

Jack Kilby: El camino a la miniaturización de componentes

EL 22 DE JUNIO murió en Dallas a los 81 años (Texas) Jack Kilby, co-inventor, junto con Robert Noyce, de los circuitos integrados (microchips), el elemento base de toda la tecnología electrónica actual. La Academia Sueca concedió a Kilby en el año 2000 el premio Nobel de Física.

El padre de Kilby tenía una pequeña compañía de electricidad, lo que, junto al extenso uso de la radio para la comunicación entre las granjas de su Kansas natal, fomentó su interés por los artefactos electrónicos. Tras fracasar en su intento de entrar en el prestigioso Instituto Tecnológico de Massachusetts (M.I.T.) comenzó a estudiar Ingeniería Eléctrica en la Universidad de Illinois, decidiendo posteriormente estudiar Física, decisión que reconocería con el tiempo que fue clave en su vida. Trabajó para una pequeña compañía durante un tiempo, hasta que en 1958 entró, con 35 años, en Texas Instruments, la compañía a la que dedicaría el resto de su vida.

En el verano de aquél mismo año, Kilby, como recién contratado, no tenía derecho a vacaciones, por lo que mientras sus compañeros las disfrutaban se entretuvo en perfeccionar una idea que rondaba por su cabeza desde un tiempo atrás. Para entenderla, sin embargo, conviene remontarnos algo en el tiempo.

Se conocen desde el siglo XIX las leyes que gobiernan los circuitos eléctricos, que con sus diferentes componentes (resistencias, pilas, condensadores etc..) per-

miten manipular la corriente. Esta corriente manipulada puede servir para decidir hechos en algunas partes del circuito, del mismo modo que si se ejecutaran órdenes. Pueden construirse así determinado tipo de sentencias, de modo que los componentes del circuito, según el valor de la corriente, pueden interpretar las órdenes con algún propósito. Típicamente, un interruptor permite, por ejemplo, decidir "encender" una bombilla, y el valor de la intensidad eléctrica y una resistencia variable permiten ejecutar la orden "calentar" en una estufa, y del mismo modo, "oír" tal emisora, "ver" un canal de televisión, etc. Todo son circuitos eléctricos adecuadamente manipulados.

En 1904 J. A. Fleming, ingeniero de la compañía Marconi, inventó el diodo. Este es un componente eléctrico que permite o no el paso de corriente según su signo y que se usaría para construir los radios "de galena" de nuestros bisabuelos. Tres años después, Lee De Forrest (que posteriormente patentaría el cine sonoro) inventa el triodo que añade a las capacidades del diodo la posibilidad de graduar la corriente de salida en función de la de entrada, digamos que a voluntad. Usualmente los triodos tienen la forma externa de una bombilla común, es decir, un recipiente de vidrio en el que se ha hecho el vacío y dentro del cual se ven tres filamentos separados. El nombre técnico del artefacto es "válvula termoiónica" y con ella se pudo construir en los años veinte del siglo pasado las primeras radios

auténticamente populares que emitían y recibían con facilidad y calidad. Con estas válvulas como elemento principal se construyeron también los primeros grandes ordenadores de la era moderna.

El ENIAC, construido por John P. Eckert y John W. Mauchly en 1946, en la Universidad de Pennsylvania, primer computador electrónico, estaba compuesto de 17.468 válvulas (más resistencias, condensadores, etc.), con 32 toneladas de peso, 2,40 de ancho y 30 metros de largo. Se cuenta que la corriente de la ciudad oscilaba cuando se ponía en marcha. El calor de las válvulas elevaba la temperatura del local hasta los 50°. 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 las trayectorias de proyectiles, principal objetivo inicial de su construcción. Podía resolver 5,000 sumas y 360 multiplicaciones por segundo, pero su programación era terriblemente tediosa y debía cambiarse las válvulas continuamente, porque los triodos, como las bombillas, se funden con facilidad.

En 1948 Bardeen, Brattain, y Shockley que trabajaban para los Laboratorios Bell, inventan el transistor. Explicado muy sencillamente la idea es que los transistores son capaces de hacer lo mismo que un triodo (graduar la corriente) aprovechando las propiedades de unos compuestos llamados semiconductores: materiales que

tienen propiedades eléctricas intermedias entre los conductores y los aislantes. La gran ventaja es que el tamaño de un transistor puede ser microscópico, además de no padecer las frecuentes roturas de aquellos y requerir mucho menor consumo.

Y volvemos a Kilby. Los circuitos se construían en 1958 por la unión por cables de los diferentes componentes, que ya incluían a los transistores. Su idea era fabricar todo el circuito de un mismo bloque de semiconductores en el que estarían ensamblados todos los componentes, de modo que la estructura semiconductor fuera el propio circuito. La tecnología permite, mediante un proceso llamado de "dopado" consistente en añadir impurezas a los semiconductores (usualmente de germanio o silicio), manipular las propiedades de estos materiales, de modo que pueden comportarse como las diferentes partes de un circuito. A la vuelta del verano el supervisor de Kilby se encuentra sobre la mesa una pequeña pastilla semiconductor donde está integrado un circuito multifuncional. Había nacido lo que comúnmente se conoce como el microchip.

Pronto los militares norteamericanos se interesaron por el diseño de Kilby, así como la NASA, que necesitaba dispositivos de control de muy pequeño tamaño para el desarrollo de la carrera espacial. La empresa, Texas Instruments, patentaría la calculadora de bolsillo, para dar una salida comercial inmediata al invento.

En su discurso de aceptación del Nobel, Kilby recordaría a su gran rival, Noyce, reconociendo sus aportaciones y lamentando su ausencia, pues este falleció en 1990.

Luis Vega. Departamento de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas. Universidad de La Laguna

LEIBNIZ (III): Su concepción del mundo

GOTTFRIED LEIBNIZ pasó por este Mundo con la firme voluntad de entenderlo, y de explicarlo a sus congéneres, y especialmente a las Princesas alemanas, que eran muy receptivas a las enseñanzas del sabio bibliotecario de la corte de Hannover. Aunque fue autor de una inmensa obra escrita, no publicó en vida más que un libro, escrito en la lengua de moda entonces, el francés, de título Teodicea, o lo que es lo mismo, una Teología basada en principios de razón, que trata sobre la bondad de Dios, la libertad del hombre y el origen del mal.

Leibniz, al igual que Newton, tiene, en principio, la voluntad de no mezclar el razonamiento científico deductivo con consideraciones de tipo religioso. Para ello, su arsenal de recursos probatorios se ha fortalecido con el cálculo diferencial, que Newton, independientemente, también ha inventado, dándole el nombre de cálculo de fluxiones. Y éste, el de la prioridad de su invención, fue uno más de los motivos de discordia entre estos dos grandes pensadores, en las postrimerías del siglo XVII. La presentación algebraica de Leibniz del cálculo infinitesimal será la que se imponga posteriormente y dote a los científicos del siglo XVIII de un potentísimo instrumento para la física matemática, que se convertirá en la ciencia por excelencia.

El mundo que concibe Leibniz se puede comprender porque está pleno de razones, porque en el seno mismo de toda realidad se hallan los principios que hacen inteligibles a los seres, que explican su existencia de un único modo posible, aquel que viene determinado por sus esencias. Pero hablar de esencias o de sustancias, en un momento en que la ciencia naciente se esforzaba por expulsar de su territorio cualquier noción vinculada al viejo aristotelismo, constituía una provocación a la que muchos respondieron con mayor o menor vehemencia. Y es que Leibniz, lejos de denostar a Aristóteles, considera que no debe ser barrido de un plumazo y en su totalidad, y que hay que rescatar las ideas e intuiciones brillantes del estagirita. En este sentido, introduce de nuevo las causas finales en el universo, y no sólo desde la perspectiva metafísica o explicación última del mismo, sino como una herramienta de gran valor en la investigación de los fenómenos de la Naturaleza.

Para Leibniz todo conspira. Todo está ordenado en el universo, todos los seres, interrelacionados entre sí, trabajan en un único y mismo fin, siempre sujeto a razones que podemos ir descubriendo, y así poder ir construyendo de ese modo el lenguaje o mathesis universalis que nos permita descifrar el Cosmos en su totalidad.

Acepta, impresionado, la explicación matemática del Cosmos newtoniano de los Principia, pero denuncia la inexistencia de una explicación física. No acepta el espacio absoluto, adelantándose en esto a Berkeley, Mach y Einstein. Para él, el espacio no es más que la relación que concebimos entre los seres coexistentes, el orden de sus cuerpos, sus configuraciones, las distancias entre ellos, etc. Tampoco acepta las fuerzas a distancia newtonianas y considera que la mejor explicación, aún no siendo completamente satisfactoria, es la de los vórtices, que comenzara Descartes y perfeccionara Huygens. Consigue demostrar todos los teoremas newtonianos por medio del cálculo diferencial pues es un excelente matemático, pero siguiendo una línea que viene de Aristóteles y de Kepler y que continuará posteriormente en Hegel e incluso en Einstein, antepone la física a la matemática y pone límites a los desarrollos únicamente cuantitativos.

El Mundo de Leibniz, un mundo vivo, que vibra todo él, pleno de energía, es la antesala del Universo romántico que algunas decenas de años más tarde crearán los pensadores alemanes. Y al igual que en el Universo todo colabora, este modelo es trasladado por el propio Leibniz a la sociedad de los humanos con su proyecto de creación de una República de las Letras, formada por Instituciones científicas y Academias Nacionales que aúnen esfuerzos, ideas e investigaciones para conseguir un grado de conocimiento que permita, previa la reunificación de todas las Iglesias, alcanzar la paz y la felicidad de un auténtico Reino de Dios, por el que se juramentarán a finales del siglo XVIII, a los sonos de la Revolución, tres jóvenes seminaristas de Tübingen, el poeta Hölderlin, el filósofo de la Naturaleza Schelling, y el gran filósofo de la modernidad Georg Wilhelm Hegel.

**José L. Montesinos
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia**



Noyce: El gran emprendedor

UNOS MESES después que Kilby, e independientemente de éste, Robert Noyce, hijo de un predicador de Iowa y Doctor por el M.I.T., llegaría a los mismos resultados trabajando en una pequeña empresa que él mismo había fundado: Fairchild Semiconductor, tras abandonar junto con siete amigos ("los ocho traidores") los laboratorios Shockley.

Texas Instruments y Fairchild, tras una batalla legal de cinco años, acordaron compartir la patente de los circuitos integrados. Noyce haría algo más. Junto con Andy Grove y Gordon Moore crearía una nueva empresa hoy universalmente conocida, Intel, en un lugar que reconocemos actualmente como el paradigma de polo de desarrollo de la nueva industria: Silicon Valley, en California. En este barrio tienen su sede de muchas de las compañías que han protagonizado la revolución de las tecnologías de la comunicación y la información. A menudo se decía que Noyce era su alcalde.

Robert Noyce