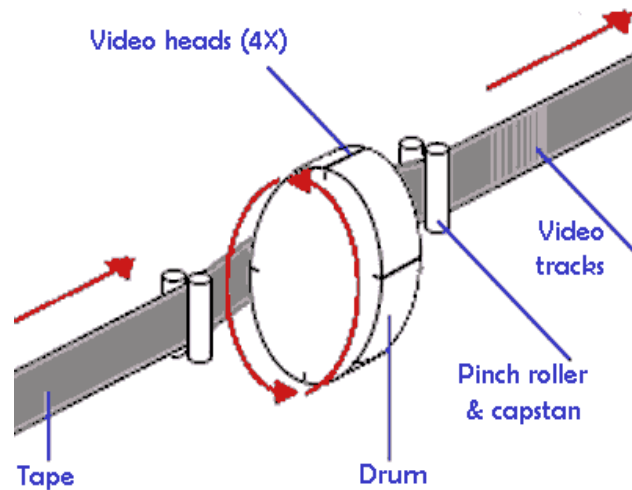


Figura 9. Detalle del proceso de barrido de la cinta por las cabezas, instaladas en un tambor giratorio

LA AYUDA DE LAS MÁQUINAS

¿La tecnología habría alcanzado la cima conseguida si aquel caluroso verano de 1958 Jack S. Kilby se hubiese ido de vacaciones, como sus compañeros de la Texas Instruments, y no aprovechar su ausencia para fabricar el primer circuito integrado? No tiene sentido; se hubiese tomado otro camino porque la vía que abrió el triodo de Lee de Forest para las comunicaciones y las máquinas de todo tipo llamó a muchos miles de inquietos que advertían, quizás en el subconsciente, que el mundo estaba a punto de cambiar, que la electricidad y sus efectos se adueñarían de los ciudadanos. A Claude E. Shannon, ingeniero y matemático, el considerado padre de la era digital, le bastaron las válvulas termoiónicas para hacer los primeros diseños de computación basados en el Álgebra de Boole. Tampoco a los desarrolladores del ordenador ENIAC, con 18.000 calurosas válvulas para conseguir 300 multiplicaciones por segundo.

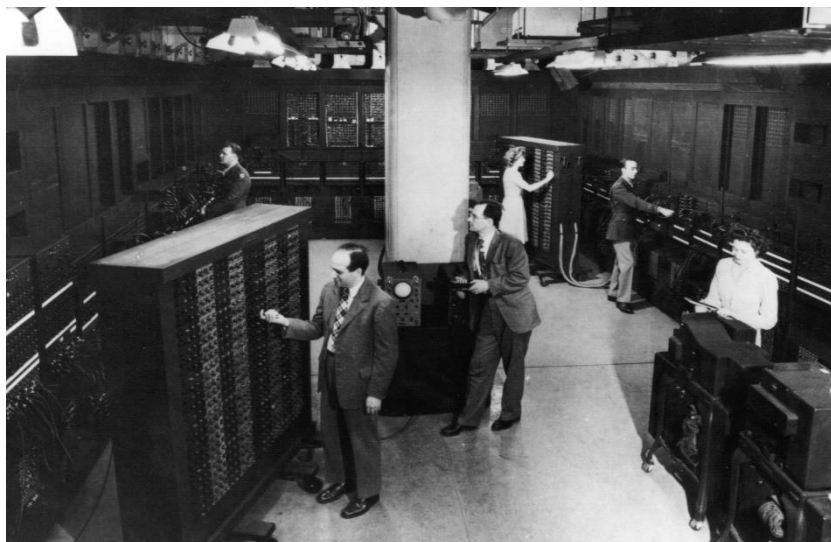


Figura 10. Detalle del ordenador ENIAC. Ocupaba una superficie de 170 metros cuadrados y pesaba 27 toneladas

Pero mientras esto sucedía, el invento de Jack S. Kilby iba creciendo en número de componentes integrados y en funciones. Así, cuando la nipona Busicon propone a Intel integrar la pira de circuitos integrados de sus calculadoras de sobremesa, ese componente ya era cotidiano. Con el microprocesador 4004 que le diseñó nació la integración a gran escala, la que ha facilitado el inconmensurable desarrollo desde aquel 1971, tan lejano y tan cercano. El salto a buses de 8 bits (8008, de Intel) y a 16 bits (68000, de Motorola), abriría enormes cauces de desarrollo en todo el panorama electrónico.

| <p>1946 ENIAC</p> | <p>1975 Ordenadores para todo</p> | <p>1981 PC</p> |
|--|---|--|
| <p><i>El Electronic Numerical Integrator And Computer, anclado en la Universidad de Pensilvania, se considera el padre de los ordenadores modernos. Como todos los eventos tecnológicos, recogía la experiencia de decenas de intentos. Sus unidades de cálculo, 300 multiplicaciones por segundo, estaban integradas por triodos, el componente que dio lugar a la electrónica. La máquina requería un cuerpo de seis licenciadas en matemáticas para programar las funciones asignadas. Fue diseñado bajo la batuta de John Presper y John W. Mauchly.</i></p> | <p>El microprocesador 8008 de Intel surgió en 1972, un año después del pionero 4004, en 1975 el 6502, de MOS Technology, en 1976 el popular Z80 de Zilog, la empresa que fundaron los dos ingenieros de Intel que diseñaron los primeros microprocesadores, en 1979 el 6509 de Motorola... El camino para la informática de aficionado e industrial modesta estaba servido; comenzaba la era de la informática. Fortran, Cobol, CPL, PL/1 y especialmente Basic daban vida a los modestos ordenadores Commodore, TRS-80, Apple, ZX-81 y otros muchos suministrados montados y en kit.</p> | <p>Atendiendo las voces de sus comerciales, que demandaban que la empresa bajara al terreno del ordenador popular, IBM formó un equipo de ingenieros y lo mandó a sus instalaciones de Baca Ratón, en Nuevo México. Al frente puso a una estrella, a William C. Lowe. Un año después nació el PC (Personal Computer) aunque con software prestado por una minúscula compañía: Microsoft. El gigante azul no confiaba en el proyecto. Esa circunstancia hizo ricos a los de Microsoft y facilitó que cientos de empresas se lanzaran a fabricar el "PC compatible".</p> |

Tabla 7. Etapas del desarrollo del ordenador

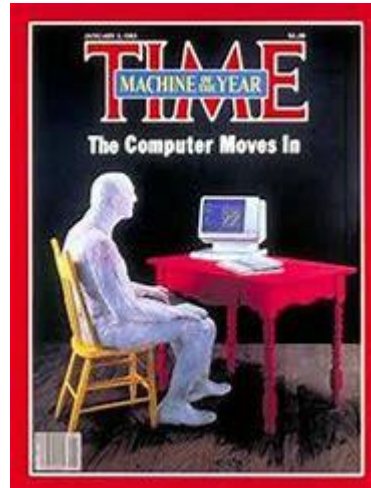


Figura 11. En 1982 la revista Times proclamó "personaje del año" al PC

VIDA DIGITAL

CONECTIVIDAD Y MUNDO GLOBAL

«Target». La palabra apareció en la pantalla con un llamativo color amarillo y entrecortada, con una rápida cadencia para atrapar la atención. En la siguiente escena un gigantesco Yumbo 747 se partía en dos y se precipitaba al mar. Cuantos estábamos en la redacción no debamos cerdito a nuestros ojos: un avión militar de la URSS abatía al inocente del vuelo Kal067, de Korea Airlines, procedente de Los Ángeles. Perecieron 269 personas. Después llegaron las explicaciones.

Por un error de navegación, el vuelo comercial se adentró en territorio soviético. Fue interceptado por las fuerzas armadas, que le pidieron que se identificase y que aterrizara. Pero, por motivos desconocidos, los coreanos no atendieron el aviso y uno de los pilotos del país rojo recibió la orden de disparar. Se produjo en el primer día de septiembre de 1983.

Hasta en la crueldad se pueden producir efectos positivos. Poco tiempo después Ronald Reagan liberaba el GPS para ponerlo a disposición del mundo civil. Solo entonces nos enteramos de que había una constelación de diminutos satélites orbitando la Tierra al servicio de la OTAN para facilitar información de posición. Surgía otro reto para escudriñar sus secretos. Pronto supimos que estaba basado en la triangulación y en el efecto doppler de las señales; con la señal de tres satélites se obtenía la posición. Con más satélites se aumentaba la precisión. Los que recordaban el ancestral gonio llevaban ventaja. El GPS es posiblemente el más útil de los artefactos que ha producido la tecnología. ¿Se podría caminar hoy por el complejo laberinto de ciudades y vías de comunicación sin un receptor GPS? La Nasa recibió el encargo del Departamento de Defensa en 1965 de proyectar el sistema. Se denominó NAVSAT (Navy Navigation Satellite System).



Figura 12. Detalle de la constelación de satélites para el servicio GPS

El físico Tin Berners-Lee afirmaba que la idea nació cuando vio tantos ordenadores en situación estanca, aislados, sin comunicarse, y puso manos a la obra.

En 1958 la compañía Bell puso en el mercado el primer modem. A través de las líneas telefónicas se podían comunicar entre si ordenadores. Pero la conexión estaba limitada a departamentos gubernamentales y especialmente a las universidades. En 1972 se creó el grupo InterNetworking para intentar poner orden. En 1981 se desarrolla el protocolo TCP/IP. El mundo se acercaba a la comunicación global. En 1989 Tin Berners-Lee anuncia la WWW. El efecto, con los navegadores que surgieron sin demora, es uno de los mayores cambios que se han producido en la sociedad.

| 1989 | 2002 |
|---|---|
| WWW | Mundo interactivo |
| Mientras trabajaba en el CERN, Tin Berners-Lee creó la WWW con un lenguaje de diálogo. El hipertexto estaba servido para enlazar los ordenadores del mundo. El World WIDE Web fue el primer navegador. Después llegarían Mosaic, Mozilla Firefox, Netscape, hasta al acaparador Explorer. | El mundo está conectado, el mundo es interactivo, una aldea global unida por hilos y por las ondas electromagnéticas que desenmascararon Faraday, Hertz y otros. Son las redes, el medio conductor de la inmediatez burlando las distancias y los obstáculos. Redes para todo al alcance de las teclas y el micrófono del inseparable oráculo plagado de silicio. Es el nuevo tiempo, el que está arrinconando a los ciudadanos del viejo. Un inquieto estudiante de Harvard puso en pie Facebook en 2002, dos antiguos empleados de PayPal Youtube, en 2006, un ambicioso programador Whatsapp en 2009...Qué más para practicar la soledad compartida. |

Tabla 8. Etapas del desarrollo de la colectividad global

ROBÓTICA SOCIAL

El intento de establecer una similitud mecánica con el hombre se pierde en las telas del tiempo. La mitología da buena cuenta de los intentos. Hasta Leonardo da Vinci, con su "hombre mecánico" nos legó un diseño con capacidad de movimiento. Sin embargo, el robot social, con capacidad de interacción con el ser humano surge a finales del siglo XX cuando la mecánica heredada de los brazos robóticos industriales tiene suficiente precisión, la sensorica, para reconocimiento facial, es una realidad, y la inteligencia artificial tiene capacidad para dirigir con mano firme el timón. Entonces unen sus esfuerzos.



Figura 13. Esqueleto de robot social. Universidad Carlos III, Madrid

COMPAÑERO TE DOY

Parafraseando la frase bíblica, el robot social, el que tiene capacidad para interactuar con el ser humano en su lenguaje natural, es un compañero de su existencia. Siempre lo hemos deseado. La mitología está plagada de seres réplica del humano, pero más fuerte, más valeroso, admitiendo, al menos en la letra, nuestra debilidad. Fue el toscano Leonardo, el hijo bastardo del notario y Caterina, la bella campesina, la que se acercó a la realidad con su "hombre mecánico". Los planos que legó son perfectos; reproducido su proyecto al encontrarlos, se presenta un ser humano con capacidad de movimiento. Sin embargo, el paso trascendental hacia el robot social que conocemos hoy lo dio Honda, en el año 2000, con su Asimo. Mecánica de precisión, electrónica e inteligencia artificial se confabulan para conseguir el viejo objetivo de jugar a semidioses, a ser seres capaces de crear a imagen y semejanza con sus propias manos y herramientas. Un robot ha sido el culpable de mi despertar.

REFERENCIAS

Vida digital: La huella de la tecnología en la sociedad. Tomás Perales Benito. SCLibros. 2022