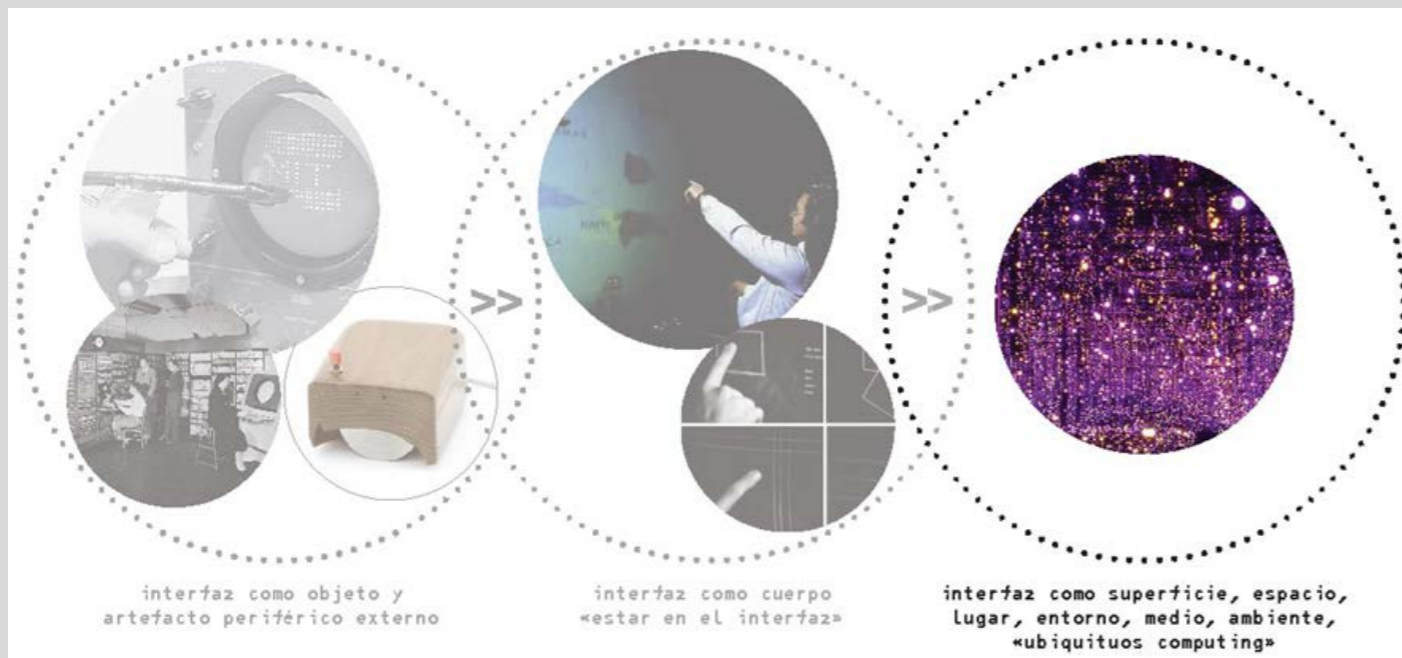


#INTERFAZ COMO SUPERFICIE, ESPACIO, LUGAR, ENTORNO, MEDIO, AMBIENTE, AMBIENTE COMPUTARIZADO, COMPUTACIÓN UBICUA

·G_2.7.a_16·

#HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.4/INTERFAZ_3



HIPÓTESIS ESPECÍFICA DE LA TESIS 2.4. EL CONCEPTO DE INTERFAZ HACE EL CAMINO INVERSO AL DEL SOPORTE FÍSICO DE LOS DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS ARQUITECTÓNICOS/COMPUTACIONALES Y AMPLÍA SU VOLUMEN DE ACCIÓN. LA INTERFAZ COMO SUPERFICIE, ESPACIO, LUGAR, ENTORNO, MEDIO, AMBIENTE, «UBIQUITOUS COMPUTING». FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_2.7.b_16·

basados en el hardware, que servían para establecer una proto comunicación entre el computador, el humano y el entorno circundante.

Como describe el grupo de investigación Radical Pedagogies, de Beatriz Colomina, el trabajo del MIT Architecture Machine Group con las interfaces, cada vez más físicas y más espaciales, hicieron que los intereses de la arquitectura y la computación se fusionaran (Wright Steenson, 2015).

Negroponte estaba continuamente frustrado por las limitaciones de esta definición del concepto de interfaz y empezó a rediseñarla y a ampliarla para incluir, por ejemplo, a los individuos, a sus cuerpos humanos y, más en concreto, una parte de ellos: los dedos. La interfaz era ahora también un cuerpo. Llegó también a plantearse si los dispositivos computadores deberían poseer un cuerpo como el nuestro, el de los humanos, (Negroponte, Nicholas, 1975, 48-49). Los dedos, estos apéndices de nuestra anatomía, se consideraron dispositivos de alta resolución, que disponían de una gran capacidad para captar el mundo que nos rodeaba de una manera táctil, asociada a nuestra piel. Los dedos eran especiales también porque casi todos los humanos disponían de 10 unidades y no hacía falta asirlos ya que estaban incorporados ya en nuestras manos (Negroponte, Nicholas, 1978, 1407).

Esta ampliación del concepto de interfaz supuso que el MIT Architecture Machine Group empezara a trabajar y a relacionar el mundo de la arquitectura y la computación con las superficies y con las pantallas táctiles, ya en los años 70 del siglo pasado, por ejemplo, a través del trabajo del grupo en la película de Rachel Strickland, *Finger Film* (1976) (Wright Steenson, 2020) o a través de proyectos para construir dispositivos computadores tipo tabletas, como el computador de mano, *handheld* (H), de Guy Weinzapfel, que veremos en el capítulo 5. La acepción del término interfaz, como una superficie, supuso la anticipación y la inauguración del tercer momento de estudio de esta tesis doctoral: los dispositivos tecnológicos contemporáneos computadores y arquitectónicos como superficies.

El trabajo del grupo en torno a las interfaces siguió evolucionando hasta que, más tarde, alrededor de 1977, la definición del término interfaz fue ampliándose, pasando de ser un artefacto periférico, a crecer e incorporar el concepto del cuerpo, y, a finales de los años 70, incorporar una nueva acepción: la interfaz como un *entorno*, un entorno computarizado.

Negroponte y su equipo empezaron a considerar la idea de «estar en el interfaz» (“being in the interface”) con trabajos como el Media Room/Spatial Data-Management System/Dataland (1976), de Richard A. Bolt, o con el espacio Put That There (1980), que Stewart Brand describe como «una computadora personal con la persona adentro» (Brand, Stewart, 1987, 152). En Media Room Negroponte y Richard A. Bolt ya hablaban de una sensación de lugar, de espacio (*sense of place, sense of space* (Negroponte, Nicholas & Bolt, 1978, 52)) al navegar dentro de *Dataland*, por las calles de Aspen, Colorado. También anteriores acepciones (interfaz como objeto, como periférico; interfaz como cuerpo) del término interfaz estaban presentes en ambos ejemplos: en *Media Room* aparecían los joysticks (periféricos) y el uso de los dedos (cuerpo) y en *Put That There* el uso de los gestos, los dedos y la voz de los individuos/usuarios (cuerpos) que habitaban el dispositivo computador como medios para la comunicación entre ellos.

En estos dos casos, el interfaz se empieza a definir no sólo como un objeto (artefacto periférico) o un cuerpo sino como un entorno, un ambiente, un espacio cuyos efectos son mayores.

Existía una paradoja en los interfaces y espacios que exploraban en el laboratorio del MIT, ya que por un lado eran espacios habitados muy sofisticados (como una cabina de una nave espacial) pero a la vez perseguían ser tan simples y sencillos en su funcionamiento como un televisor (Wright Steenson, 2020, 89). Querían ser dispositivos cotidianos que conquistaran el espacio doméstico, democratizando su uso, acercándolos a la sociedad, justo como había ocurrido antes en casi todos los países desarrollados con la televisión.

·T_137·

#INTERFAZ COMO SUPERFICIE/ESPACIO/LUGAR/MEDIO/ENTORNO

«[...] AN ARCHITECTURAL MACHINE [...] IT IS AN INTERFACE THAT EXPLORES THE REAL WORLD.» (NEGROPONTE, NICHOLAS, 1970, 109).

·G_2.7.a_17·

#INTERFAZ COMO SUPERFICIE/ESPACIO/LUGAR/MEDIO/ENTORNO

«HUNDREDS OF DEVICES PER PERSON PER ROOM»

0

«HUNDREDS OF COMPUTERS PER ROOM» (WEISER, 1991, 99, 104).

·G_2.7.b_17·

A la vez los dispositivos tecnológicos computadores y arquitectónicos mostrados siguen siendo espacios, lugares que se habitan y se recorren por los individuos/usuarios. Son «una computadora personal con la persona adentro». Se van inscribiendo poco a poco en la esfera de lo doméstico, conquistando escalas más pequeñas; van encogiendo su *soporte físico*, sus dimensiones y el volumen que encierran, pero ampliando su ámbito de acción, democratizando su uso y presencia en la sociedad en la que se inscriben.

La culminación de este proceso termina con la figura del ingeniero Mark Weiser, que describió a principios de la década de los 90 del siglo pasado en su famoso texto *The Computer for the 21st Century*, el concepto del *ubiquitous computing* o *embodied virtuality* (computación ubicua o virtualidad encarnada). Weiser describe como, a partir de 2001 (veinte años después de escribir su texto) la interfaz y el computador desaparecerán en el medio ambiente, en el entorno que nos rodea como humanos (Weiser, 1991). Los dispositivos tecnológicos computadores serán concebidos como superficies y pantallas que se tocan, se acarician y a la vez tocan y acarician nuestros cuerpos, multiplicadas y diseminadas por todos los espacios, incluidos los arquitectónicos. Tendrán distintos tamaños y escalas presentes en cada habitación, en cada lugar, en cada entorno que habitamos como humanos.

Weiser describía esta *computación ubicua* e invisible o esa *virtualidad encarnada* como el proceso de sacar a los computadores de sus caparazones electrónicos (Weiser, 1991, 98), de sus *soportes físicos*. Así hacía desaparecer su interfaz, encogiéndola y deshaciéndose de su materialidad; o bien, haciéndola tan grande que se hacía invisible al hacerla coincidir con el entorno circundante en su totalidad. Paradójicamente, este efecto de desaparición, también se podía dar por el aumento desmesurado del número de dispositivos que nos rodeaban en un espacio:

«hundreds of devices per person per room» o «hundreds of computers per room» (Weiser, 1991, 99, 104).

En última instancia, esta forma de entender el término *interfaz* cambiaría las posibilidades de cómo los humanos perciben, entienden y resuelven los problemas y oportunidades que se presentan en nuestro día a día en la actualidad. Es así como el término interfaz puede modular y cambiar el trabajo que desarrollamos a diario los humanos (y por inclusión en este grupo, los arquitectos y arquitectas), en cómo percibimos el mundo que nos rodea.

Wright Steenson concluye que la evolución del término *interfaz* cristaliza el pensamiento en torno a los sistemas que operan en nuestra realidad y la evolución de la inteligencia humana en cada momento. Es un concepto en constante evolución. Las *interfaces* permiten el diálogo y el aprendizaje, facilitan las interacciones humano-dispositivo tecnológico, proporcionan un medio de operación. Unen lo abstracto y lo concreto, lo simbólico y lo literal, lo humano y lo computacional (Wright Steenson, 2020, 92). Las interfaces han vuelto, o quizás nunca se fueron, como afirma el profesor Alexander Galloway en su libro *The Interface Effect* (Galloway, 2012, 25).

Es por ello que resulta pertinente prestar atención al concepto de interfaz y sus distintas acepciones para establecer una relación entre la historia de la computación y la arquitectura. La evolución y enriquecimiento de su significado y su seguimiento nos va a servir de soporte para estructurar esta tesis.

2.8. INTRODUCCIÓN DE LOS TÉRMINOS HARDWARE Y *SOFTWARE* EN ARQUITECTURA

·G_2.8.a_1·

#COMPUTADOR (DC/DA)/DEFINICIÓN

UN COMPUTADOR (DC/DA) ES UN DISPOSITIVO O CONJUNTO DE DISPOSITIVOS QUE:

- REALIZAR TAREAS DE CÁLCULO POR NOSOTROS/AS
- ALMACENAR Y RECUPERAR INFORMACIÓN
- INCORPORA CIERTO GRADO DE CONTROL

FUENTE: CERUZZI, P. E. (2012). *COMPUTING. A CONCISE HISTORY*. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. XI

LA CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DEL COMPUTADOR (DC/DA) ES:

- TENER UN PROPÓSITO GENERAL
- REALIZA TAREAS HETEROGÉNEAS

FUENTE: LAHOZ PALACIO, C. F. (2015). *HACIA EL ESPACIO CONSCIENTE. LA INFLUENCIA DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA COMUNICACIÓN SOBRE LA SOCIABILIDAD EN LOS ESPACIOS PÚBLICOS*

·G_2.8.b_1·

2.8. Introducción de los términos hardware y software en arquitectura.

Para la sociedad actual, a grandes rasgos, un computador (electrónico, digital) es un dispositivo o conjunto de dispositivos (tecnológicos) que, entre otras muchas cosas, nos libera de la pesadez de realizar muchas tareas de cálculo, nos permite desempeñar una actividad paralela, como la de almacenar y recuperar información, e incorpora cierto grado de control (Ceruzzi, 2012, XI; Ceruzzi, 2008, 110). El resultado es una convergencia de estas tres acciones que, como dice Paul E. Ceruzzi, están unidas por el *pegamento* común del paradigma digital, haciendo que éstas rindan mucho más unidas en el computador que la suma de sus partes individuales. Aunque su definición ha cambiado a lo largo de los años, podríamos afirmar que un computador es un dispositivo que tiene la capacidad de procesar datos hasta convertirlos en información útil. Su característica principal, aquella que lo distingue de otras invenciones electrónicas, es la de tener un *propósito general*¹, es decir, que puede realizar tareas heterogéneas (Lahoz Palacio, 2015, 374). No obstante, podríamos afirmar que hoy en día ya no es un dispositivo que realiza únicamente esas acciones, ya que con los computadores los seres humanos nos comunicamos con nuestros propios cuerpos, entre nosotros y con el mundo exterior. Estos dispositivos se han convertido en extensiones de nuestros cuerpos y partes intrínsecas de nuestras identidades en esta *realidad mixta* (Young, 2019) e híbrida que habitamos. A lo largo de esta investigación, exploraremos las distintas configuraciones físicas y arquitectónicas que estos dispositivos han ido adoptando a lo largo de su evolución tecnológica, para constatar cómo, de forma paulatina, han ido sufriendo un encogimiento literal: como espacio arquitectónico, como pieza de mobiliario y como superficie. Y, sin embargo, a lo largo de estas etapas, la idea de su composición estructural conceptual y literal ha permanecido inalterada: un computador es un dispositivo o conjunto de dispositivos compuesto por un hardware (soporte físico) y un software (soporte lógico), aunque el peso entre estas capas ha ido variando en el transcurso de esas etapas. Como explica Ceruzzi, en definitiva, es un *sistema* (Ceruzzi, 2003, 4): un ensamblaje de hardware y software con capas jerarquizadas. Por lo general, al nivel del hardware se le considera el nivel *bajo* y los niveles más altos están formados por *software* (Ceruzzi, 2003, 4), que se estiman más o menos altos en función de su complejidad. Usualmente en computación las personas expertas, aquellas que diseñan y trabajan con el sistema en un nivel, por ejemplo, el nivel del hardware, no ven ni se preocupan por lo que sucede en los otros niveles, como los del *software* (Ceruzzi, 2003, 4). Es decir, son dos entidades conceptuales más o menos interdependientes entre sí, con un mayor o menor peso relativo en la historia de la computación reciente. A pesar de todo, el uno no tiene sentido sin el otro y viceversa.

El hardware en computación y su etimología.

El hardware se refiere a los componentes físicos de ese sistema informático, en oposición al *software* (Swedin & Ferro, 2007, 152). El *software* son programas ejecutables, no meros datos (Swedin & Ferro, 2007, 154).

La capacidad de un computador para el desempeño de sus distintas tareas depende en general, por un lado, de las capacidades del hardware, el soporte físico (*built artifact*) y material, las *partes duras* del dispositivo con las que interactúa el/la usuario/a, rígidas con respecto a los cambios; y por otro, del *software*, el soporte lógico, las *partes blandas*, suaves porque son fáciles de cambiar, que comprenden los distintos lenguajes y conjuntos de rutinas con los que ha sido programado, que son los que permiten el procesamiento, la creación, la transmisión, la modificación y la conservación de la información (Lahoz Palacio, 2015, 374).

El término hardware se ha utilizado desde casi los inicios del desarrollo de los computadores

¹ Así es como se denomina específicamente en computación al tipo de computador que la sociedad en general conoce.

#COMPUTADOR (DC/DA)/DEFINICIÓN

«A COMPUTER IS A *SYSTEM*. AN ARRANGEMENT OF HARDWARE AND SOFTWARE IN HIERARCHICAL LAYERS. THOSE WHO WORK WITH THE SYSTEM AT ONE LEVEL DO NOT SEE OR CARE ABOUT WHAT IS HAPPENING AT OTHER LEVELS. THE HIGHEST LEVELS ARE MADE UP OF “SOFTWARE” .» (CERUZZI, 2003, 4).

·G_2.8.a_2·

#HARDWARE Y *SOFTWARE*/ETIMOLOGÍA



·G_2.8.b_2·

(Rosen, 2003, 1599) y se refiere al conjunto de las partes tangibles, que integran la parte material de un dispositivo computador y comprende todos aquellos elementos y componentes físicos y que, por ende, se pueden sentir a partir del tacto, constituyendo la estructura palpable del sistema informático, como la carcasa, el chasis, los tubos y relés, las resistencias y los cables, la CPU (Unidad Central de Procesamiento), la fuente de alimentación, la memoria de almacenamiento y otros componentes periféricos, ya sean dispositivos de entrada o salida de información relativa a la imagen (pantalla, escáner, etc.), al sonido (altavoces, etc.), a la impresión, al almacenamiento o a la conectividad, entre otros.

El vocablo anglosajón hardware ha ido mutando a lo largo de la historia, pero siempre ha hecho alusión a una entidad firme, dura y manufacturada, principalmente metálica. Se empezó a utilizar en el siglo XVI, cuando en 1515 se documentó por primera vez, asociado al término *hardeman*, es decir, aquella persona que hace o vende utensilios y piezas metálicas (Oxford English Dictionary, 1984). La computación reformuló este término del siglo XVI para darle un nuevo significado a mediados del siglo XX. El salto a su acepción informática vino de la mano del físico-matemático Douglas Rayner Hartree, cuando, en 1947, lo acuñó en la conferencia inaugural «Calculating Machines: Recent and Prospective Developments and their impact on Mathematical Physics» que impartió en la University of Cambridge sobre su trabajo con el computador electrónico ENIAC. Fue en este periodo, cuando nació la computación digital, la que conocemos hoy en día cuando, según muchos/as historiadores/as, parece que se empezó a utilizar la nueva acepción de la palabra hardware para referirse a las piezas de estos nuevos dispositivos tecnológicos. Fue ahí cuando arrancó la analogía que comparaba estos primeros computadores con las distintas máquinas mecánicas existentes de la época. Desde entonces, esta acepción ha ido ganado peso en casi todos los idiomas y, a día de hoy, es a la que primero hace alusión cualquier hablante al utilizarla.

En la mayoría de las epistemes que vamos a estudiar, el hardware se corresponde con el soporte físico del computador. El soporte físico es un conjunto de dispositivos electrónicos o electromecánicos que componen la *máquina* de un computador. Asumiendo que este computador es una máquina que procesa unos datos según unos criterios determinados y estando formada esta máquina por un conjunto de dispositivos electrónicos o electromecánicos, podemos afirmar que éstos no adquieren ninguna capacidad operativa si no reciben instrucciones que hagan entrar en actividad cada uno de sus elementos. A este conjunto de dispositivos se le denomina soporte físico (o hardware) del computador (Jarabo Friedrich, 2023).

El software en computación y su etimología.

El término *software* nació como vocablo antónimo de hardware. Una definición muy simple de lo que es el *software* es el conjunto de instrucciones o pasos de una receta, que ordenan a un computador que realice una tarea específica. Todos los computadores cuentan con uno (Ceruzzi, 2003, 80). Se refiere a todos los elementos intangibles o inmateriales del dispositivo computador. El *software* o soporte lógico es la parte y capa del sistema, el mensaje o el programa que se puede transmitir, pero no tocar (Cook, Crompton, Greene, & Herron, 1968). Está compuesto por entidades que no tienen una forma tangible pero que se describen mejor como métodos organizativos (Ceruzzi, 2003, 4). Es un conjunto de procedimientos (suaves y modificables) que hacen posible usar los computadores (Ceruzzi, 2008). Pensémoslo bien: uno puede tocar los discos que alojan los programas, los microprocesadores que los ejecutan, o las memorias donde se guardan los datos y el código ejecutable, pero no su *software*. Además, la capacidad de este *software* depende directamente de la configuración a nivel del hardware.

El término *software* es muy general dentro del campo de la computación y abarca desde los sistemas operativos, los lenguajes de programación y las interfaces gráficas de usuario (GUI), entre otros (Rosen, 2003, 1599).

·T_140·

#SOFTWARE/ETIMOLOGÍA



RETRATO DE ADA AUGUSTA, CONDESA DE LOVELACE, CONSIDERADA COMO LA PRIMERA PROGRAMADORA DE LA HISTORIA. FUENTE: EAMES, C., EAMES, R. (1973). EN FLECK G. (ED.), A COMPUTER PERSPECTIVE. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: HARVARD UNIVERSITY PRESS, P. 135.

·G_2.8.a_3·

Según la definición recogida en el estándar 729 del IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), el *software* es el conjunto de los programas de cálculo, procedimientos, reglas, documentación y datos asociados que forman parte de las operaciones de un sistema de computación. Por lo tanto, el *software* es un conjunto de instrucciones que, proporcionadas al computador, posibilitan al usuario/a ejecutar tareas específicas. Entre ellos, se encuentran el conjunto de programas, incluidas las aplicaciones, los sistemas operativos y los programas del sistema, etc. (Ceruzzi, 2012, 174).

De entre los distintos tipos de *software* es posible distinguir los *software* de sistema, cuya misión consiste en proporcionar interfaces inteligibles que aislen al usuario/a de los complejos detalles que entraña su funcionamiento (el sistema operativo o los controladores de dispositivos y utilidades); el *software* de programación, el conjunto de herramientas de asistencia al programador/a que permiten desarrollar los distintos programas informáticos; y, finalmente, el *software* de aplicación, los conocidos programas que hacen que se puedan llevar a cabo tareas relacionadas con determinados campos, ya sean los negocios, el entretenimiento, la ciencia o la educación (Lahoz Palacio, 2015, 374).

Un sistema de *software* completo contendrá, además del sistema operativo, un conjunto de compiladores para varios lenguajes, uno o más cargadores de sistemas, uno o más sistemas de administración de bases de datos, conjuntos de rutinas de utilidad, sistemas de depuración de uso general, subsistemas generalizados para aplicaciones como clasificación y fusión, programación matemática, diseño de ingeniería, generación de informes, simulación, gráficos, etc. Todos estos deben interactuar con el sistema operativo y con su sistema de entrada-salida de datos. En este sentido, todos ellos forman parte de un único sistema de *software* (Rosen, 2003, 1600).

Pero, sobre todo, como explica Ceruzzi, el verdadero sentido de la palabra *software* es designar la flexibilidad de ciertos procedimientos lógicos y no exclusivamente la interacción de datos con el dispositivo computador para producir comandos que ejecuten funciones específicas (Ceruzzi, 2012, 83).

El vocablo anglosajón *software* también ha ido mutando a lo largo de la historia. Se empezó a utilizar en el siglo XIX como dos palabras separadas *soft ware*, desde 1851, para referirse a cualquier tejido suave de lana o algodón y a cualquier tipo de bien de consumo relativamente perecedero, como la fruta, por ejemplo. Cada palabra por separado está atestiguada desde el siglo XII. En español se utiliza como sinónimo el término *logicial*. Aunque el concepto de un programa almacenado en la unidad de memoria del dispositivo computador ya fue desarrollada por Charles Babbage en 1850, junto con el trabajo que desarrolló Ada Lovelace² para la Máquina Analítica, esta idea no pudo implementarse hasta un siglo después [Fig.G_2.8.a_3, Fig.G_2.8.b_3].

El vocablo *software* dio el salto a su acepción informática cuando, en primer lugar, en 1935 el matemático inglés Alan M. Turing formuló y publicó la teoría inicial sobre el *software*; en segundo lugar, se ejecutó en Reino Unido el primer programa escrito por Tom Kilburn el 21 de junio de 1948 en el dispositivo computador Manchester Smallscale Experimental Computer o Manchester Baby, en la University of Manchester; en tercer lugar, cuando Grace Murray Hopper³

² Ada Augusta Lovelace, condesa de Lovelace e hija de Lord Byron, ha sido considerada por muchos como la primera programadora de la historia. Era una hábil matemática y amiga íntima de Charles Babbage. Desarrolló las ideas esenciales de la programación al realizar un análisis detallado de la Analytical Engine o Máquina Analítica, la propuesta de Babbage (Eames, C., Eames, R., 1973, 135).

³ Durante la Segunda Guerra Mundial, la matemática Grace Murray Hopper fue asignada al Proyecto de Computación de Artillería Naval en Harvard. Allí, como programadora del Harvard Mark I, desarrolló los programas operativos originales. Más tarde, trabajando con el UNIVAC I, se convirtió en una pionera en el campo de los lenguajes de programación. La construcción de grandes dispositivos computadores programables trajo consigo la creación de una nueva profesión: la de programador/a. Muchos/as de los/as matemáticos/as que asumieron ese trabajo fueron mujeres, en parte debido

#SOFTWARE/ETIMOLOGÍA

FOTOGRAFÍA DEL PRIMER PROGRAMA INFORMÁTICO ELABORADO POR ADA LOVELACE. CÁLCULOS DE NÚMEROS DE BERNOULLI HECHOS POR ADA LOVELACE PARA LA ANALYTICAL ENGINE DE CHARLES BABBAGE. 1843. ADA LOVELACE. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO MAGDALEN COLLEGE LIBRARIES AND ARCHIVES, DAUBENY (ID: 90.A.11).

·G_2.8.b_3·

#SOFTWARE/ETIMOLOGÍA



FOTOGRAFÍA DE GRACE MURRAY HOOPER TRABAJANDO CON EL HARVARD MARK I. EAMES. FUENTE: EAMES, C., EAMES, R. (1973). EN FLECK G. (ED.), *A COMPUTER PERSPECTIVE*. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: HARVARD UNIVERSITY PRESS, P. 135.

·G_2.8.a_4·

#SOFTWARE/ETIMOLOGÍA



FOTOGRAFÍA DE GRACE MURRAY HOOPER TRABAJANDO CON EL UNIVAC I, JUNTO CON OTRAS PERSONAS DE OTROS GÉNEROS Y RAZAS. FUENTE: *LA MATEMÁTICA QUE ACERCÓ LA PROGRAMACIÓN AL MUNDO, GRACE HOPPER [1906-1992]*. ACCESO EL 11 DE ABRIL DE 20221 DESDE: [HTTPS://WWW.MUJIEREENLAHISTORIA.COM/2020/02/LA-MATEMATICA-QUE-ACERCO-LA.HTML](https://www.mujiereenlahistoria.com/2020/02/LA-MATEMATICA-QUE-ACERCO-LA.HTML)

·G_2.8.b_4·

y sus colegas diseñaron, primero para el Harvard Mark I y posteriormente para el UNIVAC I, el primer compilador (de procesamiento de datos basado en comandos dictados en inglés, el FLOW-MATIC), los primeros lenguajes de programación más generales (con el lenguaje de programación común COBOL, Common Business Oriented Language, dedicado a la administración) y los de alto nivel [Fig.G_2.8.a_4, Fig.G_2.8.b_4] (Rosen, 2003, 1599; Ceruzzi, 2003, 81); en cuarto lugar, cuando en 1953 Anatol Holt y William J. Tusanski desarrollaron el primer entorno de programación del mundo, llamado Generalized Programming (GP) o Programa Generalizado, que hacía alusión a una determinada *combinación* de hardware y *software* (Rosen, 2003, 1599); en quinto lugar cuando en 1955 la empresa Computer Usage Company comercializó y vendió por primera vez un *software* para los DC IBM 701 e IBM 704 (Ceruzzi, 2003, 167), al margen del hardware, inaugurando un nuevo sector de mercado en la computación; y en sexto lugar, cuando se hizo alusión específicamente al término en computación por primera vez en un escrito publicado por el estadístico John W. Tukey llamado *The Teaching of Concrete Mathematics* (Tukey, 1958). Desde ese momento, con la publicación del texto de Tukey en 1958, el término *software* se atestiguó en un diccionario, y fue un año después, en 1959, cuando empezó a usarse con más frecuencia (Ceruzzi, 2003, 353)[Fig.G_2.8.a_5].

El *software* también es conocido como el soporte lógico del dispositivo computador, siendo éste un conjunto de instrucciones o programa. Los criterios que obligan al sistema físico a trabajar en el sentido deseado se concretan en secuencias de órdenes que serán las responsables del tratamiento de los datos (Jarabo Friedrich, 2023).

La relación entre el hardware y el software: la arquitectura del DC.

En computación, lo que pone en relación el hardware y el *software* de un DC es su *arquitectura*, como ya hemos visto. Este término *arquitectura* se define en computación como el diseño de un *sistema* informático, tanto su hardware como su *software*. El término *arquitectura* también puede referirse al diseño de un programa de computador (Swedin & Ferro, 2007, 151).

Así mismo, a la manera en la que se dividen, se organizan, se distribuyen y se relacionan las diferentes partes duras y rígidas que componen el hardware (o por lo general, el soporte físico) y las partes blandas y flexibles de un dispositivo computador que componen el *software* (por lo general, el soporte lógico), se le suele denominar *arquitectura* en el ámbito de la computación.

Como podemos apreciar, la aparición e instauración de ambos vocablos, el hardware (1948) y el *software* (1958) en los campos de la computación y la arquitectura, no se dio de manera paralela. Tampoco su relevancia en cada una de las disciplinas fue del todo pareja. El enfoque del desarrollo informático ha ido cambiando a medida que los soportes físicos de la computación han ido apareciendo, evolucionando, permeando y formando parte de aquellas sociedades que iban paulatinamente alcanzando un proceso de informatización. En los inicios de la computación digital, a mediados del siglo XX, la importancia del hardware era mucho mayor en la investigación y desarrollo de la disciplina. En ese momento, el *software* ni siquiera era un concepto que se manejara en informática. Poco a poco, con la evolución de los dispositivos, el *software* apareció como una rama de la computación de pleno derecho y, con el tiempo, se fueron equilibrando los recursos y las energías asignados al desarrollo de ambos niveles o capas del sistema informático. El *software* continuó evolucionando a gran velocidad, a la par que lo hacían las interfaces, las bases de datos y las redes mundiales de comunicación (Ceruzzi, 2008, 110). En un

a las presiones que la guerra ejerció sobre la mano de obra, pero también al hecho de que no había una construcción social entorno al género que podía desempeñar esa nueva profesión, ya que había muy pocos precedentes para ambos sexos (Eames, C., Eames, R., 1973, 135). Además de Grace Murray Hopper y Ada Lovelace, hubo otras muchas mujeres, pioneras de la computación y la programación que hicieron historia en esta nueva profesión: como Adele Goldstine, la brillante matemática que programó por primera vez el ENIAC o Margaret Hamilton, la ingeniera jefa de programación de la NASA y responsable del software de navegación que guio a la misión Apolo 11 para llevar al primer ser humano hombre a la Luna o creadora de la expresión «ingeniería de *software*».

#SOFTWARE/ETIMOLOGÍA



FOTOGRAFÍA DE MARGARET HAMILTON CON 33 AÑOS, INGENIERA JEFA DE PROGRAMACIÓN DE LA NASA Y RESPONSABLE DEL *SOFTWARE* DE NAVEGACIÓN QUE GUIÓ AL APOLO 11 A LA LUNA. FUENTE: GIL CASANOVA, S. (2020, 11 FEBRERO). MARGARET HAMILTON, LA PROGRAMADORA QUE NOS LLEVÓ A LA LUNA. ACCESO EL 9 DE ABRIL DE 2022 DESDE: [HTTPS://BLOG.KALEIDOS.NET/MARGARET-HAMILTON-PIONERA-INGENIERIA-SOFTWARE/](https://blog.kaleidos.net/margaret-hamilton-pionera-ingenieria-software/)

·G_2.8.a_5·

#ARQUITECTURA DEL DISPOSITIVO

EL TÉRMINO *ARQUITECTURA* EN COMPUTACIÓN SE DEFINE COMO:

- EL DISEÑO DE UN *SISTEMA* INFORMÁTICO (HARDWARE/ *SOFTWARE*).
- EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE COMPUTADOR.
- LA MANERA EN LA QUE SE DIVIDEN, SE ORGANIZAN, SE DISTRIBUYEN Y SE RELACIONAN EL HARDWARE Y EL *SOFTWARE*

FUENTE: SWEDIN E.G., & FERRO, D. L. (2007) *COMPUTERS: THE LIFE STORY OF A TECHNOLOGY*. BALTIMORE, MARYLAND: JOHNS HOPKINS UNIVERSITY PRESS, P. 151.

·G_2.8.b_5·

determinado momento, las tornas cambiaron y el peso adquirido por el *software* en la industria informática fue creciendo hasta llegar a superar al del *hardware*, circunstancia que se mantiene todavía hoy en día.

Esta tendencia ha sido objeto de estudio en la historia de la computación con frecuencia, y se la suele relacionar con los costes de producción de ambos niveles, hardware y *software*, en la industria informática. El enfoque y el peso en el desarrollo informático de estos dos elementos ha ido cambiando a lo largo del tiempo y así lo reflejaba el ingeniero informático estadounidense Barry W. Boehm, quien en esos momentos trabajaba en TRW Inc., en su conocido diagrama popularizado en 1973, en el que mostraba la evolución de la relación entre el gasto relativo en *software* frente al del hardware para sistemas informáticos típicos y comunes en cada época, desde 1955 hasta 1985 [Fig.G_2.8.a_6] (Boehm, 1973, 49).

El gráfico se ha recogido en numerosos libros de texto y artículos sobre desarrollo del *software* en computación convirtiéndose en uno de los grandes mitos de este fenómeno. Como afirma Ceruzzi, como con cualquier mito, hay mucho de verdad en este gráfico, aunque algunos estudios recientes concluyen que, a principios del siglo XXI, la relación entre los gastos en torno al *software* y al hardware en los equipos medios permaneció más o menos constante (Ceruzzi, 2003, 82) y no creció exponencialmente, como indicaba el diagrama de Boehm. Hay que tener en cuenta que esta afirmación de Ceruzzi se hizo cuando todavía no habían aparecido los DC como superficies (tabletas y teléfonos inteligentes) y el auge del *software* con la irrupción de las aplicaciones (App) para las mismas.

En cualquier caso, el diagrama mostraba que, en los inicios de la computación electrónica, en la primera episteme estudiada en esta tesis, el peso de la inversión en hardware suponía un 85% del total, siendo un 15% el gasto destinado a *software*. Mientras que, durante la segunda episteme de la computación, la relación se equilibró alcanzando un porcentaje más o menos equivalente entre ambas, alrededor del año 1965 (hardware: 50% y *software*: 50%) y presentando una tendencia al alza del *software* en los años posteriores estudiados en la última episteme de este trabajo de investigación, cuando el *software* adquiere mayor peso que el hardware (% *software* > % Hardware), superior al 50%, sin que se haya llegado a establecer una cifra clara para dicho porcentaje.

A partir de ese momento, que Boehm establecía en 1985, el *software* sería el principal protagonista de la investigación en torno a la computación. En esta línea se inscribían las afirmaciones del prestigioso informático estadounidense Alan C. Kay, quien en 1984 afirmó que en el *sistema* informático que componía un computador era el nivel más alto, el del *software*, el que le daba forma y propósito a esta *máquina programable*, de la misma forma que un escultor le da forma a la arcilla (Kay, 1984, 3). De la misma manera, Kay continuaba exponiendo que los computadores eran a la computación lo que los instrumentos son a la música, siendo el *software* la partitura, cuya interpretación ampliaba nuestro alcance y elevaba nuestro espíritu. Este autor recogía la expresión de Leonardo da Vinci para referirse a la música que decía que ésta era «la formación de lo invisible». Para Kay esta frase de Da Vinci era la más adecuada para describir el papel del *software* en computación. Ese concepto invisible pero que da forma y determina a la computación. El autor continuaba con su analogía entre música y *software* insistiendo en que el desafío que proponían ambas no estaba relacionado con su condición de invisibilidad (que era a la par tan invisible y obvia como lo es la parte posterior de tu cuerpo, tu espalda o tus glúteos, al caminar, que son invisibles para tus propios ojos pero eres consciente de que están ahí) sino con las posibilidades que se podían alcanzar a través de la exploración de unos materiales tan sencillos en apariencia, con una *arquitectura*⁴ adecuada en cada caso.

⁴ Referida a la acepción computacional que hemos recogido en los párrafos anteriores.

·T_143·

#ARQUITECTURA DEL DISPOSITIVO

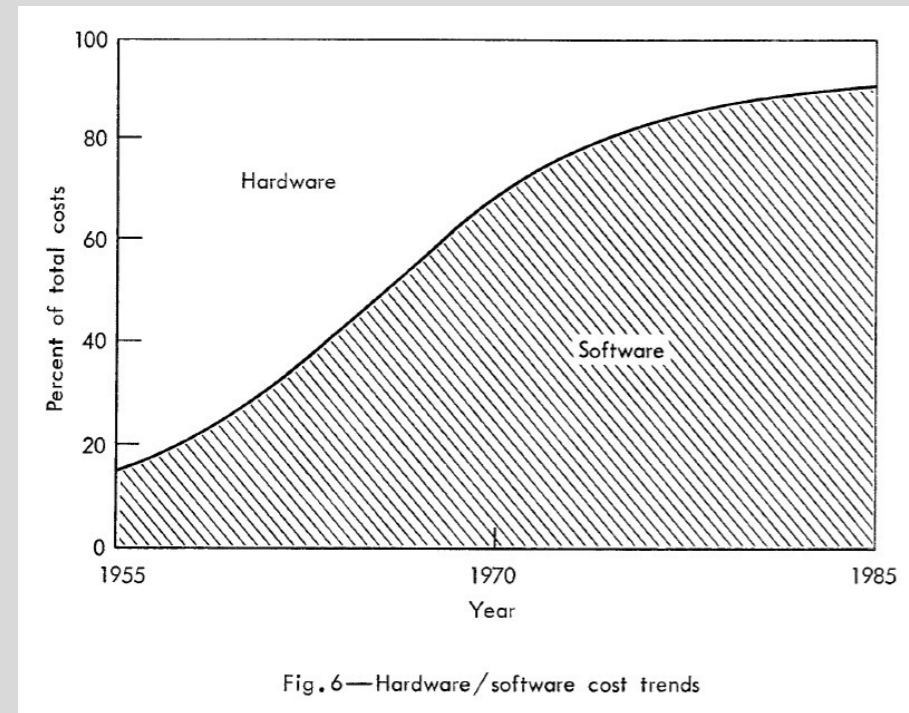
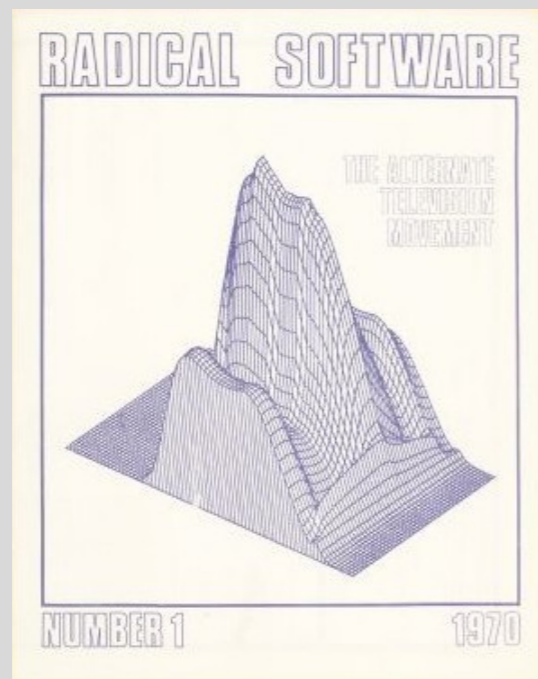


Fig. 6—Hardware/software cost trends

DIAGRAMA QUE RELACIONA EL GASTO RELATIVO EN SOFTWARE FRENTE AL DEL HARDWARE PARA SISTEMAS INFORMÁTICOS TÍPICOS Y COMUNES EN CADA ÉPOCA. 1973. BARRY W. BOEHM. FUENTE: BOEHM, B. W. (1973). SOFTWARE AND ITS IMPACT: A QUANTITATIVE ASSESSMENT. *DATAMATION*, 19(5), P. 49.

·G_2.8.a_6·

#SOFTWARE EN ARTE Y ARQUITECTURA



PORTADA DEL PRIMER NÚMERO DE LA REVISTA *RADICAL SOFTWARE, THE ALTERNATIVE TELEVISION MOVEMENT*. JUNIO, 1970. COLECTIVO RAINDANCE. BERYL KOROT Y PHYLLIS GERSHUNY. FUENTE: MILLER, D. A. (2008). THOUGHT PATTERNS: BUCKMINSTER FULLER THE SCIENTIST-ARTIST. EN K. M. HAYS, & D. A. MILLER (EDS.), *BUCKMINSTER FULLER: STARTING WITH THE UNIVERSE* (PP. 20-43). NUEVA YORK: WHITNEY MUSEUM OF AMERICAN ART, YALE UNIVERSITY, P. 37.

·G_2.8.b_6·

La relación con el arte y la arquitectura.

De alguna manera todas estas cuestiones empezaron a influir en el campo de la arquitectura. Esa influencia no se produjo al mismo tiempo que ésta sucedió en el campo de la computación, puesto que ambos conceptos, hardware y *software*, tuvieron que ser incluidos primero en el lenguaje técnico informático, hecho que no sucedió hasta los años 60 del siglo XX (1948-1958), para posteriormente asentarse en su uso y aplicación en la disciplina y luego, más tarde, dar el salto transdisciplinar a otros saberes: al lenguaje y al conocimiento fuera del mundo de los/as expertos/as informáticos/as. Por ejemplo, el término *software* caló rápidamente y en 1960 ya era de uso general (Rosen, 2003, 1599).

La influencia de los conceptos hardware y *software* en la arquitectura se ha producido a diversos niveles dialécticos:

- Una relación conceptual (como idea que concibe) entre la arquitectura y la computación, mediante una transferencia del lenguaje de una disciplina a la otra: el uso del léxico, de términos y de significados pasando de la computación a la arquitectura, con la incorporación a los procesos de proyecto de vocablos y significados como hardware y software, por ejemplo, en las reflexiones recogidas en muchos textos de Reyner Banham a partir de 1965, como veremos en el apartado 3.4.
- Una relación conceptual (como idea que concibe) entre la arquitectura y la computación, mediante una transferencia estructural generativa: adoptando por parte de la arquitectura la estructura conceptual de composición de un sistema informático a través de dos niveles, capas o componentes abstractos: hardware y software, como, por ejemplo, algunos proyectos desarrollados por Richard Buckminster Fuller, John McHale, junto con Shoji Sadao, y Archigram a partir de 1964, que se describirá en profundidad en el apartado 3.5
- Una relación morfológica (como forma o estructura de algo) entre la arquitectura y la computación, mediante una analogía morfológica y metafórica en la que la estructura configuradora de los DC/DA, se producía a través de la combinación de dos componentes: un hardware y un software, como, por ejemplo, el acercamiento inicial que hizo el mundo de la arquitectura a ambos conceptos, descrito por Archigram en su número Archigram 8 (Cook et al., 1968) o como las ciudades descritas por la Modernidad han utilizado metáforas computacionales en relación a estos dos términos (Mattern, 2017), todo ello explorado en profundidad en los apartados 4.5 y 5.5.

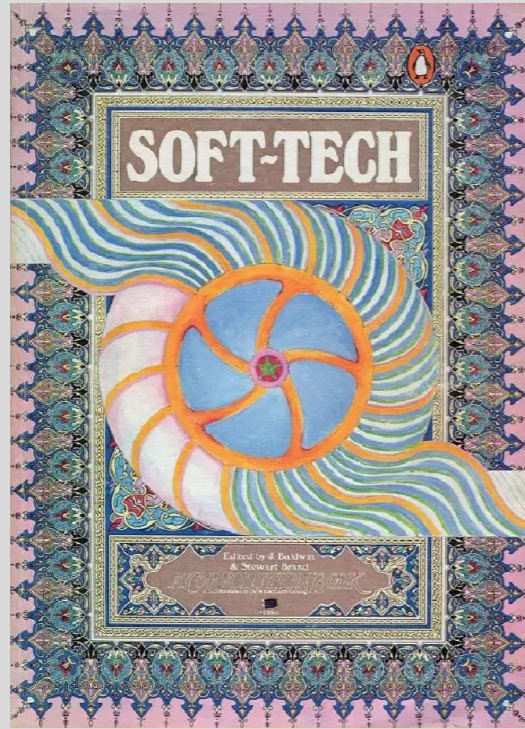
Estas múltiples relaciones entre el hardware y el *software* se fueron produciendo en arquitectura sobre todo a partir de los años 60 del siglo XX, coincidiendo con la incorporación de ambos términos al lenguaje coloquial y a otros campos del saber, sobre todo en el ámbito anglosajón que dominaba la disciplina informática (entre Reino Unido y Estados Unidos, sobre todo)⁵. Los conceptos *software* y hardware empezaron a calar en el pensamiento arquitectónico alrededor de diez y veinte años más tarde, respectivamente, que en computación. Su uso en arquitectura comenzó entre 1964 y 1968, produciéndose en la implementación de los conceptos un desfase entre ambas disciplinas.

Como veremos en apartados posteriores de esta investigación, algunos/as arquitectos/as visionarios/as como Buckminster Fuller, junto a McHale y Sadao, proyectaron y construyeron DA compuestos por un hardware y un *software* (1964-1968).

También, en 1968, el colectivo Archigram, con Peter Cook, Dennis Crompton, David Greene y Ron Herron a la cabeza, fue pionero en incorporar los vocablos hardware y *software* a la práctica de la arquitectura cuando publicó su revista Archigram 8 (Cook et al., 1968), que incluía el artículo

⁵ En la siguiente década del siglo XX, en 1970, la influencia de los dos conceptos se extendió a la escena arquitectónica italiana y japonesa, con las prácticas de *arquitectos/as visionarios/as*, como los definía Mark Wigley (Wigley, 2004), de Superstudio en Italia (Wigley, 2023) y los/las arquitectos/as metabolistas en Japón.

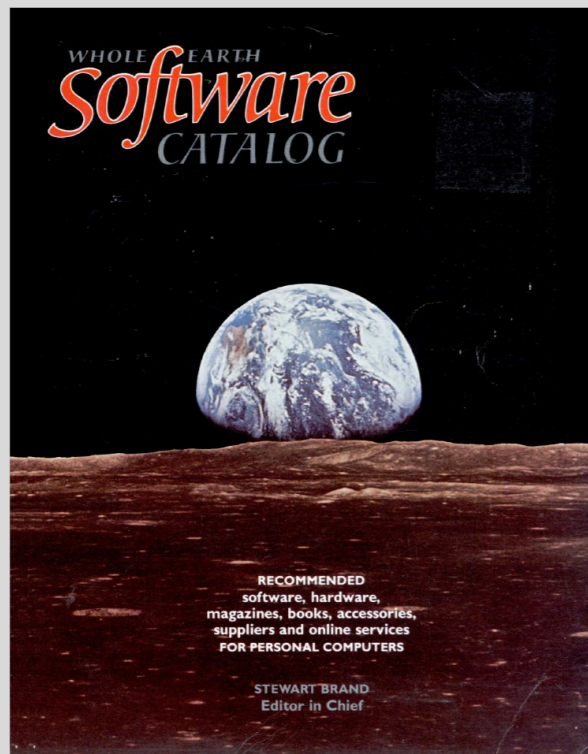
#SOFTWAREEN ARTE Y ARQUITECTURA



PORTADA DEL NÚMERO DE LA REVISTA «CO-EVOLUTION QUARTERLY», TITULADO «SOFT-TECH». 1978. STEWART BRAND, JAY BALDWIN. FUENTE: KALLIPOLITI, L. (2010). THE SOFT COSMOS OF ARCHITECTURAL DESIGN'S "COSMORAMA" IN THE 1960S AND 1970S. *ECOREDEX: DESIGN REMEDIES FOR AN AILING PLANET* (PP. 34-43). LONDRES: ARCHITECTURAL DESIGN, JOHN WILEY & SONS INC, P. 36.

·G_2.8.a_7·

#SOFTWAREEN ARTE Y ARQUITECTURA



PORTADA DEL LIBRO *WHOLE EARTH SOFTWARE CATALOGUE*. 1984. STEWART BRAND. FUENTE: BRAND, S. (1984). *WHOLE EARTH SOFTWARE CATALOG*. NUEVA YORK: QUANTUM PRESS/DOUBLEDAY GARDEN CITY.

·G_2.8.b_7·

«Hard and Soft-ware». Además de verse influenciados por la floreciente disciplina informática, los británicos eran fervientes admiradores del trabajo de Fuller y posiblemente también estaban bajo su influencia. Tanto como para dedicar un número entero de su revista a la relación de los dos términos con el mundo de la arquitectura.

En el mismo año, el crítico británico Reyner Banham publicó su artículo «The Triumph of Software» (Banham, 1968), como ya hemos visto. Un año más tarde, utilizó la yuxtaposición de ambos términos, hardware y software, para revisar la historia de la para revisar la historia de la tecnología de la construcción en su libro *The Architecture of the Well-Tempered Environment* (Banham, 1969), donde el crítico identificaba el hardware con una colección de dispositivos que necesitaba de una edificación para mantener un diseño determinado de un entorno preparado; y el software con los datos y la información relativos a las infraestructuras de dichas edificaciones, a modo de caudales cuantitativos de las instalaciones, como los grados de temperatura dentro de un espacio dado, etc. Todas estas ideas, y en especial la asociada al término soft, definido como algo blando, suave, flexible y modificable, de alguna manera, ya las había ensayado Banham con anterioridad en su artículo de 1965 «A Clip-On Architecture» (Banham, 1965). En él, evaluaba la noción de imprevisibilidad asociada al término soft en las nuevas prácticas visionarias que estaban surgiendo en la arquitectura británica a mediados de la década de 1960.

En ese momento, los términos hardware y software no existían ni estaban todavía recogidos en el *Oxford English Dictionary*. Se tomaron prestados directamente de la jerga asociada a la Teoría de Análisis de Sistemas, a la cibernética y a la informática con posterioridad (Kallipoliti, 2010, 37).

Otras figuras como la de Yona Friedman, Cedric Price, Superstudio y el grupo de investigación del MIT Architecture Machine Group, con Nicolas Negroponte y Leon B. Groisser (desde 1967) también utilizaban en mayor o menor medida los términos hardware y software en sus investigaciones y proyectos arquitectónicos, como veremos más adelante.

Como estaba ocurriendo en el mundo de la computación y se observaba en el diagrama de Boehm, con el inicio de los años 70 del siglo XX, el peso y la influencia del software fue creciendo también a la par en el mundo del arte y de la arquitectura. Buena prueba de ello fue la proliferación de nuevas exposiciones, publicaciones, revistas y fanzines con el concepto del software como temática central de las mismas.

Entre las exposiciones que relacionaban el mundo del arte y la arquitectura con el de la computación podríamos destacar dos, de las que hablaremos en los siguientes capítulos: *Cybernetics Serendipity* (1968), en Londres, más centrada en el concepto del hardware y como éste podía influir en estas dos disciplinas creativas; y *Software Information Technology: Its New Meaning for Art* (1970), en Washington, D.C., más centrado en el software y su influencia en el arte y la arquitectura.

Entre las publicaciones podríamos destacar, entre otras, *Radical Software* y las nuevas secciones de la revista *Architectural Design*.

En junio de 1970 el colectivo artístico RainDance, liderado por Frank Gillette, Paul Ryan, Ira Schneider, Michael Shamberg, Marco Vassi, Beryl Korot y Phyllis Gershuny publicaba el primer número de la revista *Radical Software, The Alternative Television Movement*, con una tirada de 2000 ejemplares. Esta revista independiente y alternativa de vídeo y televisión, editada en Nueva York e impulsada sobre todo por las editoras, periodistas y video artistas Beryl Korot y Phyllis Gershuny del colectivo incluyó una entrevista pirateada con Buckminster Fuller (Miller, 2008, 37), estableciendo un vínculo incuestionable entre el arte, la arquitectura y los conceptos del hardware y el software [Fig.G_2.8.b_6].

En el mundo de las publicaciones arquitectónicas la prestigiosa revista británica *Architectural Design* introducía varias nuevas secciones periféricas cuyas temáticas sobrevolaban el concepto del software. En julio de 1965 apareció la sección «Cosmorama» (1965-1974); en 1970 la sección

·T_145·

#HARDWARE

- **EL CONJUNTO DE LAS PARTES TANGIBLES DE UN DISPOSITIVO COMPUTADOR.**
- **SU SOPORTE FÍSICO.**
- **SUS ELEMENTOS Y COMPONENTES MATERIALES.**
- **EL NIVEL BAJO DEL SISTEMA.**

·G_2.8.a_8·

#HARDWARE

- **LAS PARTES DURAS DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR CON LAS QUE INTERACTÚA EL/LA USUARIO/A.**
- **LAS PARTES RÍGIDAS, NO SÓLO EN TÉRMINOS MATERIALES SINO TAMBIÉN CON RESPECTO A LA CAPACIDAD DE ASUMIR CIERTOS CAMBIOS.**

·G_2.8.b_8·

«Sector», gracias a Roy Landau, para cubrir artículos sobre cibernética y la relación más estrecha con la computación; y en 1971 la sección «Recycling», organizada por Colin Moorcraft, dedicada a temas ecológicos (Kallipoliti, 2010, 39), seguramente enlazada con los primeros movimientos contraculturales y geopolíticos que surgieron antes incluso del estallido de la crisis mundial del petróleo de 1973.

En 1978, Stewart Brand, el creador de la publicación *Whole Earth Catalogue* (CITA, 1968), que tanta repercusión e influencia tuvo en la arquitectura, así como en otros campos, a principios de los años setenta, publicaba junto con Jay Baldwin, un número de la revista «Co-Evolution Quarterly», derivada de la publicación *Whole Earth*, titulado «Soft-Tech» [Fig.G_2.8.a_7].

Seis años más tarde, en 1984, Brand publicaba un nuevo libro, *Whole Earth Software Catalogue* (Brand, 1984), heredero de la publicación de 1968, como un manual que reunía miles de recomendaciones sobre *software*, hardware, revistas, libros, accesorios, proveedores y servicios en línea para los computadores personales. En esta ocasión el término *software* ya se inscribía y se destacaba en rojo en el título de la publicación y ocupaba el primer lugar del listado de recomendaciones, por delante incluso del hardware [Fig.G_2.8.b_7].

El contenido del mismo estaba copado por las noticias y la información relativa al *software* en computación, dedicando apenas ocho páginas, de sus doscientas diez, específicamente al hardware.

A partir de este momento, la disciplina arquitectónica ha ido incorporando a su teoría y práctica las ideas entorno al hardware y *software* de una manera más o menos literal. Ha asumido como en computación, que la *arquitectura* (en ambos campos) es lo que pone en relación el hardware y el *software*. Y que ésta se alcanza cuando se combinan en el proyecto y el diseño de un sistema estos dos elementos.

Es así cómo, en la actualidad, muchos/as arquitectos/as, también visionarios/as, como los que se incluían en la muestra del MoMA de 1960, piensan y desarrollan sus arquitecturas y teorías en torno a ellas como un dispositivo, resultado de una composición estructural mediante un hardware y un *software*, como los arquitectos japoneses Toyo Ito y Junya Ishigami, o las prácticas de la arquitectura española como la desarrollada por Pedro Pitarch, o por elii [oficina de arquitectura], por ejemplo⁶. El pensar que nuestras arquitecturas disponen de un soporte físico, más estable, y un soporte lógico, más flexible y adaptable a los distintos eventos y coreografías que se desarrollan y *performan* en su interior, es una estrategia contemporánea que pone en juego de nuevo estos dos términos. Proyectos como *Software as Infrastructure*, desarrollado por Nick Axel y Nikolaus Hirsch en 2020 para la Bienal de Urbanismo y Arquitectura de Shenzhen (Axel & Hirsch, 2020)⁷, son ejemplos de la vigencia en la aplicación de estos términos en la actualidad.

A lo largo de los tres siguientes capítulos, específicamente en los apartados 3.4, 4.5. y 5.5, desgranaremos en profundidad la evolución de la relación e influencia de estos dos conceptos nacidos en el seno de la computación con la disciplina arquitectónica.

Resumen.

Antes de pasar al siguiente punto, resumimos los elementos más relevantes recogidos en este apartado:

- El hardware era entendido como:

⁶ El proyecto 093 - Save The Children de elii [oficina de arquitectura] se diseñó con una estrategia proyectual basada en la combinación de dos componentes: «un hardware (o soporte físico) que puede ser actualizado» y un *software*. Acceso el 24 de abril de 2021 desde: <http://elii.es/portfolio/savethechildren-esp/>.

⁷ Este trabajo se recogerá en el apartado 5.5.

#SOFTWARE

- **EL CONJUNTO DE LAS PARTES INTANGIBLES.**
- **SU SOPORTE LÓGICO.**
- **LA PARTE O ESTRUCTURA INMATERIAL DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR O DEL SISTEMA INFORMÁTICO.**
- **LOS NIVELES MÁS ALTOS DEL SISTEMA.**
- **LAS PARTES BLANDAS DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR CON LAS QUE INTERACTÚA EL/LA USUARIO/A.**

·G_2.8.a_9·

#SOFTWARE

- **LAS PARTES SUAVES Y MODIFICABLES, QUE ADMITEN CAMBIOS.**
- **LAS ENTIDADES QUE SE DESCRIBEN MEJOR COMO MÉTODOS ORGANIZATIVOS.**
- **EL MENSAJE O PROGRAMA QUE SE PUEDE TRANSMITIR.**
- **EL CONJUNTO DE PROCEDIMIENTOS QUE HACEN POSIBLE UTILIZAR UN COMPUTADOR.**

·G_2.8.b_9·

- el conjunto de las partes tangibles de un dispositivo computador.
 - su soporte físico.
 - sus elementos y componentes materiales.
 - el nivel bajo del sistema.
 - las partes duras del dispositivo computador con las que interactúa el/la usuario/a.
 - las partes rígidas, no sólo en términos materiales sino también con respecto a la capacidad de asumir ciertos cambios.
- El software era entendido como:
 - el conjunto de las partes intangibles.
 - su soporte lógico.
 - la parte o estructura inmaterial del dispositivo computador o del sistema informático.
 - los niveles más altos del sistema.
 - las partes blandas del dispositivo computador con las que interactúa el/la usuario/a.
 - las partes suaves y modificables, que admiten cambios.
 - las entidades que se describen mejor como métodos organizativos.
 - el mensaje o programa que se puede transmitir.
 - el conjunto de procedimientos que hacen posible utilizar un computador.

·T_147·



Kubrick, S., y Lyndon, V. (Productores), y Kubrick, S. (Director). (1968). *2001: A Space Odyssey*. [2001: Una Odi sea del Espaci o] [Pel ícul a] Londres: Metro-Gol dwyn-Mayer.

HAL 9000 o Heuristi cally Programmed Algori thmic Computer (Computador algorí tmi co programado heurísticamente) era un di sposi ti vo tecnol ógi co computador, ti po *mai nframe*, cuyo soporte fí si co correspondí a la totali dad del espaci o de la nace espaci al *Di scovery*. El arquitecto Eliot Noyes y su estudi o, dentro del equi po de IBM que patroci nó parte de la pel ícul a de cienci a fí cci ón, asesoraron al di rector Stanley Kubrick en su di seño.

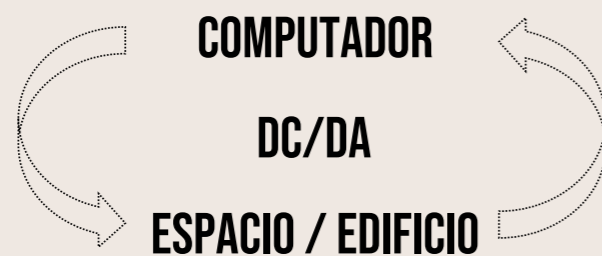
3.1. LOS ALBORES DE LA HISTORIA DE LA COMPUTACIÓN DIGITAL SEGÚN PAUL E. CERUZZI

·G_3.1.a_1·

ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN

DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS (*SOPORTE FÍSICO*) (*BUILT ARTIFACT*)

ESPACIOS QUE SE HABITAN / SE RECORREN



DISPOSITIVO TECNOLÓGICO ARQUITECTÓNICO = DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTACIONAL

·G_3.1.b_1·

3. DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS COMO ESPACIOS: QUE SE HABITAN / SE RECORREN. LA ARQUITECTURA COMO ESPACIO. EL NACIMIENTO DE LA COMPUTACIÓN DIGITAL. INTERFACES COMO OBJETOS Y ARTEFACTOS PERIFÉRICOS.

3.1. Los albores de la historia de la computación digital según Paul E. Ceruzzi.

2001: Una Odisea del espacio, un computador que se habita.

El 6 de abril de 1968 se estrenaba en el Cinerama Theater de Broadway, en Nueva York (EE. UU), la versión final de *2001: Una Odisea del Espacio* (Kubrick, 1968), de Stanley Kubrick¹.

La película de Kubrick se había empezado a gestar cuatro años antes, cuando en 1964 el director se puso en contacto con el escritor y científico británico Arthur C. Clarke para colaborar y elaborar el guion de una película de ciencia ficción que transcurriría en el espacio. Ambos autores desarrollaron en paralelo el filme y la novela de ciencia ficción escrita por Clarke, bajo el mismo título.

En *2001: Una Odisea del Espacio*, gran parte de la trama ocurría en una nave espacial, llamada Discovery, que era a la vez un enorme dispositivo computador, HAL 9000 (Heuristically Programmed Algorithmic Computer, Computador Algorítmico Programado Heurísticamente) [Fig.G_3.1.a_2, Fig. G_3.1.b_2].

HAL 9000 era, por un lado, un enorme espacio arquitectónico que permitía a su tripulación habitar durante su viaje a Júpiter y, por el otro, un miembro más de dicha tripulación (seis integrantes), compuesta por: tres científicos en hibernación, dos astronautas (Dave Bowman y el segundo de a bordo Frank Poole) y el propio computador. Esta gigantesca arquitectura de la computación les permitía a todos ellos habitar, recorrer sus múltiples espacios y experimentar unas condiciones de habitabilidad similares a las de la Tierra durante su misión [Fig.G_3.1.a_3, Fig.G_3.1.b_3].

HAL 9000 (inicialmente llamado Aretha) era el personaje principal de la película, no sólo porque fuera el encargado de supervisar todo el funcionamiento de la misión (Castle et al., 2016, 310) sino por su personalidad (casi humana) y por su papel determinante en el destino de la nave espacial.

Para su diseño el equipo de IBM, encabezado por el arquitecto Eliot Noyes y su estudio de arquitectura y diseño industrial Eliot Noyes & Associates, asesoraron a Kubrick y Clarke, basándose, por un lado, en los soportes físicos de dos dispositivos tecnológicos computadores que estudiaremos a continuación: el Differential Analyzer o Analizador Diferencial², de Vannevar Bush y Harold Locke Hazen (1930), y el Bell Labs Model I Relay Calculator (o Bell Laboratory)³ o Mark I Relay Calculator, o Complex Number Calculator o The Complex Computer, de los investigadores Samuel Williams y George R. Stibitz (1939-1940) (Castle et al., 2016, 321), y, por otro lado, en su experiencia como arquitectos y como responsables del programa integral de diseño de la compañía estadounidense desde 1956. HAL 9000 era un híbrido avanzado de estos dos tipos iniciales de computadores y la experiencia de Noyes y su equipo en la computación y la arquitectura [Fig.G_3.1.a_4, Fig.G_3.1.b_4].

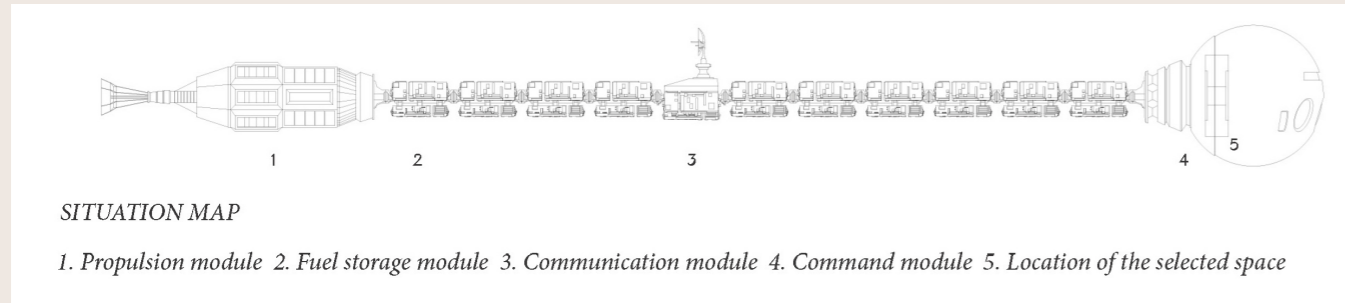
Para construir el imaginario de lo que era un dispositivo tecnológico computador, tipo *mainframe*, cuyo soporte físico correspondía a la totalidad del espacio de la nave espacial

¹ Con 16 meses de retraso y un coste adicional de 4,5 millones de dólares sobre el presupuesto inicial de seis millones (Castle et al., 2016, 326).

² Primer computador (electromecánico) de uso general que culminó la era electromecánica de la historia de la computación, creado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

³ Primer computador (digital) creado en los laboratorios de Bell Telephone, en Nueva York.

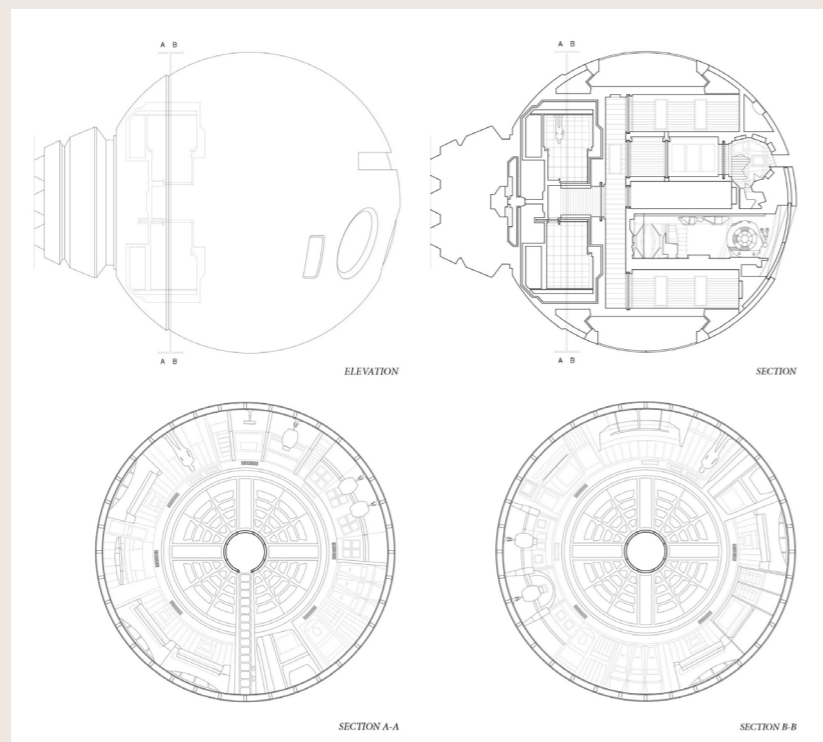
#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO



PLANO GENERAL DE LA NAVE DISCOVERY, HAL 9000 DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO (1968). STANLEY KUBRICK. FUENTE: DIBUJOS ELABORADOS POR LA AUTORA DE ESTA TESIS Y PAWEL GRAJDA, MARZO DE 2021.

·G_3.1.a_2·

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO



ALZADO, SECCIÓN CARACTERÍSTICA Y SECCIONES TRANSVERSALES A-A' Y B-B' DE LA PARTE FRONTAL DE LA NAVE DISCOVERY, HAL 9000 DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO (1968). STANLEY KUBRICK. FUENTE: DIBUJOS ELABORADOS POR LA AUTORA DE ESTA TESIS Y PAWEL GRAJDA, MARZO DE 2021.

·G_3.1.b_2·

Discovery, el equipo de la película construyó varias maquetas a lo largo de un año. En agosto de 1965 se crearon las maquetas más detalladas y meticulosas jamás realizadas para una película (Castle et al., 2016, 323) [Fig.G_3.1.a_5].

Se realizó una pequeña maqueta de la Discovery de 4,5 metros de largo que se filmó contra un fondo negro para los planos enteros (Castle et al., 2016, 359) [Fig.G_3.1.b_5] y otra maqueta mucho más detallada, el modelo principal, de 15 metros de largo, empleado para los primeros planos generales de HAL 9000 (Castle et al., 2016, 359) [Fig.G_3.1.a_5].

Stanley Kubrick, además de construir grandes maquetas de estas primeras arquitecturas de la computación, convirtió el set de rodaje en un dispositivo computador en sí mismo, implementando una sala de control (*control room*) para registrar todos los progresos de la película. Y lo llenó de gráficos PERT (Program Evaluation and Review Technique o Técnica de Evaluación y Revisión de Programas), diagramas de flujo, informes de evolución, hojas de algoritmos, fichas perforadas y otros tipos de sistemas de archivo de información (Lightman & Trumbull, 1968).

HAL 9000 o Heuristically Programmed Algorithmic Computer (Computador algorítmico programado heurísticamente) fue el soporte físico del dispositivo tecnológico contemporáneo computacional/arquitectónico que se podía habitar, recorrer y experimentar. Un ejemplo de la ciencia ficción que nos sirve para arrancar e ilustrar esta primera episteme, correspondiente a los albores de la historia de la computación digital.

Como ya hemos explicado con anterioridad en el apartado 2.6. la estructura de esta tesis doctoral se construye, en parte, a través de una clasificación realizada por el historiador de la computación Paul E. Ceruzzi en base al concepto de convergencia tecnológica. El primer grupo en el que clasifica Paul E. Ceruzzi a los soportes físicos (*built artifacts*) de los recién creados dispositivos computadores digitales corresponde al momento del nacimiento de la era digital de la computación. Se establece, de forma generalizada, que este arranque se produjo entre 1944 y 1945, es decir, a mediados del siglo XX.

Es en este punto dónde se inicia nuestro relato y comienza este tercer capítulo, una vez esclarecidos algunos conceptos que conectan estos dos campos del saber: la computación y la arquitectura.

En esta primera episteme de la computación en la que nos vamos a detener, que abarca desde ese momento hasta, más o menos, el año 1962, englobaremos a los computadores construidos en la Primera (tubos y válvulas de vacío) y la Segunda (transistores bipolares) Generación de la Computación. En estas dos generaciones el tipo de computador que mayoritariamente se materializaba era el *mainframe* o macro computador (M), aunque durante la Segunda Generación se crearon también los del tipo supercomputadores (S) [Fig.G_3.1.a_6, Fig.G_3.1.b_6].

Una de las principales hipótesis específicas de esta tesis doctoral (2.3) postula que los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos contemporáneos computacionales/arquitectónicos *encogen*. Además, asociada a esa acción de *encoger*, poco a poco, van desmaterializando sus formas sólidas. En los primeros momentos de este proceso el grupo heterogéneo de dispositivos compuesto indistintamente por computadores tipo *mainframe* y por edificaciones, configura lo que podríamos identificar como las primeras arquitecturas de la computación. En los albores del inicio de la historia de la computación digital esos dispositivos configuraban espacios habitables y habitados, que se recorrían y se experimentaban *dentro* y *en* su interior [Fig.G_3.1.a_7].

Es en estos espacios (arquitectónicos) de los primeros computadores digitales donde se vislumbran una serie de características que pudieron influir y/o ser influidas por las arquitecturas que se estaban desarrollando en la disciplina puramente arquitectónica en este mismo periodo. Unos espacios que, pese a no estar incluidos habitualmente entre los que configuran los relatos

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO



IMAGEN DE UN INSTANTE DEL RODAJE DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO, FRENTE A LA CONSOLA PRINCIPAL DE HAL 9000. DE IZQUIERA A DERECHA: EL ACTOR KEIR DULLEA, CARACTERIZADO COMO DAVE BOWMAN; EL ACTOR GARY LOCKWOOD COMO FRANK POOLE, Y EL DIRECTOR DEL FILME STANLEY KUBRICK. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. *YOROKOBU*, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-odisea-en-el-espacio-y-la-belleza/)

·G_3.1.a_3·

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO



IZQUIERDA: IMAGEN DE UN INSTANTE DEL RODAJE DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO, EN EL COMEDOR DEL ESPACIO HABITABLE DE HAL 9000. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. *YOROKOBU*, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-odisea-en-el-espacio-y-la-belleza/) DERECHA: IMAGEN DE LA ESCENOGRAFÍA HABITABLE QUE RECREABA EL INTERIOR DE UNA PARTE DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR HAL 9000. RODAJE DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. *YOROKOBU*, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-odisea-en-el-espacio-y-la-belleza/)

·G_3.1.b_3·

de la arquitectura moderna, esta tesis sostiene que podrían recogerse en los mismos, ya que en estas primeras arquitecturas, correspondientes a los soportes físicos construidos de los computadores *mainframes* junto con las edificaciones que los completaban, se ensayaban, testeaban y prototipaban, en un campo alternativo, cuestiones que se han revelado cómo muy contemporáneas y pertinentes a día de hoy y que muy pocas veces fueron abordadas por los espacios de la modernidad a los que prestaron atención las historias de la arquitectura más canónicas.

El subtítulo «La Arquitectura como Espacio» que acompaña al nombre del capítulo 3 de la presente investigación, pretende hacer un pequeño homenaje al apartado del libro *Digital Culture in Architecture*, del historiador de la arquitectura Antoine Picon, titulado «The Surface as Architecture» (Picon, 2010, 84-93).

El inicio de la historia de los primeros soportes físicos de la computación, es decir, aquellos elementos, entes, tecnologías, espacios, objetos, superficies etc. materializados físicamente por ésta, parece remontarse a un par de siglos antes del nacimiento de Cristo, según los/as principales historiadores/as de la computación.

El ingeniero e investigador emérito Gordon Bell realizó en 1980 para el Digital Computer Museum o The Computer Museum (TCM), en Boston (1979-1999), un poster en el que clasificaba en un cronograma los primeros dispositivos y tecnologías asociadas que configuraban los albores de la historia de la computación. Bell cataloga los dispositivos previos al nacimiento de la computación digital con la que convivimos hoy en día mediante cinco grupos enumerados [Fig.G_3.1.a_8, Fig.G_3.1.b_8],

En esta *Generalología del Computador* este autor recogía la progresión de los primeros computadores y establecía cinco grandes grupos dentro de las generaciones computacionales o Pre Generaciones, previas al anuncio del inicio de la era del *computador digital* (Wilkes, 2003, 548), establecida entre 1944 y 1945, con la conjunción de la puesta en marcha del Harvard Mark I (agosto de 1944) y la publicación del informe "First draft of a report on the EDVAC" (junio de 1945) por parte del matemático John von Neumann (von Neumann, 1945)⁴ que sentó las bases de la *arquitectura* del computador actual⁵, la *arquitectura* de los *computadores Eckert-Mauchly-von Neumann*.

Como explicaban Raúl Rojas y Ulf Hashagen en su libro *The First Computers. History and Architectures*, von Neumann describió en esa memoria teórica la *arquitectura* del computador propiamente dicho, compuesto por una memoria, una unidad central de procesamiento y una unidad de control. Este esquema teórico propició la construcción de dispositivos tecnológicos inmediatamente, como UNIVAC I, que fue el primer computador en comercializarse que seguía este esquema y *arquitectura* de diseño (Rojas & Hashagen, 2000).

Las cinco eras de la computación que Bell recogía en el poster y en las que clasificaba estos primeros soportes físicos y sus arquitecturas asociadas eran: la **era de las generaciones pre-computaciones** (hasta 1600 d. C.), la **era manual** (desde 1600 hasta alrededor de 1800), la **era mecánica** (entre 1800 hasta 1890), la **era electromecánica** (desde 1890 hasta 1930) y

⁴ Informe muy importante en todas las historias de la computación que sentó las bases de los futuros computadores de programa almacenado, los *computadores Eckert-Mauchly-von Neumann*. John Von Neumann, "First Draft of a Report on the EDVAC," en *Contract No. W-670-Or-4926, U.S. Army Ordnance Department* (Philadelphia: University of Pennsylvania, Moore School of Electrical Engineering, 1945).

⁵ La creación del computador (*electronic digital computer*) está fijada también por I. Bernard Cohen alrededor de la década de 1940 (Bernard Cohen, 1990, 6) como la suma de tres innovaciones tecnológicas: el autómata lógico, la máquina estadística y la máquina de cálculo. Para otros autores, el inicio de las grandes transformaciones que culminan en la materialización del computador contemporáneo, se fija más tarde. Algunos lo fijan en 1974, cuando los ordenadores ya no eran cosas [espacios] inaccesibles, demasiado grandes y caros para ser usados como dispositivos personales. Otros lo fijan en 1993, cuando los computadores dejaron de ser islas aisladas [espacios] incapaces de comunicarse entre sí para pasar a conectarse a través de la World Wide Web (www) (Ceruzzi, Paul, 2003, 552).

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO

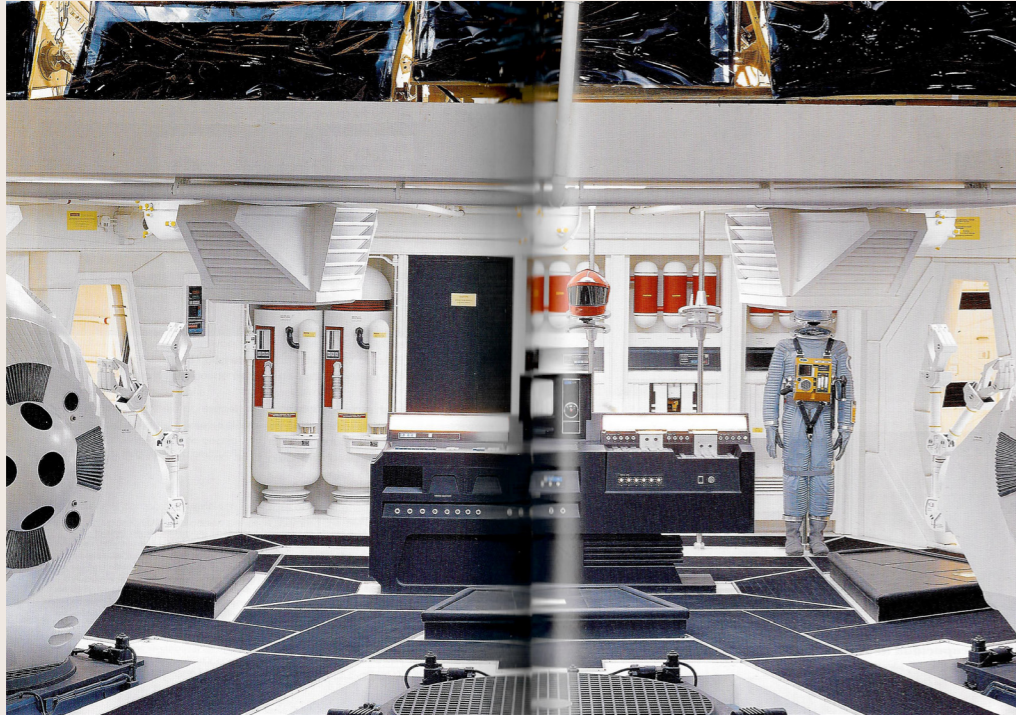
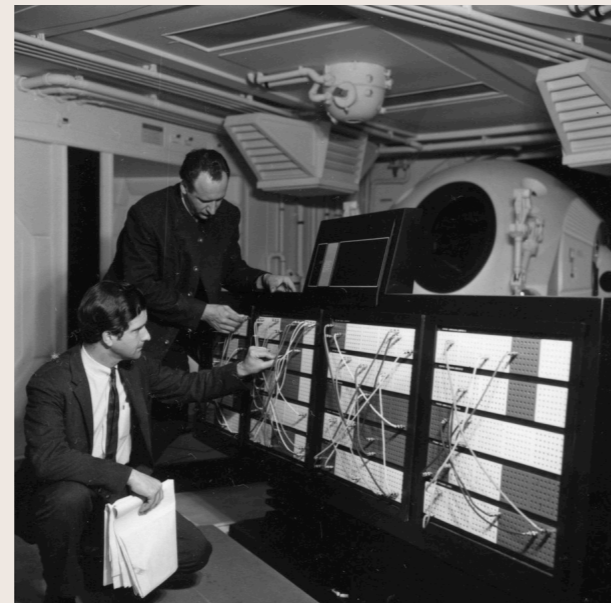
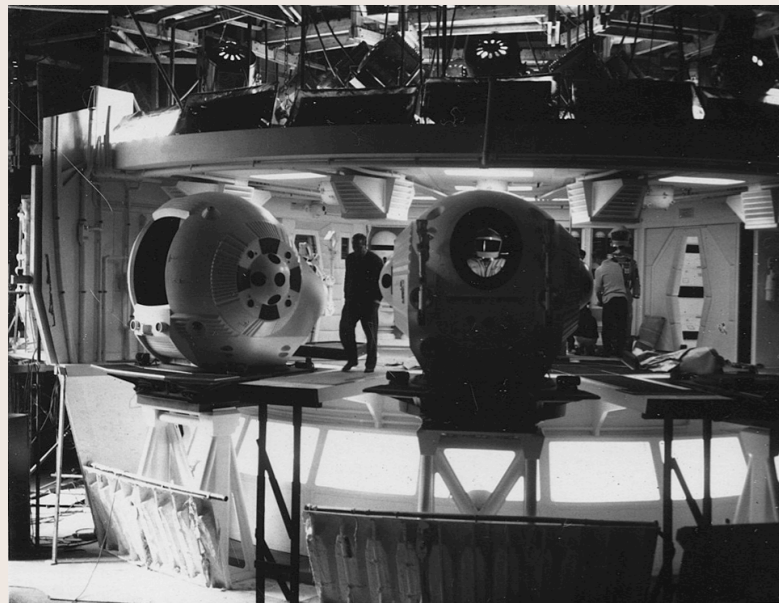


IMAGEN INTERIOR DE HAL 9000. 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: CASTLE, A., HARLAN, J., KUBRICK, C., & STANLEY KUBRICK ESTATE. (2016). EN CASTLE A. (ED.), *LOS ARCHIVOS PERSONALES DE STANLEY KUBRICK*. KÖLN: TASCHEN, P. 328-329.

·G_3.1.a_4·

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO



IZQUIERDA: MAGEN DE LA ESCENOGRAFÍA HABITABLE QUE RECREABA EL INTERIOR DE UNA PARTE DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR HAL 9000. RODAJE DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. *YOROKOBU*, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-odisea-en-el-espacio-y-la-belleza/). DERECHA: IMAGEN DE PARTE DE LA ESCENOGRAFÍA HABITABLE QUE RECREABA EL INTERIOR DEL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR HAL 9000. TODO ESTABA HECHO CON CABLES, AUNQUE NO SE VIERAN. RODAJE DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. *YOROKOBU*, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-odisea-en-el-espacio-y-la-belleza/)

·G_3.1.b_4·

la **era electrónica** (a partir de 1930), todas ellas previas al advenimiento de la **era digital** de la computación.

El primer grupo o **era de las generaciones pre-computacionales** incluía tecnologías y soportes físicos hasta 1600 d.C. como el reloj de agua, también denominado Clepsydra (descubierto por Ktesibios en el año 283 a. C.), el ábaco (que se ha utilizado hasta el siglo XX), la imprenta o xilografía china (770 d. C.), los mecanismos de los relojes diseñados por Henry de Vick (ca. 1300 d. C.) o la prensa de imprenta moderna con tipos móviles de Johannes Gutenberg (1440 d. C.) como incluye el diagrama de Bell.

El segundo grupo de estos primeros soportes físicos de la computación denominado la **era manual** (rotulado en el poster con el número «4») abarcaba desde 1600 a 1800 d.C. Estos artefactos eran principalmente dispositivos manuales accionados mediante la energía producida y transformada por los humanos. El binomio humano-máquina era una constante en la tecnología de la época y se daba también en estos primeros mecanismos computacionales. En esta era los aparatos se fueron complejizando con la implementación de dos tecnologías nuevas: la máquina de vapor de Boulton y Watt, creada por James Watt y Matthew Boulton (1767) y la batería o pila eléctrica, inventada por Alessandro Volta (1800). Así la dependencia de la generación y transformación de energía por parte de los cuerpos humanos fue disminuyendo y siendo sustituida con el tiempo a medida que estas dos nuevas tecnologías energéticas se desarrollaban y se ensamblaban junto con las nuevas invenciones.

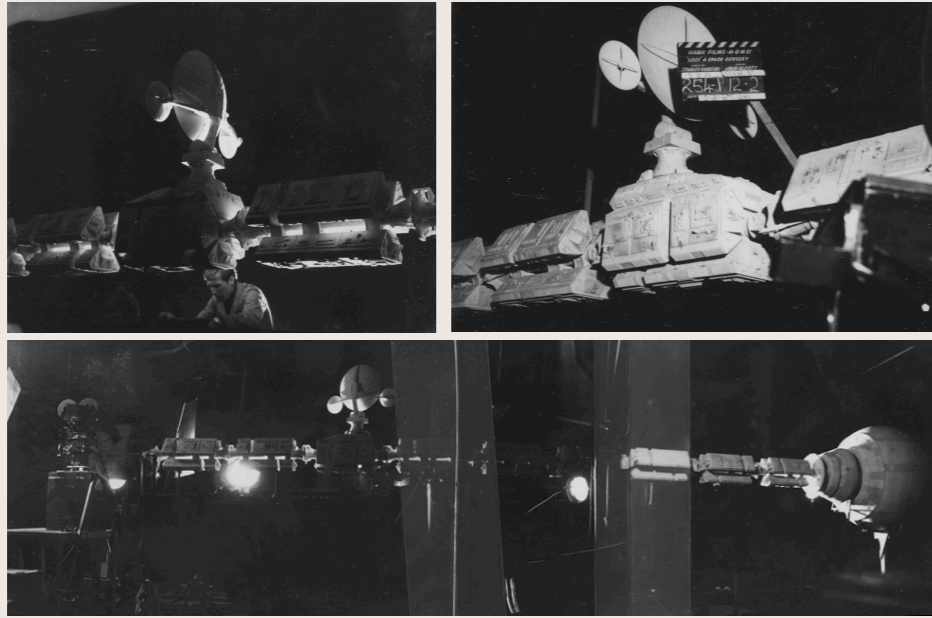
Durante estos dos siglos los soportes físicos computacionales más importantes se desarrollaron en Francia y eran capaces de leer y controlar información de forma autónoma: a través del papel o cinta perforada implementada en los telares semiautomáticos de seda, inventada por Basile Bouchon (1725); a través de la sustitución del papel por el cartón de las tarjetas perforadas inventadas por su ayudante Jean-Baptiste Falcon (1728); o a través de la invención del primer telar automático controlado mediante tarjetas perforadas, creado por Jacques de Vaucanson (1745) [Fig.G_3.1.a_9, Fig.G_3.1.b_9].

La incorporación del papel, la cinta y las tarjetas perforadas como tecnologías implementadas a los mecanismos asociados a los telares funcionó como una primera forma de comunicación entre estos dos entes: el humano y la máquina. Estos métodos de intercambio de información operaron como un primer interfaz entre ellos: una proto interfaz humano-máquina.

La condición física de estos dispositivos manuales, precursores de los primeros computadores, era la de objetos de grandes dimensiones que ocupaban habitaciones y espacios de altos techos en su totalidad (como puede comprobarse en el grabado que muestra al creador del mecanismo de Jacquard haciendo una demostración de su invención [Fig.G_3.1.b_9]). Los componentes que los configuraban, como cilindros, clavijas, palancas, rollos de papel, cintas y tarjetas perforadas, hilos y conexiones se mostraban a la vista sin ninguna carcasa que las ocultase. Esta disposición física *desnuda* mostraba su funcionamiento en vivo y facilitaba su manipulación, tanto para precargar los patrones de diseño contenidos en el papel, cinta y tarjetas perforadas como para solventar posibles problemas durante su uso. Las modificaciones en el orden y/o el contenido de la información inscrita en estos mensajes escritos con vacíos (agujeros realizados en papel o cartón) y llenos eran muy complicadas de realizar (Ceruzzi, Paul E., 2012, 9) con lo que la comunicación alcanzaba entre el/la humana y la máquina era aún muy rudimentaria. El ensamblaje complejo de sus distintos componentes de estos primeros soportes físicos era patente a la vista de cualquiera. Estos dispositivos contemporáneos de la computación ya empezaban a cualificar y caracterizar espacios arquitectónicos por sí mismos, impregnando con sus elementos y su estética maquinica las arquitecturas que empezaban a configurar. Los programas donde empezaron a surgir estos primeros ejemplos de proto arquitecturas de la computación eran casi en su totalidad, industriales, relacionados con la producción de textiles, asociados a la Segunda Era Industrial.

Estos dispositivos físicos (telares, en su mayoría) se complejizaron para dar comienzo a

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO

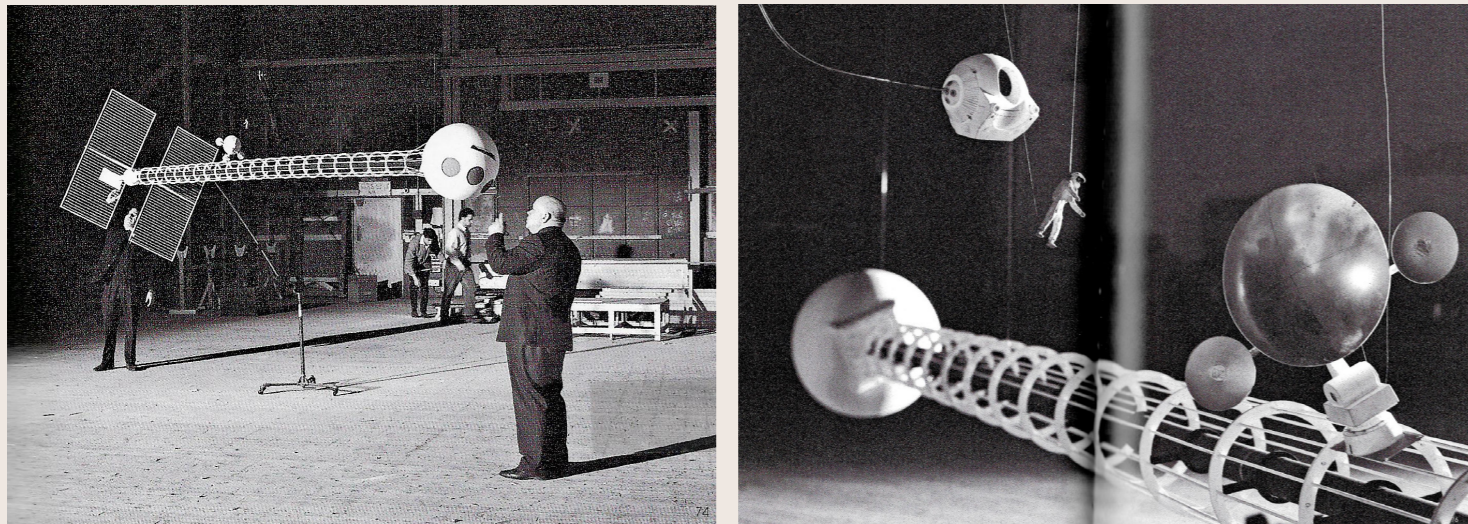


SUPERIOR IZQUIERDA Y DERECHA: IMAGEN DE UN RESPONSABLE DE LA DIRECCIÓN DE ARTE DE LA PELÍCULA OPERANDO EN LA MAQUETA HIPER DETALLADA DE LA NAVE ESPACIAL DISCOVERY, HAL 9000 DE 15 METROS DE LARGO. DETALLE DE UN MOMENTO DEL RODAJE DE 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. YOROKOBU, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/)

INFERIOR: IMAGEN GENERAL DE LA MAQUETA GRANDE DE 15 METROS DE LARGO DEL COMPUTADOR HAL 9000. 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: HURST, M. (2014). 2001: ODISEA EN EL ESPACIO Y LA BELLEZA. YOROKOBU, ACCESO EL 18 DE MARZO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOROKOBU.ES/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/](https://www.yorokobu.es/2001-ODISEA-EN-EL-ESPACIO-Y-LA-BELLEZA/)

·G_3.1.a_5·

#HAL 9000, 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO



IZQUIERDA: IMAGEN DE LA MAQUETA PEQUEÑA DE LA NAVE ESPACIAL DISCOVERY, DE 4,5 METROS DE LARGO. 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: CASTLE, A., HARLAN, J., KUBRICK, C., & STANLEY KUBRICK ESTATE. (2016). EN CASTLE A. (ED.), *LOS ARCHIVOS PERSONALES DE STANLEY KUBRICK*. KÖLN: TASCHEN, P. 359. DERECHA: IMAGEN DE LA MAQUETA PEQUEÑA DE LA NAVE ESPACIAL DISCOVERY, DE 4,5 METROS DE LARGO. 2001: UNA ODISEA DEL ESPACIO. 1968. STANLEY KUBRICK. FUENTE: CASTLE, A., HARLAN, J., KUBRICK, C., & STANLEY KUBRICK ESTATE. (2016). EN CASTLE A. (ED.), *LOS ARCHIVOS PERSONALES DE STANLEY KUBRICK*. KÖLN: TASCHEN, P. 360-361.

·G_3.1.b_5·

la siguiente era, la **era mecánica** de la computación, que abarcó desde 1800 hasta 1980 (nombrada con el número «3» en el diagrama de Bell). En este momento la energía necesaria para la puesta en funcionamiento de estos artefactos ya no era suministrada únicamente por los humanos, sino que se producía de forma mecánica, avanzando hacia la automatización de estos dispositivos y reduciendo la dependencia de la acción de los cuerpos humanos en su funcionamiento. La presencia del ser humano en este binomio humano-máquina ya no sólo se limitaba al suministro de la energía indispensable para el funcionamiento de estos soportes físicos, ya que empezó a ser sustituida por la implementación de otras fuentes de energía. El papel del humano en la interfaz humano-máquina empezó a concentrarse en la sofisticación de la comunicación con el artefacto y su control ya que era fundamental para programar los patrones prediseñados en los distintos mecanismos. El humano era parte indispensable de estos ingenios pre-computacionales a estos diversos niveles.

Las tecnologías y saberes que precipitaron su inicio fueron la invención del relé electromecánico por Joseph Henry (1830); el telégrafo eléctrico, considerado un proto dispositivo digital (Ceruzzi, Paul E., 2012, 3) y el código Morse inventado por Samuel Morse (1837), que podría considerarse otro tipo de código binario con puntos, rayas y espacios; la lógica booleana de resolución de problemas definida por George Boole (1854); la máquina de escribir Sholes and Glidden, también conocida como la Remington número 1, de Christopher Latham Sholes (1874); el teléfono como dispositivo que trasmite la voz humana a través de cables inventado por Alexander Graham Bell (1876); o la lámpara eléctrica incandescente de alta resistencia inventada por Thomas Alva Edison (1879), son sólo algunos ejemplos.

Algunos modelos de estos artefactos pre-computacionales fueron el aritmómetro de Thomas de Colmar (1820-1872) o el comptómetro de Dorr E. Felt (1887) que servían para calcular y realizar operaciones matemáticas básicas. Estos mecanismos tenían un carácter objetual (eran similares en apariencia y tamaño a los actuales teclados para escribir) equipados con ruedas, controles deslizantes y teclas para introducir las cifras necesarias y un tamaño acorde a las manos del humano que eran las que los manipulaban. En esta era el tamaño físico de estos dispositivos era más bien pequeño (38 centímetros de largo por 30 de ancho por 22,5 de alto), prueba de ello es que las unidades de medida que se utilizaban para describirlos eran del orden del centímetro.

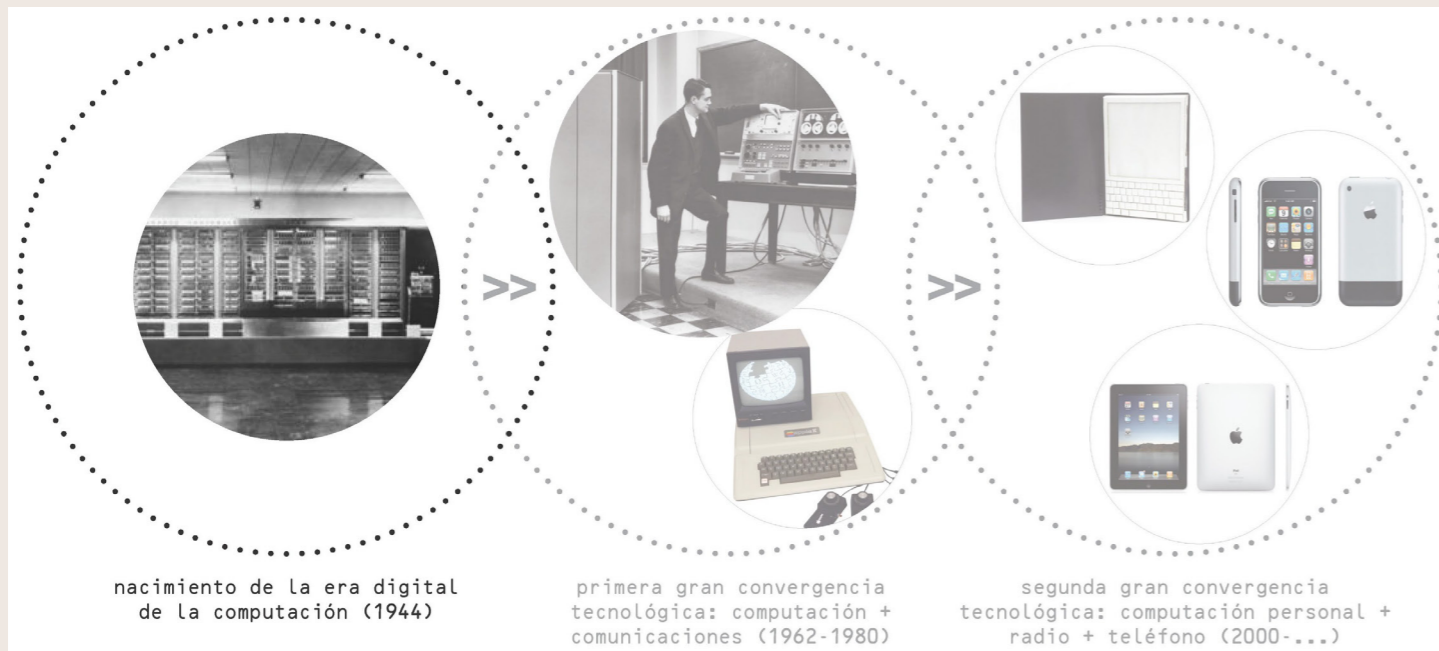
Uno de los precursores de los computadores contemporáneos pero que no se utilizaba para una de las acciones que asociamos en la actualidad con el computador (calcular), a diferencia de los ejemplos anteriores, fue el telar, mecanismo o máquina de Jacquard, inventado por el francés Joseph Marie Jacquard entre 1801 y 1804. Este dispositivo mecánico era completamente **automático** y utilizaba tarjetas perforadas para **controlar y programar** los diferentes hilos (blancos o negros, como los ceros y unos del sistema binario en computación) que, siguiendo un patrón determinado, confeccionarían los distintos tejidos de tela (principalmente seda) [Fig.G_3.1.b_9].

Según Paul E. Ceruzzi, este **control automatizado** de información predeterminada (mediante patrones de tela), que constituía la principal característica de la máquina de Jacquard, es el ancestro de la programación actual y lo que hoy se conoce en computación como *software* (Ceruzzi, Paul E., 2012, 9). Es decir, un paso más en la complejización de la comunicación del binomio humano-máquina.

Este es uno de los principales motivos por el cual la máquina de Jacquard tiene un papel fundamental en la historia de estos primeros soportes físicos de la computación, pero también porque era un mecanismo muy común en la vida diaria de la sociedad del momento. Es por ello que seguramente el inventor norteamericano Herman Hollerith estuviera familiarizado con la manera en la que el mecanismo de Jacquard se controlaba mediante las tarjetas perforadas (Ceruzzi, Paul E., 2012, 8). Las máquinas de Jacquard (adidas a los telares para controlar los diseños de los tejidos) utilizaban las tarjetas perforadas de manera distinta a los soportes físicos

·T_153·

#NACIMIENTO DE LA ERA DIGITAL DE LA COMPUTACIÓN (1944-1945)



ESTRUCTURA ESPECÍFICA DE LA TESIS BASADA EN LOS TRES MOMENTOS CLAVE EN LA HISTORIA DE LA COMPUTACIÓN HASTA LA FECHA DESCRITOS POR EL HISTORIADOR PAUL E. CERUZZI. EL NACIMIENTO DE LA ERA DIGITAL DE LA COMPUTACIÓN EN 1944 HASTA 1962. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_3.1.a_6·

#NACIMIENTO DE LA ERA DIGITAL DE LA COMPUTACIÓN (1944-1945)

NACIMIENTO DE LA ERA DIGITAL DE LA COMPUTACIÓN (1944)

PRIMERA GENERACIÓN DE LA COMPUTACIÓN (1944-1945/1956) · (1950/1960)

>> TUBOS Y VÁLVULAS DE VACÍO

>> TIPO MAINFRAME (M)

SEGUNDA GENERACIÓN DE LA COMPUTACIÓN (1956-1957/1964) · (1960-1965)

>> TRANSISTORES BIPOLARES

>> SUPERCOMPUTADOR (S)

·G_3.1.b_6·

pre-computacionales que Hollerith diseñó: las primeras utilizaban las tarjetas perforadas para controlar mientras que los segundos utilizaban las tarjetas para almacenar datos, como veremos más adelante (Ceruzzi, Paul E., 2012, 8).

Los primeros ejemplos de arquitecturas de la computación cuyos soportes físicos y dispositivos tecnológicos configuraban espacios que se podían habitar y recorrer y que constituían espacios arquitectónicos en sí mismos se encuadran dentro de estas dos últimas eras: la que aglutina los soportes físicos electromecánicos (por ejemplo, con The Analytical Engine, 1833 o el Zuse I, 1936) y los soportes físicos electrónicos (por ejemplo, el ENIAC, 1943-1948). Nos vamos a centrar en estas dos últimas eras o clasificaciones (recuadradas en negro en la [Fig.G_3.1.a_10] como detonantes de estas primeras arquitecturas de la computación.

Es en estos años cuando se inician muchas historias de la computación, con la figura fundamental del matemático e inventor inglés Charles Babbage y sus dispositivos electromecánicos, desarrollados a la vez que Morse implementaba el telégrafo (Randell, 1990; Ceruzzi, Paul E., 2012, 3). Los artefactos diseñados por Babbage y su equipo, entre los que se encontraba Lady Ada Augusta Byron o Lady Ada Lovelace (considerada en muchas narraciones de la computación como la primera programadora de la informática, era hija de Lord Byron), están considerados como los primeros computadores de la historia (fueron los primeros dispositivos electromecánicos, a pesar de estar incluidos cronológicamente dentro de la era mecánica de la computación) (Eames, C., Eames, R., 1973, 12). The Difference Engine o Máquina Diferencial (1820-1822) (Campbell-Kelly, Aspray, Ensmenger, & Yost, 2013, 109) y, en concreto, The Analytical Engine o Máquina Analítica (1833), a diferencia de los otros dos aparatos desarrollados en esta era mecánica de la computación descritos anteriormente (aritmómetro y comptómetro), fueron las primeras máquinas calculadoras completamente automáticas que ya contenían los cuatro componentes esenciales que definen un computador digital contemporáneo (Eames, C., Eames, R., 1973, 13; Beginer, 1986, 399):

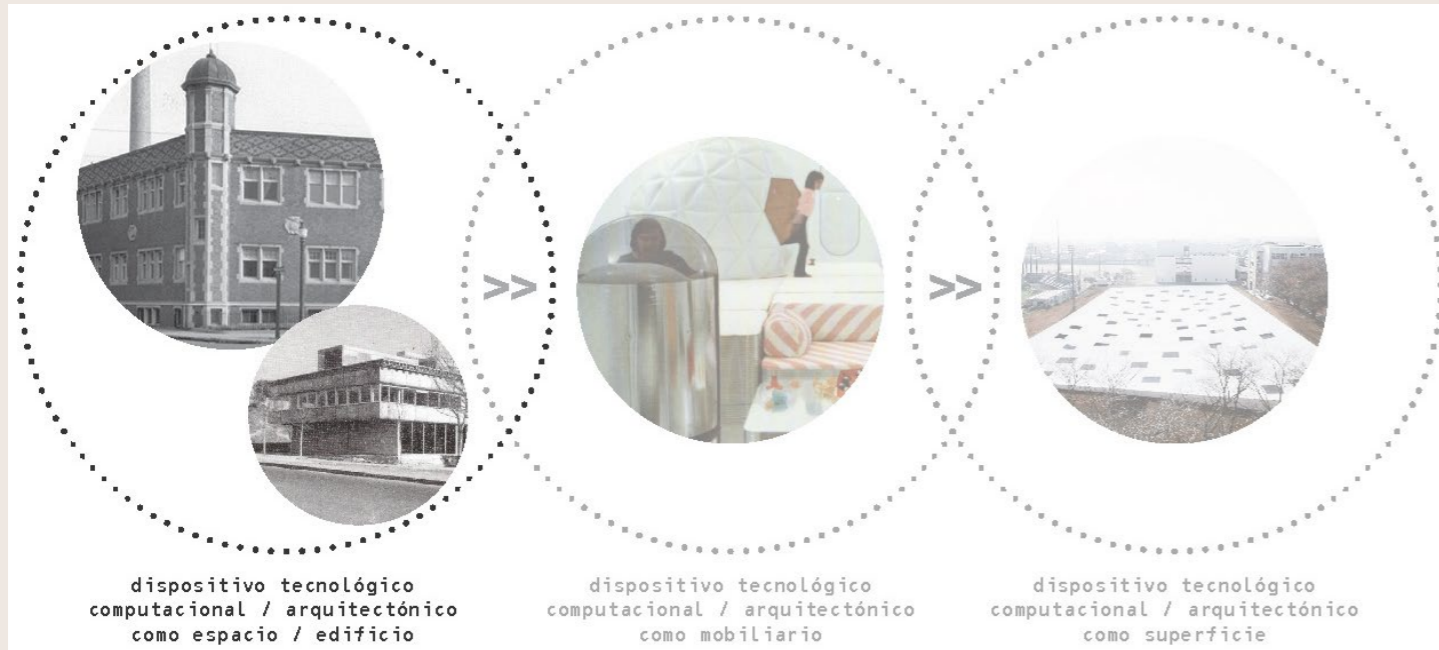
- Una unidad aritmética central de procesamiento (*mill*).
- Una memoria automática interna de almacenamiento (*store*).
- Una *elección* automática de secuencia informática (o lo que se denomina secuencia reiterativa).
- Un sistema con capacidad de introducir y recibir *inputs* o datos de entradas de información e instrucciones (*software* y programas) a través de tarjetas perforadas y capacidad de extraer *outputs* y salida de datos y resultados impresos o escritos.

The Analytical Engine fue diseñado con la *arquitectura* básica de cualquier computador digital contemporáneo: almacenaba automáticamente información, controlaba automáticamente información a través de los cilindros que incluía su diseño, como una especie de microprogramación o ROM (read-only-memory o memoria de solo lectura), utilizaba tarjetas perforadas (como los mecanismos de Jacquard, aunque estas tarjetas estaban cosidas unas a otras y su orden era muy difícil de modificar) cuya secuencia era fácil de variar para ejecutar automáticamente una secuencia de operaciones, calculaba y recuperaba información en forma codificada (Ceruzzi, Paul E., 2012, 9). La Máquina Analítica de Babbage era un soporte físico de la computación muy complejo compuesto por engranajes, levas y ruedas de latón que utilizaba como fuente de energía el vapor (Eames, C., Eames, R., 1973, 140) y que fue desarrollado íntegramente de forma teórica, sobre el papel, ya que no pudo llegar a construirse con la tecnología disponible en su época, como les ocurrió a las máquinas voladoras imaginadas por Leonardo da Vinci (Ceruzzi, Paul E., 2012, 6) [Fig.G_3.1.b_10].

Era un dispositivo de grandes dimensiones, 3,20 metros de largo por 1,6 metros de ancho, que ocupaba una superficie en planta de 6 metros cuadrados. Es en este momento cuando el orden de magnitud que se utilizaba para describir físicamente estos dispositivos cambió y creció para pasar del centímetro, utilizado en el aritmómetro y el comptómetro (objetos), al metro

·T_154·

#DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS: COMO ESPACIO



HIPÓTESIS ESPECÍFICA DE LA TESIS. LOS DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS COMPUTACIONALES ARQUITECTÓNICOS/ COMO ESPACIOS Y EDIFICACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_3.1.a_7·

#DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS: COMO ESPACIO

**PRIMERAS
ARQUITECTURAS DE LA
COMPUTACIÓN**

- SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS
COMPUTADORES MECÁNICOS Y ELECTROMECAÑICOS**
- SOPORTES FÍSICOS DE LOS DISPOSITIVOS
COMPUTADORES ELECTRÓNICOS (DIGITALES)**
- COMPUTADORES TIPO *MAINFRAME*(M)**

**EN ESTOS PRIMEROS ESPACIOS ARQUITECTÓNICOS ALTERNATIVOS SE COMPLETABAN,
ENSAYABAN, TESTEABAN Y PROTOTIPABAN CUESTIONES MUY CONTEMPORÁNEAS Y
PERTINENTES EN EL SIGLO XXI**

·G_3.1.b_7·

(espacios). El carácter objetual de estos artefactos pasó a ser un carácter volumétrico y espacial hasta configurar esta primera arquitectura de la computación. En estas primeras eras de la computación (manual, mecánica y albores de la electromecánica) podemos observar que se tiende al crecimiento en los soportes físicos de los dispositivos.

The Analytical Engine, a pesar de ser un *gran objeto*, desplegaba un espacio a su alrededor, una proto arquitectura de la computación en sí misma, aunque nunca llegó a materializarse en una ubicación específica ni a construirse por la falta de presupuesto, los obstáculos técnicos y los problemas con el ingeniero a cargo de su construcción y la inexistencia o el incipiente estado de las tecnologías necesarias para ello. La falta de financiación y fondos para llevar a cabo su construcción también fue debida a la incapacidad de Babbage de desplegar unas dotes comerciales que convencieran a la sociedad de que su invención era realmente útil, como apunta Ceruzzi en uno de sus textos ((Ceruzzi, Paul E., 2008, 113).

The Analytical Engine podría considerarse el primer ejemplo de computador o dispositivo tecnológico contemporáneo que constituía un espacio en sí mismo, que se habitaba y se recorría: la primera arquitectura de la computación conformada por el primer soporte físico computador electromecánico de la historia. Prueba de ello podría ser la ingente cantidad de documentación gráfica producida para su diseño en forma de plantas, alzados y secciones como si de una pieza de arquitectura de pleno derecho se tratase, conservada en el archivo The Babbage Papers del Science Museum de Londres⁶. Fue un proyecto arquitectónico inacabado que se desarrolló durante más de treinta y cinco años. En los bellos y complejos documentos gráficos se pueden apreciar elementos propios de la arquitectura como el uso de escalas gráficas de varios metros, columnas dóricas de madera, vigas y pilares metálicos, cubiertas que cualificaban un espacio arquitectónico bajo su huella o la utilización de una gran diversidad de materiales en su construcción: latón, otros metales, distintos tipos de maderas, etc. La estética desplegada en esta primera arquitectura de la computación estaba llena de ornamento: brillos, dorados, brocados, volutas, formas voluptuosas y el uso en planta y alzado de un elemento geométrico poco común en nuestra disciplina como es el círculo [Fig.G_3.1.a_11].

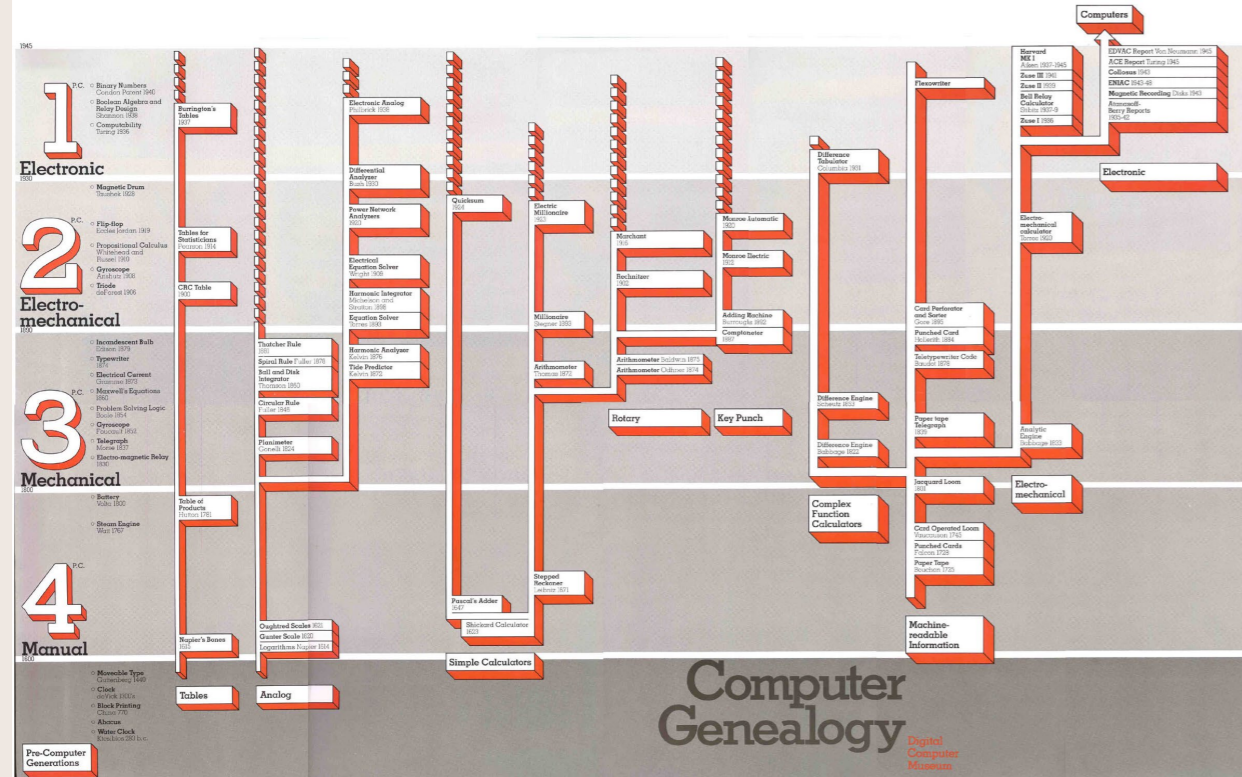
El dispositivo computador de Babbage se adelantó 60 años al inicio de la era electromecánica de la computación y casi el doble, 120 años, al nacimiento de la **era digital**, de la que fue el precursor.

Es a partir del uso generalizado de los telares de Jacquard cuando se inicia la siguiente era en la historia de los soportes físicos de la computación, la **era electromecánica**, que se inició en 1890 con la invención de la máquina electromecánica de tarjetas perforadas de Hollerith hasta 1930. Las invenciones que precipitaron el inicio de esta era en la que poco a poco se implementó la electricidad e invenciones en circuitería y almacenamiento electromagnético en los diferentes dispositivos fueron: el triodo (el origen de las válvulas electrónicas de vacío) de Lee De Forest (1906); el cálculo proposicional, de Alfred North Whitehead y Bertrand Russell (1910); el circuito *flip-flop*, de William Henry Eccles y Frank Wilfred Jordan (1919) o el dispositivo de almacenamiento de tambor magnético, de Gustav Tauschek (1928) (inventado en una empresa alemana subsidiaria de IBM), entre las más importantes.

Herman Hollerith construyó físicamente el primer soporte físico electromecánico de la computación operado a través de tarjetas perforadas para leer, controlar y almacenar la información de la población del país y así poder elaborar en un tiempo récord antes de las siguientes elecciones el censo de Estados Unidos, en 1884 [Fig.G_3.1.b_11]. En 1885 fundó la empresa Tabulating Machine Company (TMC) que se convirtió en la International Business Machine (IBM) de la mano de Thomas Watson en 1924 (Ceruzzi, Paul E., 2012, 7). Las máquinas

⁶ Conserva digitalizados y clasificados alrededor de 40.000 documentos del archivo personal de Charles Babbage aglutinados dentro de la colección del Science Museum de Londres en la sección The Babbage Papers (<https://collection.sciencemuseumgroup.org.uk/search?q=The%20Babbage%20Papers>) que han servido para materializar y reconstruir en 1991, por ejemplo, uno de sus dispositivos proyectados en 1823, The Difference Engine.

#GENERACIONES DE LOS PRIMEROS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN



COMPUTER GENEALOGY. GORDON BELL. 1980. THE COMPUTER MUSEUM (TCM) O DIGITAL COMPUTER MUSEUM. BOSTON. DIRECTORA: GWEN BELL (URBANISTA, PROFESORA EN HARVARD).

·G_3.1.a_8·

- ERA DE LAS GENERACIONES PRE-COMPUTACIONALES (HASTA 1600 D.C.)
- ERA MANUAL (DESDE 1600 HASTA 1800)
- ERA MECÁNICA (DESDE 1800 HASTA 1890)
- ERA ELECTROMECAÁNICA (DESDE 1890 HASTA 1930)
- ERA ELECTRÓNICA (A PARTIR DE 1930)
- ERA DIGITAL (DESDE 1944 HASTA LA ACTUALIDAD)

·G_3.1.b_8·

tabuladoras de TMC se basaron en los telares y mecanismos de Jacquard, muy comunes cuando Hollerith desarrolló su primer prototipo y se popularizaron y utilizaron para múltiples aplicaciones por todo el globo gracias a su flexibilidad, más allá de la elaboración del censo norteamericano. A partir de este momento se inició muy poco a poco la democratización de estos dispositivos tecnológicos.

Algunos de los ejemplos que merece la pena remarcar, dentro del grupo de los soportes físicos electromecánicos de esta era, fueron los dispositivos creados por el ingeniero de caminos, matemático e inventor español Leonardo Torres Quevedo⁷. Su Aritmómetro Electromecánico o Aritmómetro Mecánico (1920) fue considerado un dispositivo precursor de la informática contemporánea por el informático, historiador y profesor emérito Brian Randell (Randell, 1982a, 327-241) junto con otras de sus invenciones como el Telekino o Télékine (1901-1903, precursor de los mandos a distancia) o el primer y el segundo Ajedrecista (1912 y 1920, respectivamente) (Hernando González, 1 de enero de 1999) que fueron los primeros ejemplos conocidos en el mundo de lo que hoy conocemos como Inteligencia Artificial y los automatismos. Como describe el Museo Torres Quevedo, el Aritmómetro Electromecánico [Fig.G_3.1.a_12] fue un computador analógico electromecánico que, noventa años más tarde de las invenciones de Babbage, se diseñaba y construía físicamente de nuevo siguiendo la *arquitectura* de los computadores contemporáneos actuales:

- Una unidad aritmética
- Una unidad de control
- Una pequeña memoria
- Un dispositivo de entrada y salida de datos

Este último elemento podría considerarse un proto teclado contemporáneo (una proto interfaz, de nuevo), fabricado con una máquina de escribir de la marca Underwood, que servía para introducir inputs (operación aritmética que se quería calcular) como para obtener outputs (la máquina comunicaba el resultado tras el símbolo =). Una de las principales características que diferenciaban al Aritmómetro Electromecánico de los dispositivos computadores contemporáneos es que funcionaba en base decimal (al igual que el ENIAC, como veremos más adelante) (Molero Prieto & Doménech Pujol, 2016, 7).

La máquina de Torres Quevedo físicamente construida (y conservada en el Museo de la Universidad Politécnica de Madrid) tenía unas dimensiones muy reducidas en comparación con The Analytical Engine de Babbage: medía aproximadamente 1,5 metros de largo, por 0,55 metros de ancho y 1,40 metros de alto. Durante los 90 años que separaban ambos dispositivos se produjo un encogimiento considerable de sus soportes físicos: en torno al cincuenta por ciento. Los materiales y elementos configuradores de la pieza de Torres Quevedo eran también, como en el caso de Babbage, la madera, el latón, las poleas y los cables de cobre entre otros, pero estaban más cerca del diseño industrial que del arquitectónico al ser una pieza más pequeña.

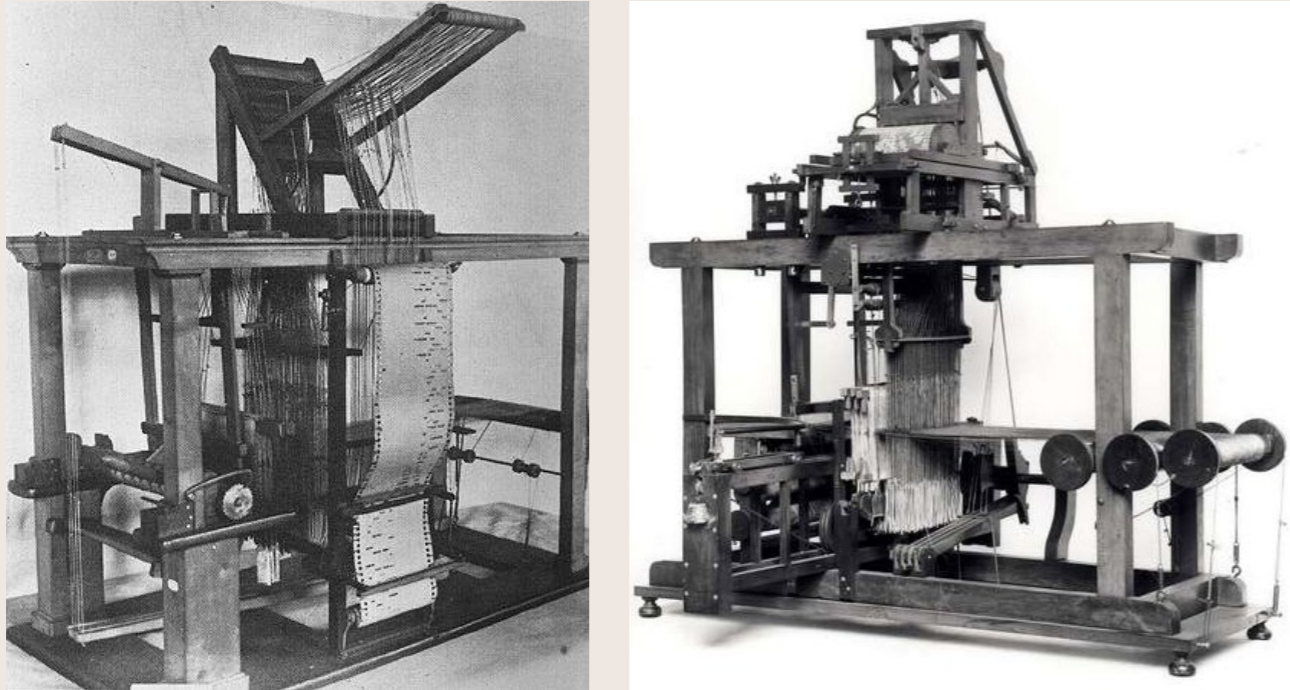
Ambos artefactos seguían teniendo un carácter objetual: un dispositivo tecnológico que se insertaba en un espacio arquitectónico dado, aunque el de Babbage sí pretendía ya cualificar y definir un espacio habitado, a diferencia del de Torres Quevedo que poseía un carácter más mobiliario.

Ambos eran objetos, piezas con un cierto carácter doméstico que se rodeaban y se tocaban a través de los elementos que servían para producir la comunicación humano-máquina: los engranajes, levas y ruedas y las teclas de la máquina de escribir (como primeros interfaces).

Al igual que Charles Babbage una característica común con la práctica arquitectónica de los

⁷ Leonardo Torres Quevedo estudió en la Escuela de Caminos en Madrid (1871-1876) y la institución que lleva su nombre, el Museo Torres Quevedo se encuentra ubicado en nuestra Universidad Politécnica de Madrid, dentro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

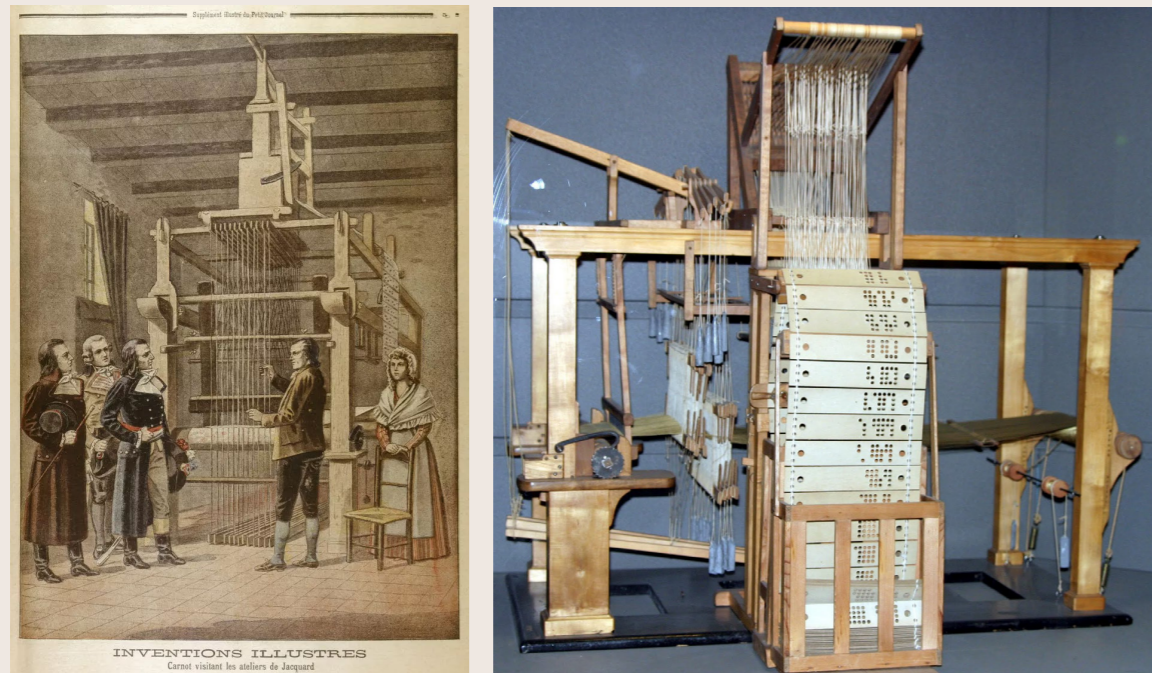
#ERA MANUAL DE LA COMPUTACIÓN (1600-1800 D. C.)



IZQUIERDA: TELAR SEMIAUTOMÁTICO DE SEDA CON PAPEL O CINTA PERFORADA. BASILE BOUCHON (1725). FUENTE: ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2022 DESDE: [HTTPS://MEDIUM.COM/@HISTORY_DEV/THE-ORIGINS-OF-SOFTWARE-THE-ABSTRACTION-OF-BEHAVIOUR-FROM-THE-MACHINE-E9220706FCF9](https://medium.com/@history_dev/the-origins-of-software-the-abstraction-of-behaviour-from-the-machine-e9220706fcf9). DERECHA: TELAR AUTOMÁTICO CONTROLADO MEDIANTE TARJETAS PERFORADAS. JACQUES DE VAUCANSON (1745). FUENTE: ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2022 DESDE: [HTTPS://FEMMODE.FR/CVMT/METIERSUS.HTM](https://femmode.fr/cvmt/metiersus.htm)

·G_3.1.a_9·

#ERA MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1800-1890 D. C.)



IZQUIERDA: TELAR, MECANISMO O MÁQUINA AUTOMÁTICA DE JACQUARD. JOSEPH MARIE JACQUARD (1801). GRABADO HACIENDO UNA DEMOSTRACIÓN DE SU INVENCIÓN. COLECCIONISTA PRIVADO/ HULTON ARCHIVE / GETTY IMAGES. FUENTE: ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2022 DESDE: [HTTPS://WWW.THUGHTCO.COM/JOSEPH-MARIE-JACQUARD-1991642](https://www.thoughtco.com/joseph-marie-jacquard-1991642). DERECHA: MECANISMO O MÁQUINA DE JACQUARD. FUENTE: ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2022 DESDE: [HTTPS://ADDIATOR.BLOGSPOT.COM/2011/10/JACQUARDS-LOOM-AND-STORED-PROGRAMME.HTML](https://addiator.blogspot.com/2011/10/jacquards-loom-and-stored-programme.html)

·G_3.1.b_9·

dispositivos de Torres Quevedo era su producción gráfica: realizaba precisos y preciosos dibujos en planta, alzado y sección para diseñar sus dispositivos y máquinas como muestra esta planta diagramática del Ajedrecista [Fig.G_3.1.a_12].

La era electromecánica de la computación culminó con la construcción por parte de Vannevar Bush junto con su estudiante Harold Locke Hazen entre 1928-1930 y 1931 en el MIT del dispositivo electromecánico Differential Analyzer o Analizador Diferencial [Fig.G_3.1.b_12] y que describió en su famoso artículo "The differential analyzer: a new machine for solving differential equations," (Bush & Hazen, 1931). Este soporte físico fue el primer computador analógico electromecánico de propósito general que resolvía ecuaciones diferenciales. Fue el dispositivo que inspiró la construcción del ENIAC, del que hablaremos con posterioridad. Era grande y bastante complejo y ocupó una habitación entera del laboratorio de Bush en el MIT. Sus dimensiones eran aproximadamente 6,50 metros de largo por 2,75 metros de ancho por 1,40 metros de alto ocupando una superficie de casi veinte metros cuadrados. Se construyó con cientos de engranajes y ejes accionados por motores eléctricos y sus materiales eran de nuevo la madera, el latón, otros metales y mucho aceite para engrasar los ensamblajes mecánicos que lo componían, como puede observarse en el dibujo diagramático de la planta del soporte físico [Fig.G_3.1.b_12].

Los soportes físicos de la computación empezaban a crecer de nuevo para, poco a poco, convertirse en espacios arquitectónicos habitados y definir y cualificar arquitecturas.

Uno de los últimos ejemplos a estudiar dentro de esta era electromecánica de los soportes físicos de la computación pero que se diseñó ya dentro del periodo de tiempo descrito por Bell como perteneciente a la era electrónica fueron los dispositivos tecnológicos computadores desarrollados por el ingeniero e inventor alemán Konrad Zuse. Estas máquinas diseñadas, desarrolladas y construidas por Zuse en Berlín justo antes de la Segunda Guerra Mundial, el Z1o Zuse I (1934-1936) [Fig.G_3.1.a_13], Z2 o Zuse II (1939) y Z3 o Zuse III (1941) fueron los primeros computadores digitales electromecánicos, completamente automatizados, controlados por programas (o *software*) que podían especializarlas, de propósito general, como máquinas *universales*, que utilizaban el cálculo de punto flotante binario (ceros y unos, como los computadores actuales) (Zuse, 1993, V) y que funcionaban con el primer lenguaje de programación de alto nivel, el denominado Plankalkul según el Computer History Museum (CHM). Estos dispositivos mecánicos podían reorganizarse y eran lo suficientemente flexibles para resolver una gran cantidad de problemas de diversa índole (algunos requerían más potencia y velocidad de cálculo y otros más memoria y almacenamiento de información, por ejemplo) (Ceruzzi, Paul E., 2012, 24). En el diseño y desarrollo de sus dispositivos electromecánicos dio con la idea de una máquina *universal*, un computador de propósito general al que, si se le cargaba con el programa o *software* adecuado, podía convertirse en «un cerebro de propósito especializado», en palabras de Zuse, que podía hacer cualquier cosa que el/la programador/a quisiera. Unos años antes, en 1936, el matemático británico Alan M. Turing también desarrollo sobre el papel y de forma teórica⁸ esta idea de una *máquina* de propósito general, como veremos más adelante.

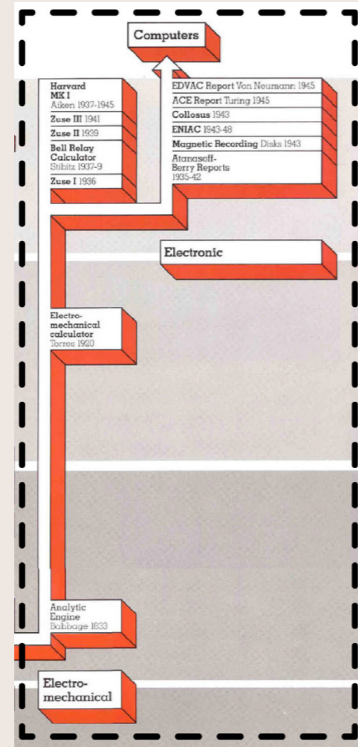
Siendo todavía estudiante en Berlín, Zuse comenzó a diseñar el Z1 (1934-1936-1938-1939), que sirvió de prototipo para el Z3, como un dispositivo de cálculo *universal*, una máquina *universal*, que anticipó en muchos aspectos los computadores contemporáneos (Beginer, 1986, 403):

- Utilizaba el sistema binario en vez de los números decimales.
- Implementaba el cálculo de coma decimal flotante (siendo el primer dispositivo en hacerlo).
- Aplicaba las reglas de programación booleanas (desconocidas para Zuse en ese

⁸ Turing no construyó ningún hardware o soportes físico, lo que hizo fue describir en su comunicación un dispositivo hipotético (Ceruzzi, Paul E., 2012, 27), lo que hoy denominamos una *máquina de Turing*.

·T_157·

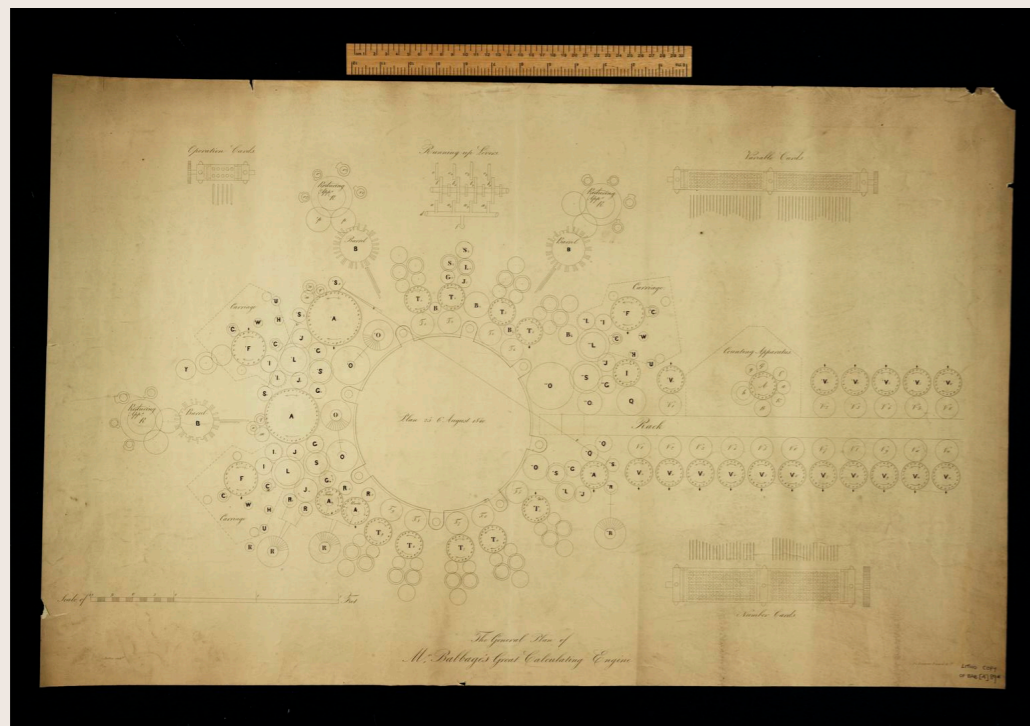
#GENERACIONES DE LOS PRIMEROS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN



ERA ELECTROMEQUÍMICA Y ERA ELECTRÓNICA DE LOS PRIMEROS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN. COMPUTER GENEALOGY. GORDON BELL. 1980. THE COMPUTER MUSEUM (TCM) O DIGITAL COMPUTER MUSEUM. BOSTON. DIRECTORA: GWEN BELL (URBANISTA, PROFESORA EN HARVARD).

·G_3.1.a_10·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.). PREVIA 1833.



PLANTA GENERAL Nº.25 DE THE ANALYTICAL ENGINE QUE RECOGE LOS DETALLES DE LOS ARREGLOS Y ESTANTES, CON FECHA DEL 6 DE AGOSTO DE 1840, DE DIMENSIONES 61X92CM, CON ESCALA INCLUIDA. CHARLES BABBAGE, FUENTE: SCIENCE MUSEUM LIBRARY / SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY, LONDRES

·G_3.1.b_10·

momento).

Además, el Z1 utilizó también la estructura distintiva o *arquitectura* en el sentido computacional del procesador de información similar a la Máquina Analítica de Charles Babbage (figura que también era desconocida para Konrad Zuse en ese momento):

- Tenía capacidad de introducir *inputs* o datos de entrada de información e instrucciones (*software* y programas) a través de cintas perforadas (reutilizando la película de cine y fotografía de 35 mm).
- Poseía una memoria, programable, con un controlador interno.
- Contaba con una unidad central de procesamiento.
- Tenía incorporado un dispositivo de *outputs* o de salida de datos para mostrar los resultados obtenidos.

En diciembre de 1941, el Z1-Z3 se convirtió en el primer computador (o calculador) del mundo de uso general controlado por programas y *software* de funcionamiento regular.

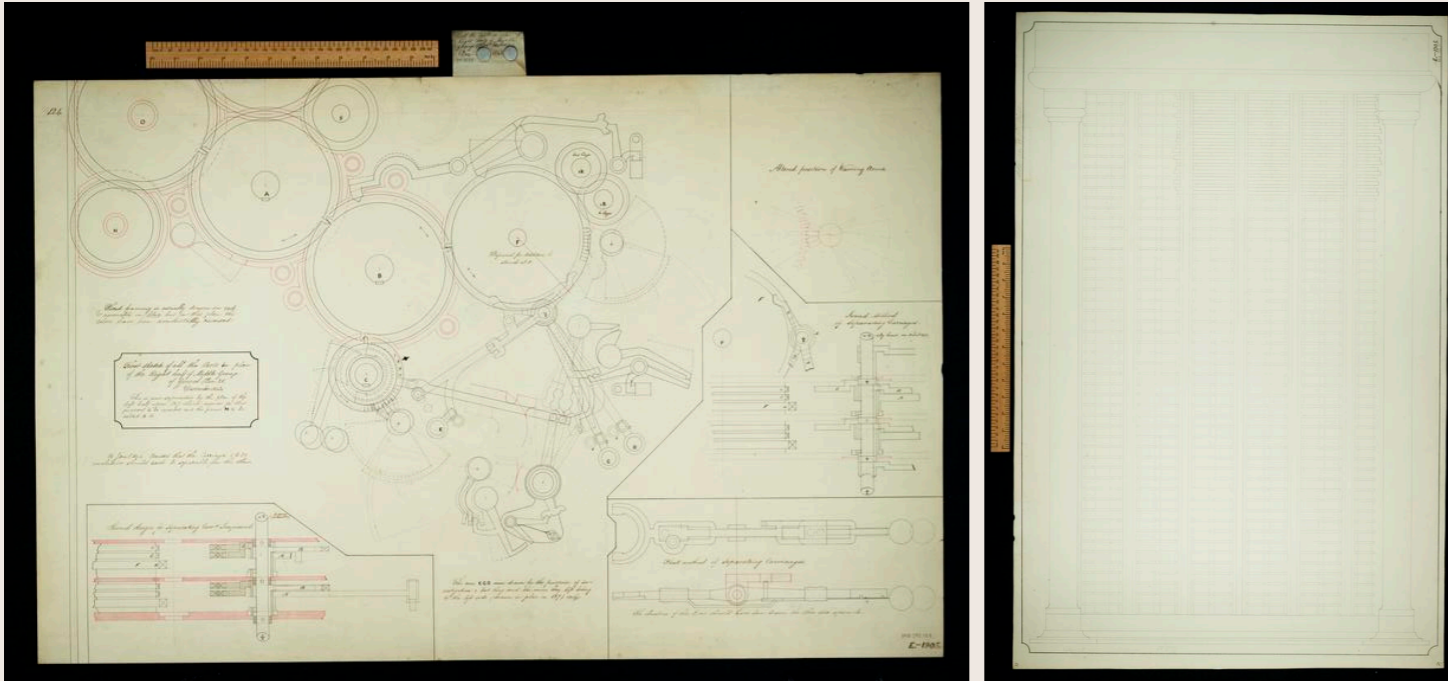
Cuarenta años antes de que, según cuenta la reciente leyenda, dos jóvenes diseñaran en el garaje de la casa sus padres de Los Altos, en Silicon Valley, California, uno de los dispositivos tecnológicos computadores más revolucionarios de la historia, el Apple 1, Konrad Zuse y su amigo Helmut Schreyer hicieron lo propio entre 1934 y 1938, por las noches y los fines de semana, al volver del trabajo (Ceruzzi, Paul E., 1981, 245), en la casa de los padres del primero (Zuse, 1993, 35) [Fig.G_3.1.a_13].

Este primer dispositivo tecnológico computador-edificio había colonizado y transformado un espacio doméstico compuesto por el amplio salón (Williams, 1997, 211) y dos habitaciones contiguas (Zuse, 1993, 35) de la casa baja que los padres de Zuse tenían en el número 35 de la calle Wrangelstraße, en el barrio de Kreuzberg, Berlín (Merkel, 2016) para convertirlo en una de las primeras arquitecturas de la computación [Fig.G_3.1.b_13]. El inmueble era una casa independiente, con cubiertas a cuatro aguas y posiblemente de una sola planta que ya no existe y no se han conservado fotografías de su exterior, cuyo solar está ocupado en la actualidad por un restaurante de comida rápida. Una arquitectura aparentemente ordinaria que escondía en su interior un nuevo programa que sustituía al doméstico con una estética maquina y un carácter que se agrandaba para dejar de ser un mero objeto o pieza de mobiliario para pasar a ser un espacio habitado por una familia alemana de cuatro miembros.

Zuse primero estudió ingeniería mecánica para luego pasar a cursar arquitectura durante varios semestres (Zuse, 1993, 15) antes de cambiarse para educarse finalmente como ingeniero industrial y creció fascinado por la fotografía o el cine de Fritz Lang, con sus películas *Metropolis* (1927) y *Die Frau im Mond* (The Woman in the Moon) (1929) como referentes (Zuse, 1993, 10, 19). Zuse admiraba las tecnologías, las invenciones, las grandes construcciones, las arquitecturas y las grandes hazañas contenidas en estas películas de ciencia ficción, ambas con un contenido muy arquitectónico. Más que un especialista en un campo en concreto, Zuse fue una persona curiosa en general en cualquier campo con cierto talento, como se definió a sí mismo en su autobiografía (Zuse, 1993, 22). No obstante, como estudiante, Zuse diseñó una *Metropolis* radial para treinta y cinco millones de habitantes (Zuse, 1993, 10), un cine elíptico o fantaseo con la idea de pisar la superficie de la Luna con algunos de los artefactos que inventaba y construía los fines de semana en las estancias de la vivienda de sus padres (Zuse, 1993, 19). Quizá este carácter polifacético, de arquitecto en ciernes e ingeniero de profesión, tuvo algo que ver para diseñar y proyectar sus primeros dispositivos tecnológicos computadores como espacios arquitectónicos ya habitados. Según él, esta actitud multidisciplinar era el pre requisito indispensable para poder proyectar y desarrollar ideas fuera de la norma establecida, que es lo que ocurrió con el computador: un dispositivo tecnológico desarrollado en los márgenes de la tecnología existente en ese momento.

·T_158·

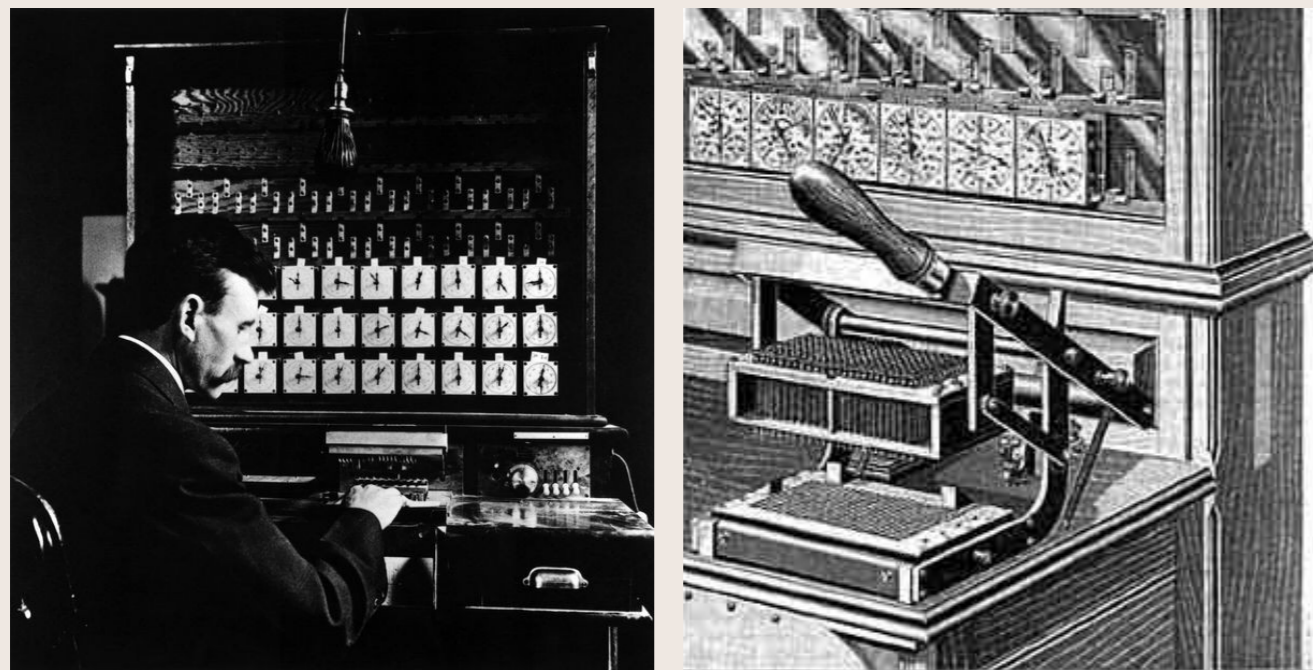
#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) PREVIA 1833.



IZQUIERDA: PRIMER CROQUIS DE LA PARTE DERECHA DE LA PLANTA GENERAL Nº.28 DE THE ANALYTICAL ENGINE, PLANTA Y ALZADO, CON FECHA DE DICIEMBRE DE 1842, DE DIMENSIONES 63X97CM. CHARLES BABBAGE, FUENTE: SCIENCE MUSEUM LIBRARY / SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY, LONDRES. DERECHA: ALZADO DEL MOLINO, CON FECHA DEL 25 DE SEPTIEMBRE DE 1858, DE DIMENSIONES 66X99 CM. CHARLES BABBAGE, FUENTE: SCIENCE MUSEUM LIBRARY / SCIENCE & SOCIETY PICTURE LIBRARY, LONDRES.

·G_3.1.a_11·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.)



IZQUIERDA: IMAGEN DE HERMAN HOLLERITH CON SU MÁQUINA TABULADORA TMC. 1908. FUENTE: COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102649688). ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/REVOLUTION/PUNCHED-CARDS/2/2/6](https://www.computerhistory.org/revolution/punched-cards/2/2/6). DERECHA: GRABADO DE CÓMO LA MÁQUINA TABULADORA LEÍA RÁPIDAMENTE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN LAS TARJETAS PERFORADAS ELABORADAS POR EL PERSONAL DEL CENSO. FUENTE: ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.PBS.ORG/FMC/TIMELINE/EHOLLERITH.HTM](https://www.pbs.org/fmc/timeline/ehollerith.htm)

·G_3.1.b_11·

«I believe that it is precisely this well-rounded ness that is the prerequisite for ideas outside the norm. In the final analysis, the computer was such an idea – if you will, a side-step of technology». (Zuse, 1993, 22).

A finales de 1938 o principios de 1939, Zuse y su familia se mudaron a un inmueble a cuatro kilómetros del primero (HNF, 2016). Situado en el número 10 de la calle Methfesselstraße (antes llamada Lichterfelder Straße), también en el barrio de Kreuzberg en Berlín [Fig.G_3.1.b_14], allí vivía la familia y fue donde Zuse fundó su primera empresa (Dipl.-Ing. K. Zuse Engineering Office and Apparatebau) el 1 de abril de 1941 en plena Segunda Guerra Mundial. Era un edificio entre medianeras de principios del siglo XX, de cinco plantas más un bajo cubierta con mansardas, construido alrededor de un patio interior y con cubiertas a dos aguas. La fachada principal era de orden clásico, simétrica, flanqueada por una especie de torres en sus dos extremos, con grandes ventanales verticales ordenados en los seis cuerpos que la componían. Estaba construida en ladrillo enlucido de un color crema claro, casi desprovista de ornamento, con una entrada coronada por un arco de ladrillo visto. De nuevo, las primeras arquitecturas de la computación estaban camufladas bajo la carcasa de una arquitectura prosaica, inserta en el casco de la ciudad consolidada, sin dejar vislumbrar las innovaciones tecnológicas que se estaban desarrollando en sus interiores, en este caso, todos ellos domésticos.

La carcasa y el interior de este dispositivo tecnológico computador edificación tenían una estética ecléctica que iba desde el clasicismo de sus fachadas hasta el art Nouveau de sus interiores mezclado con una estética futurista y maquinista de las tecnologías y arquitecturas implementadas. Así lo describe Kurt Brettschneider en su diario, uno de los trabajadores a tiempo parcial que Zuse contrataba para desarrollar el Z3:

«In a spacious living room, with art nouveau furniture, stood a mechanical, indefinable something, constructed of sheet metal, Stabilbaukasten pieces, glass plates, crank arms, gearwheels and a program cylinder like the ones in a carillon; it was the size of an 8-place dining-room table. I was informed that this contraption was the first program-controlled computing machine. However, it was no longer operational. Next to it, on an old kitchen table, there was a rack about 1 meter high and 0.6 meters wide, filled with relays, rotary selectors and a horrible jumble of wire, the first program-controlled machine with a relay arithmetic unit, the Z2». (Zuse, 1993, 66).

La primera arquitectura de la computación, la denominada Z1, fue trasladada desde su primera ubicación al segundo espacio doméstico, en el número 10 Methfesselstraße. Allí se entremezclaba con el mobiliario de estilo art Nouveau. Esa cosa, objeto o pieza de mobiliario indefinida e indefinible estaba construida con placas de metal, piezas metálicas del juego de construcción infantil Stabilbaukasten, vidrio, bielas, ruedas dentadas, cilindros similares a los de un Carrión, relés electromecánicos, selectores rotatorios, un amasijo de cientos de cables y película de rollo fotográfico reutilizada como si de una tarjeta perforada de cartón se tratase. Esta primera pieza de mobiliario extraña (el Z1) ocupaba y se esparcía por todo el extenso salón, ocupando mesas y estantes, como un accesorio permanente en el apartamento (Zuse, 1993, 36-37) y tenía unas dimensiones parecidas a las de una mesa de comedor para ocho comensales. La segunda pieza de mobiliario inscrita en este espacio doméstico era de un metro de alta por sesenta centímetros de ancho (el Z2). De nuevo como en el caso de Babbage y Torres Quevedo, estas incipientes arquitecturas de la computación adoptaban un carácter a caballo entre las grandes piezas de mobiliario y objetos voluminosos que se podían rodear y tocar (que caracterizaban y transformaban los espacios arquitectónicos en los que se inscribían) y los pequeños espacios que se podían habitar y recorrer. De esta manera los cuerpos de Zuse y sus amigos y colaboradores habitaban, vivían y trabajaban en estas primeras arquitecturas de la computación, rodeándolas, tocándolas y manipulándolas y comunicándose con ellas a través de otra nueva proto interfaz: la película fotográfica reutilizada (restos de la afición de Zuse por la fotografía) empleada de manera similar a las tarjetas perforadas de Babbage o Hollerith, en este caso para escribir el *software*. Zuse afirmó que sólo fue conocedor del trabajo de Charles

·T_159·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.)

Babbage y su *arquitectura*⁹ (The Analytical Engine) a partir de 1939 cuando intentó obtener la patente de una de sus máquinas (Ceruzzi, Paul E., 1981, 243).

Las arquitecturas de la computación que ideó Zuse se construyeron a través de una amalgama de piezas discretas, brillantes, reutilizadas y recicladas de otras industrias (juguetera, audiovisual, etc...), mostrando y visibilizando todas sus partes y conexiones físicas, cual mecano. Fueron piezas estandarizadas, utilizadas con otro propósito distinto al que fueron creadas. Una especie de *sampleado* constructivo que se alimentaba del conocimiento de múltiples saberes heterogéneos. En cierto sentido, estos primeros soportes físicos de la computación empezaron a ganar volumen físicamente (a *crecer*) pero, al mismo tiempo, comenzaron a *encogerse*, a consumir menos recursos, al hacer uso y reutilizar elementos ya existentes en el mercado, podríamos decir, de proximidad.

Cuando la empresa de Zuse creció un par de años más tarde, ocuparon para proyectar y construir estas primeras arquitecturas de la computación una edificación al otro lado de la misma calle, en el número 7 de la calle Methfesselstraße¹⁰ (donde se presentó a un grupo de expertos el Z3 o Zuse III) y su trasera, en el número 29 de Belle-Alliance-Strasse (ahora es ahora Mehringdamm 84). Estas dos últimas direcciones pertenecían al mismo edificio que conectaba estas dos calles vecinas y paralelas [Fig.G_3.1.b_14]. Podemos afirmar entonces que estos dispositivos computacionales se inscribían en edificaciones ya existentes cuyo programa y uso principal era el de vivienda. Estas arquitecturas fueron las carcasas exteriores de los soportes físicos de los primeros dispositivos computadores digitales (los Z1, Z2, Z3 y Z4) hasta que fueron destruidas en un bombardeo aliado en 1943 y 1944 (Rojas, 2015) junto con todos los elementos que las componían y toda la documentación y dibujos que albergaban [Fig.G_3.1.b_15].

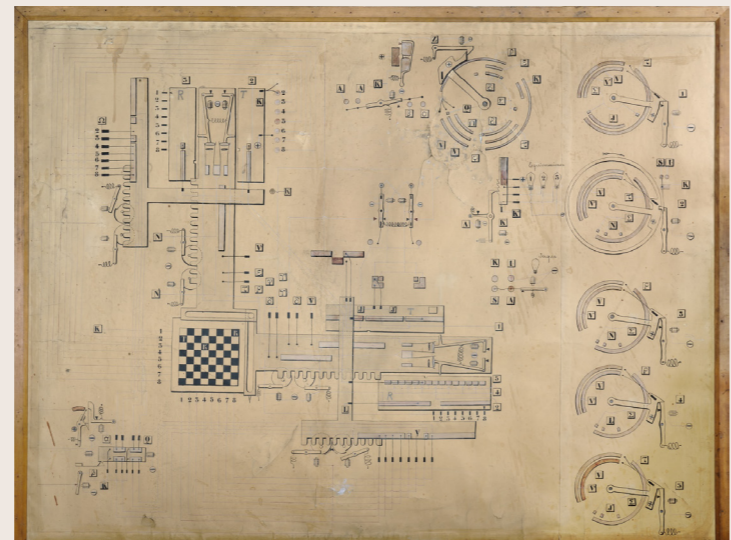
Como Babbage, Zuse fue un *proyectista* muy prolífico. Sus arquitecturas fueron pensadas y desarrolladas a través de múltiples dibujos: plantas, alzados, axonometrías, cónicas y croquis a mano alzada servían para describir y también fabricar muchas de las piezas y placas metálicas que las componían. Toda esta documentación compleja y muy numerosa se perdió durante varios bombardeos en la Segunda Guerra Mundial. Durante la reconstrucción del Z1 en 1980 (prototipo en el que se basó el Z3) y la escritura de sus memorias (1993), Konrad Zuse redibujó muchos documentos de estas primeras arquitecturas¹¹ [Fig.G_3.1.a_16].

Estas plantas y alzados reelaborados por Zuse cincuenta años después del diseño y construcción de estos dispositivos tecnológicos computadores iniciales nunca incluyeron la arquitectura de los espacios, en este caso domésticos, de las ubicaciones originales, que cualificaron y caracterizaron estas primeras arquitecturas de la computación. Esa documentación original se perdió y nunca sabremos si incluyó o no el resto de espacios y estancias arquitectónicas que componían dichas arquitecturas (salón, dormitorios, piezas de mobiliario tradicionales, mesas, estanterías, etc.). Los dibujos que Zuse rehízo sólo se centraron en los objetos aislados, desvinculados de los entornos preexistentes que colonizaron, ya que fueron destinados a la reconstrucción del Z1, sin una ubicación concreta y determinada en el momento de su elaboración. Solamente cuando Zuse dibujó de memoria un croquis sobre el aspecto original del Z3 en Methfesselstraße, 7 hizo alusión al espacio arquitectónico que cualificaba: apenas unas líneas que definieron el plano del techo de la estancia que lo ensambló. El Z3 estaba compuesto por una colección de muebles de madera, armarios, mesas, molduras y

⁹ Ténganse en cuenta los dos significados del término: la *arquitectura* de cuatro elementos que define el esquema de los computadores actuales (unidad de control, unidad aritmética, unidad de memoria, y dispositivo de inputs y outputs) y la arquitectura (objeto y espacio) del soporte físico del dispositivo tecnológico computador.

¹⁰ Una placa conmemorativa del ayuntamiento de Berlín está situada en la actualidad en la fachada de lo que queda del inmueble destruido en la Segunda Guerra Mundial.

¹¹ Toda la documentación que se encontraba en casa de Zuse tras su muerte, cartas, dibujos, fotografías y prototipos, entre todos sumaban más de 10.000 ítems, han sido escaneados, fotografiados y digitalizados y se encuentran a disposición de investigadores en el Konrad Zuse Internet Archive que puede consultarse en este enlace: <http://zuse.zib.de/>.



IZQUIERDA: VISTA EN ALZADO DEL ARITMÓMETRO ELECTROMECAÁNICO, CREADO EN 1920, CON LOS ELEMENTOS PROPIOS DE UN COMPUTADOR COMO SON LA UNIDAD ARITMÉTICA, LA UNIDAD DE CONTROL, UNA PEQUEÑA MEMORIA Y UN DISPOSITIVO DE ENTRADA Y SALIDA QUE EN ESTE CASO SE CONFIGURABA CON UNA MÁQUINA DE ESCRIBIR UNDERWOOD. LEONARDO TORRES QUEVEDO. FUENTE: CORTESÍA DEL MUSEO TORRES QUEVEDO, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, MADRID. DERECHA: DIAGRAMA EN PLANTA DEL PRIMER Y SEGUNDO AJEDRECISTA. LABORATORIO DE AUTOMÁTICA. 1912 (PRIMER AJEDRECISTA, LEONARDO TORRES QUEVEDO). 1920 (SEGUNDO AJEDRECISTA, GONZALO TORRES QUEVEDO). FUENTE: CORTESÍA DEL MUSEO TORRES QUEVEDO, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, MADRID. EXPOSICIÓN MÁS ALLÁ DE 2001. ODISEAS DE LA INTELIGENCIA. ESPACIO FUNDACIÓN TELEFÓNICA MADRID, MADRID (31 OCTUBRE 2018 - 17 FEBRERO 2019)

·G_3.1.a_12·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.)

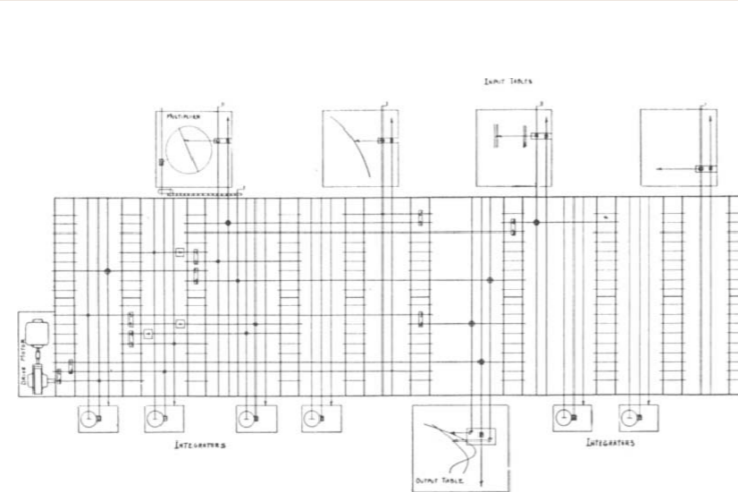
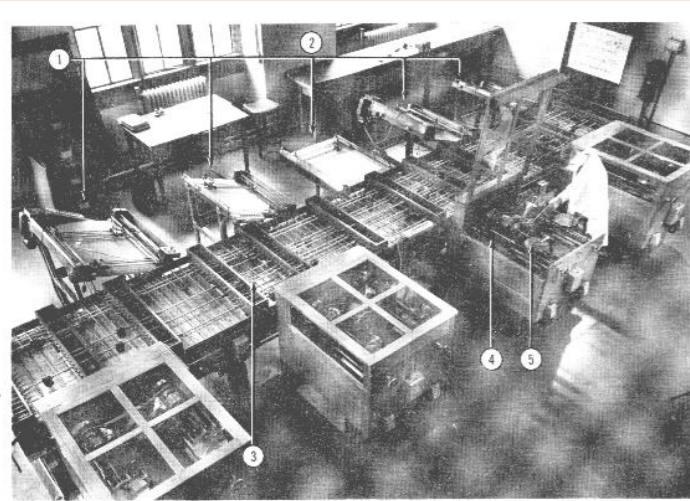


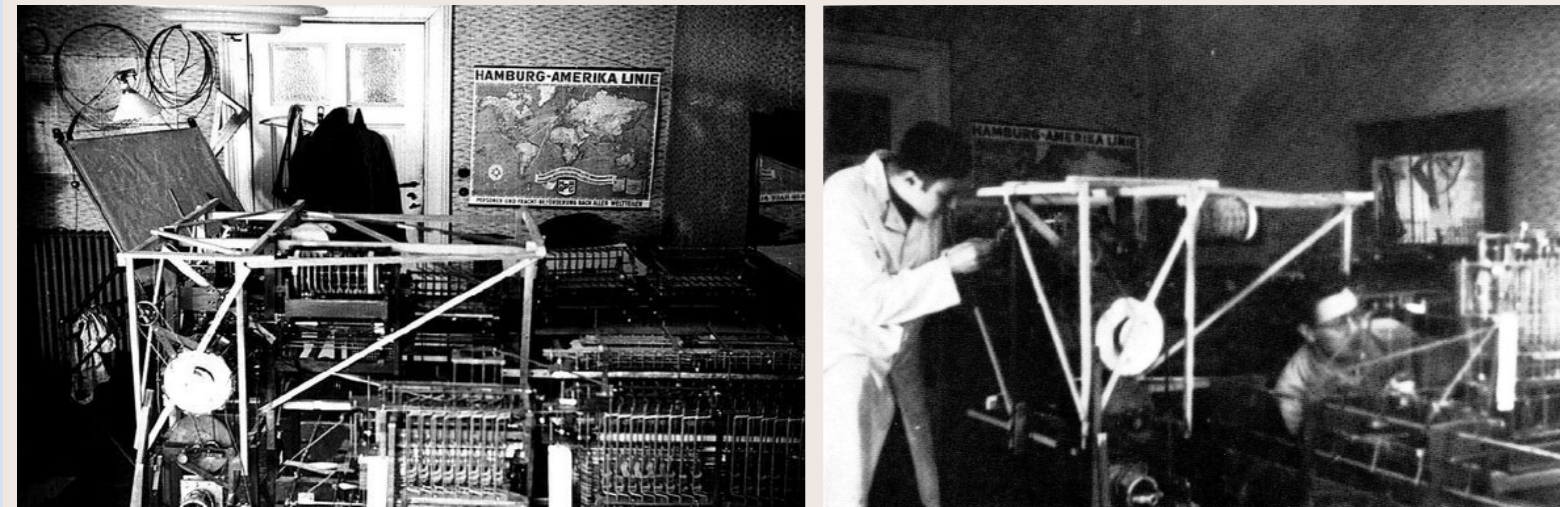
FIG. 4. The differential analyzer system, showing integrators, torque amplifiers, and shafting.

IZQUIERDA: IMAGEN AÉREA DEL DIFFERENTIAL ANALYZER O ANALIZADOR DIFERENCIAL EN EL LABORATORIO DEL MIT DE VANNEVAR BUSH. C. 1930. FUENTE: DIFFERENTIAL ANALYZER. ACCESO EL 23 DE AGOSTO DE 2020 DESDE: <https://web.archive.org/web/20061210121947/http://scoter2.union.edu/~hemmend/encyc/articles/difanal/difanal.html>. DERECHA: DIAGRAMA ESQUEMÁTICO EN PLANTA DEL ANALIZADOR. VANNEVAR BUSH Y HAROLD LOCKE HAZEN. 1931. FUENTE: BUSH, V., & HAZEN, H. L. (1931). THE DIFFERENTIAL ANALYZER: A NEW MACHINE FOR SOLVING DIFFERENTIAL EQUATIONS. JOURNAL OF THE FRANKLIN INSTITUTE, 212(4), P. 452.

·G_3.1.b_12·

·T_160·

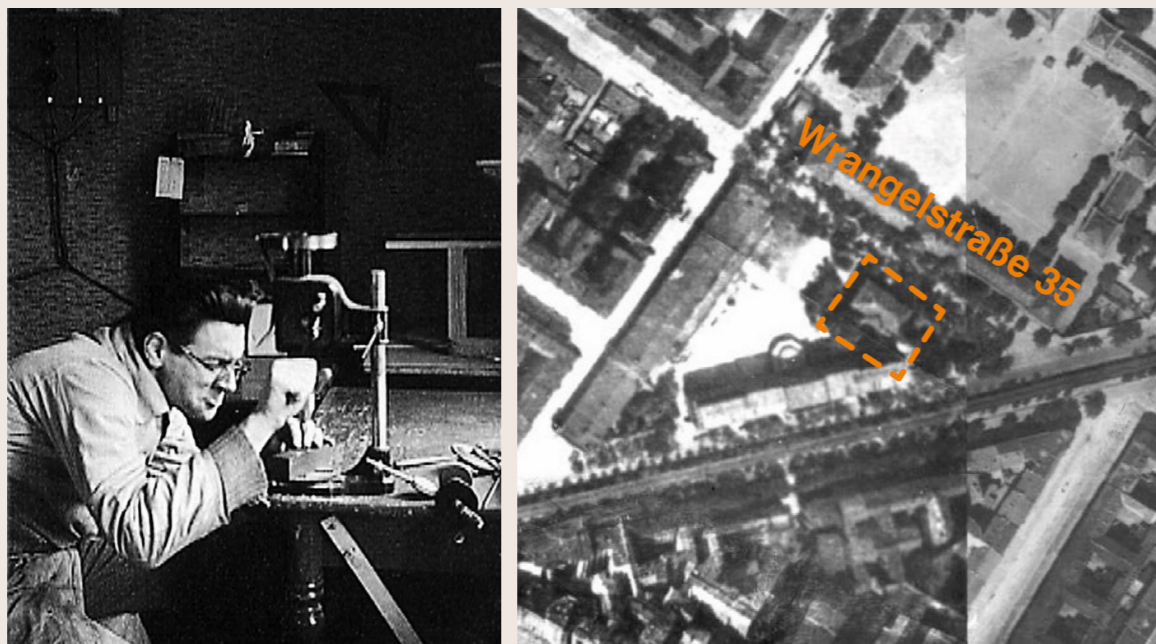
#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: FOTOGRAFÍA DEL ZUSE Z1 EN EL AMPLIO SALÓN DE ESTAR DE LA CASA DE LOS PADRES DE KONRAD ZUSE SITUADA EN WRANGELSTRABE 35, EN EL BARRIO DE KREUZBERG, BERLÍN. 1938. FOTO CORTESÍA DE HORST ZUSE Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 500003062) DERECHA: FOTOGRAFÍA DEL Z1 EN EL AMPLIO SALÓN DE ESTAR DE LA CASA DE LOS PADRES DE KONRAD ZUSE SITUADA EN WRANGELSTRABE 35, EN EL BARRIO DE KREUZBERG, BERLÍN QUE LES SIRVIÓ DE TALLER. ZUSE (A LA DERECHA) CON HELMUT SCHREYER (A LA IZQUIERDA). C. 1935. FOTO CORTESÍA GMD, BONN. FUENTE: CERUZZI, P. E. (1981). THE EARLY COMPUTERS OF KONRAD ZUSE, 1935 TO 1945. ANNALS OF THE HISTORY OF COMPUTING, 3(3), P. 244.

·G_3.1.a_13·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: Z1, Z2, Z3 (1934-1941). KONRAD ZUSE. BERLÍN, WRANGELSTRABE 35, EN UN EDIFICIO DE PRINCIPIOS DE SIGLO, EN EL SALÓN Y DOS HABITACIONES DE LA CASA DE SUS PADRES, SE CONFIGURA EL DISPOSITIVO TECNOLÓGICO EDIFICIO / COMPUTADOR PRECURSOR DE LA COMPUTACIÓN CONTEMPORÁNEA. TECHNISCHE HOCHSCHULE ZÜRICH, ETH ZÜRICH. DERECHA: ORTOFOTO DE LA PRIMERA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN DIGITAL DONDE KONRAD ZUSE DISEÑÓ, DESARROLLÓ Y CONSTRUYÓ CON VARIOS AMIGOS EL Z1 O ZUSE I COLONIZANDO EL SALÓN DE CASA DE SUS PADRES Y DOS HABITACIONES MÁS, GRACIAS AL MECENAZGO DE SUS PADRES, SU HERMANA MAYOR, LO QUE GANABA TRABAJANDO Y UNA PEQUEÑA EMPRESA LOCAL. ERA UNA EDIFICACIÓN ORDINARIA, AISLADA, DE UNA PLANTA CON CUBIERTAS A CUATRO AGUAS. WRANGELSTRABE, 35, KREUZBERG, BERLÍN, 1928. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON LA BASE DE TAGESSPIEGEL. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://1928.TAGESSPIEGEL.DE/](https://1928.tagesspiegel.de/)

·G_3.1.b_13·

cableado, similares a los de estilo art Nouveau, que configuraban ese espacio [Fig.G_3.1.b_16]. De nuevo, podemos comprobar que estas primeras arquitecturas de la computación estaban a caballo entre un carácter mobiliario y un carácter espacial.

Este completo y complejo registro a través de los documentos clásicos de la disciplina arquitectónica es uno de los rasgos que confirman que estos dispositivos tecnológicos computadores podrían considerarse proto espacios arquitectónicos que instauraban un nuevo programa habitado y que deberían incluirse en las historias de la arquitectura para comprender los entornos en los que vivimos hoy en día.

Entre 1936 y 1944 Zuse y sus amigos diseñaron, dibujaron, desarrollaron y construyeron estos dispositivos en un espacio cuyo programa original era el de vivienda. Colonizaron y cualificaron una arquitectura doméstica hasta convertirla, reprogramarla y rehabilitarla en una de las primeras arquitecturas de la computación: un dispositivo tecnológico computador/edificio que se habitaba y se recorría, como Zuse explicaba con detalle en su autobiografía (Zuse, 1993).

Otros ejemplos de dispositivos tecnológicos computadores electromecánicos de esta época son el Bell Labs Model I Relay Calculator, Mark I Relay Calculator, Complex Number Calculator o The Complex Computer (1937-1940) y posteriores modelos, de George R. Stibitz¹² (Randell, 1982b, 546) y Samuel Williams, que fue el primero que se pudo operar remotamente desde el Dartmouth College en septiembre de 1940 [Fig.G_3.1.a_17], o el Harvard Mark I, MK I, también llamado IBM Automatic Sequence Controlled Calculator o IBM ASCC (1937-1939-1944-1945), diseñado por Howard H. Aiken¹³ [Fig.G_3.1.b_17]. Ambos podrían haber sido perfectamente elegidos como casos de estudio para ilustrar esta investigación.

La última era descrita por Bell en su genealogía de la computación, previa al nacimiento de la era digital, fue la **era electrónica** [Fig.G_3.1.a_18], que abarcó desde 1930 hasta 1945, con la publicación del informe para la construcción del Electronic Discrete Variable Automatic Computer o EDVAC de John Von Neumann, John Presper Eckert y John William Mauchly (1945-1946-1951).

Como puede observarse, la acumulación y la convergencia de innovaciones tecnológicas y conceptuales propició el acortamiento de la duración de cada era: la primera abarcó varios siglos, pero esta última apenas comprendió quince años.

Hasta este momento, las máquinas electromecánicas utilizaban la electricidad para llevar señales e información de una parte del dispositivo a otra (mediante cables y relés electromecánicos), como hacía el telégrafo (que realizaba comunicaciones a gran velocidad) pero los cálculos se realizaban a velocidades *mecánicas* muy limitadas. Estas velocidades estaban regidas por las leyes de la física de Newton (mecánicas), que se aplicaban a las diferentes piezas metálicas que componían estos artefactos y la energía necesaria para moverlas. Pero en la nueva era electrónica, las velocidades de cálculo y computación requeridas debían estar más cerca de la de la luz y las leyes de la electrónica (Ceruzzi, Paul E., 2012, 20). Sólo se pudieron alcanzar estas altas velocidades modificando otra invención de principios del siglo XX, los tubos o válvulas de vacío, que fueron desarrollados para incorporarlos a la radio y el teléfono.

¹² La Bell Laboratories Model V (1946), diseñada por George R. Stibitz y Samuel Williams está considerada como la primera materialización de la Máquina Analítica de Charles Babbage, ya que fue concebida y construida de forma similar al concepto completo de la de Babbage. Aunque Stibitz desconocía el trabajo de éste, proyectó finalmente un dispositivo muy similar (Eames, C., Eames, R., 1973, 140) con 450 relés. El sumador (binary adder), una de sus grandes aportaciones al desarrollo de la computación, implementado en las Bell Laboratories Model I y sucesivas, fue diseñado y construido en la mesa de su cocina.

¹³ Hasta la incorporación a las historias de la computación de los dispositivos de Konrad Zuse, el Harvard Mark I, desarrollado en los IBM Development Laboratories de Endicott, en Nueva York, fue considerado el primer computador de programa almacenado del mundo. Se basó en las ideas de Charles Babbage y su Máquina Analítica y copió conceptos de un dispositivo que el hijo de éste donó a la Universidad de Harvard setenta años antes. Medía casi 16 metros de largo, 2,40 metros de alto, y 0,60 metros de ancho y pesaba casi 4.300 kilos. Puede leerse más sobre este dispositivo electromecánico en el capítulo 5 del libro de Brian Randell, *The Origins of Digital Computers, Selected Papers* (Randell, 1982b, 191) o en el archivo digital de IBM, el IBM's ASCC: https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/mark/mark1_intro.html.

·T_161·

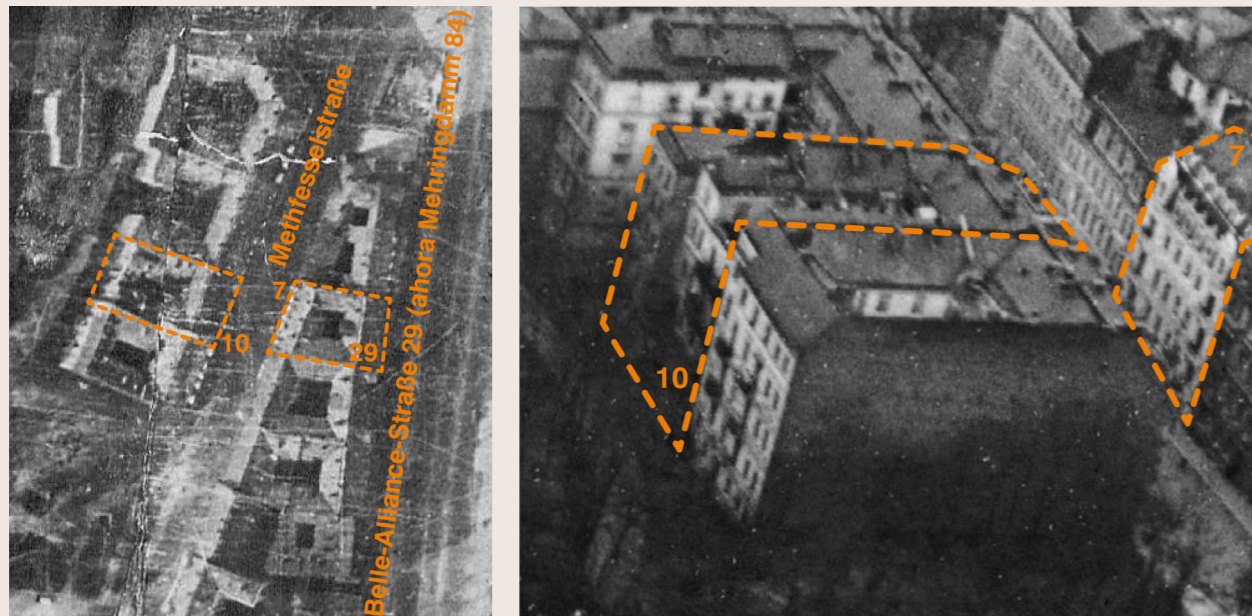
#ZUSE Z1 (1934-1936-1938-1939)

«I BELIEVE THAT IT IS PRECISELY THIS WELL-ROUNDED NESS THAT IS THE PREREQUISITE FOR IDEAS OUTSIDE THE NORM. IN THE FINAL ANALYSIS, THE COMPUTER WAS SUCH AN IDEA – IF YOU WILL, A SIDE-STEP OF TECHNOLOGY».

[ZUSE, 1993, 22].

·G_3.1.a_14·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: ORTOFOTO DE LAS PRIMERAS ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN DIGITAL DONDE KONRAD ZUSE DISEÑÓ, DESARROLLÓ Y CONSTRUYÓ CON VARIOS AMIGOS EL Z2, EL Z3 Y EL Z4. DE NUEVO, COLONIZARON EL SALÓN DE CASA DE SUS PADRES Y VARIAS HABITACIONES MÁS DE LA VIVIENDA EN METHFESSELSTRABE, 10 (ANTES LLAMADA LICHTERFELDER STRABE) Y OTRAS DOS VIVIENDAS MÁS QUE TRANSFORMARON EN METHFESSELSTRABE, 7 Y BELLE-ALLIANCE-STRASSE, 29 (AHORA ES MEHRINGDAMM, 84), KREUZBERG, BERLÍN, 1928. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON LA BASE DE TAGESSPIEGEL. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://1928.TAGESSPIEGEL.DE/](https://1928.TAGESSPIEGEL.DE/). DERECHA: FOTOGRAFÍA DE LA CARCASA DE LAS PRIMERAS ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN EN METHFESSELSTRABE, 10 Y METHFESSELSTRABE, 7. 1920. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON LA BASE DE LA AGENCIA DE FOTOGRAFÍA BPK. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://BLOG.HNF.DE/HIER-LIEF-EINST-DIE-Z3/](https://BLOG.HNF.DE/HIER-LIEF-EINST-DIE-Z3/)

·G_3.1.b_14·

Además de este cambio sustancial en los soportes físicos de la computación (pasando de piezas mecánicas a piezas electrónicas), los avances y conceptos en ciencia que revolucionaron y precipitaron el inicio de esta era fueron, entre otros: la teoría de la computabilidad o la tesis de Church-Turing, de Alan C. Turing en 1936 (Turing, 1936); el álgebra booleana, la aritmética binaria, el diseño avanzado de relés y la teoría de la información o la teoría matemática de la comunicación, de Claude Elwood Shannon (1938-1948); y la utilización de los números binarios, que fueron incorporados a la computación con un fin lúdico y de entretenimiento, casi sin saberlo, dentro de la patente de la computadora Nimatron (1940), creada por el físico estadounidense Edward U. Condon (que podría considerarse la primera consola o primera computadora destinada exclusivamente a jugar a videojuegos).

El primer intento de construir un computador electrónico digital y que inauguró esta era fue el Atanasoff-Berry Computer o ABC (1935-1938-1940-1942) pensado, diseñado y construido en el sótano de la Iowa State Collage, en Ames, por John Vincent Atanasoff con la ayuda del ingeniero Clifford Berry [Fig.G_3.1.b_18]. Fue el primer soporte físico en utilizar válvulas o tubos de vacío (280 unidades) y de vislumbrar las ventajas del uso del sistema binario aritmético (como Konrad Zuse) (Ceruzzi, Paul E., 2012, 34). Lamentablemente debido a la Segunda Guerra Mundial muchas de las personas que trabajaban en el ámbito de la computación fueron llamados a filas y tuvieron que abandonar sus proyectos, entre ellos, Howard H. Aiken (ASCC), Konrad Zuse (Z1, Z2, Z3 y Z4) y el propio Atanasoff, dejando incompleta su investigación. Por este motivo, este dispositivo nunca pudo terminarse ni llegó a estar en funcionamiento (Burks & Burks, 1989), salvo la réplica (construida en 1997) que está expuesta en la universidad del estado de Iowa. De haberse terminado, la era de la computación digital posiblemente hubiera empezado 10 años antes.

Los soportes físicos electrónicos (o proto digitales) que sí se llegaron a construir en esta era fueron dos: uno en Gran Bretaña (Colossus, 1943) y otro en Estados Unidos (ENIAC, 1943), dos de las principales localizaciones donde se estaba desarrollando la industria informática de la época. Ambos soportes físicos o hardware surgieron con el telón de la guerra de fondo y las urgencias tecnológicas que ésta demandaba. En esta época, la informática, como muchos otros campos, era inseparable de la guerra. Casi todos los avances tecnológicos en computación fueron desarrollados para el ejército, contando con sus fondos, su financiación y su capital humano.

Las diez unidades del primer dispositivo electrónico, el Colossus¹⁴ (1943-1944), que se construyeron en Bletchley Park, al noroeste de Londres, a lo largo de la Segunda Guerra Mundial eran dispositivos que procesaban texto (pero tenían muy poca capacidad de cálculo)¹⁵, operaban a velocidades electrónicas, sus circuitos eran binarios, utilizaban tarjetas perforadas para introducir los datos (*inputs*) y fueron de los primeros en estar contruidos con válvulas de vacío (entre 1.600 y 2.500) (Wurster, 2002, 29) y relés para almacenar y procesar éstos [Fig.G_3.1.a_19]. Podían considerarse proto-computadores ya que fueron programados para un propósito específico: para decodificar el tráfico de teletipos alemanes, junto con otros dispositivos como The Bombe, y poder así descifrar Enigma, el código de encriptación utilizado por los nazis en todas sus comunicaciones durante la Segunda Guerra Mundial (Ceruzzi, Paul E., 2012, 37). Por tanto, no se les puede considerar computadores de propósito general ya que no realizaban operaciones aritméticas convencionales que sí efectuaba el ENIAC, como veremos más adelante, pero sí llevaban a cabo operaciones de lógica a gran velocidad, como describe Ceruzzi en algunos de sus escritos (Ceruzzi, Paul E., 2008, 110). En su diseño y construcción estuvieron implicados, entre otros, el ingeniero Tommy Flowers y el propio Alan M. Turing, antes mencionado, aunque este último no participó intensamente en su desarrollo (Augarten, 1984,

¹⁴ Su existencia fue desconocida para la sociedad en general hasta los años setenta del siglo XX cuando Brian Randell investigó sobre ellos.

¹⁵ Aunque el cálculo numérico viene implícito en la definición del vocablo *computador* (Ceruzzi, Paul E., 2012, 36).

·T_162·

#ZUSE Z1 (1934-1936-1938-1939)

«IN A SPACIOUS LIVING ROOM, WITH ART NOUVEAU FURNITURE, STOOD A MECHANICAL, INDEFINABLE SOMETHING, CONSTRUCTED OF SHEET METAL, STABILBAUKASTEN PIECES, GLASS PLATES, CRANK ARMS, GEARWHEELS AND A PROGRAM CYLINDER LIKE THE ONES IN A CARILLON; IT WAS THE SIZE OF AN 8-PLACE DINING-ROOM TABLE. I WAS INFORMED THAT THIS CONTRAPTION WAS THE FIRST PROGRAM-CONTROLLED COMPUTING MACHINE. HOWEVER, IT WAS NO LONGER OPERATIONAL. NEXT TO IT, ON AN OLD KITCHEN TABLE, THERE WAS A RACK ABOUT 1 METER HIGH AND 0.6 METERS WIDE, FILLED WITH RELAYS, ROTARY SELECTORS AND A HORRIBLE JUMBLE OF WIRE, THE FIRST PROGRAM-CONTROLLED MACHINE WITH A RELAY ARITHMETIC UNIT, THE Z2». (ZUSE, 1993, 66).

·G_3.1.a_15·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941

146). Los Colossus¹⁶ fueron soportes físicos que ocupaban una habitación entera cada uno. Se desplegaban en planta en forma de «L» (Augarten, 1984, 146), conformando un espacio habitable entre sus dos brazos para que los cuerpos de los/las operadores/as y programadoras pudieran trabajar, manipular y operar en ellos (Marsh, 2019). Cada unidad tenía unas dimensiones físicas de tres metros de largo, por 1,20 de ancho y unos 2,25 metros de alto, ocupando una superficie de unos 4 metros cuadrados, un área similar a la de un aseo o baño de la época. Estos soportes físicos ya cualificaban un espacio arquitectónico a su alrededor, dando sentido a un suelo y configurando unos cerramientos laterales a modo de paredes, como se puede observar en las fotografías de la época [Fig.G_3.1.a_19].

Tras la guerra los diez dispositivos fueron destruidos y este hecho obstaculizó la transferencia de todo ese conocimiento tecnológico a la industria informática, incipiente en aquellos momentos en Gran Bretaña, y a la sociedad civil en general.

El que sí pudo alimentar el desarrollo de las empresas de computación con más éxito fue el segundo dispositivo electrónico desarrollado al otro lado del charco, el Electronic Numerical Integrator and Computer o ENIAC (1943-1946-1948), que se desarrolló en Estados Unidos, en la Universidad de Pennsylvania, en Filadelfia, dentro de la Moore School of Electrical Engineering [Fig.G_3.1.b_19]. Fue proyectado por John William Mauchly y John Presper Eckert para elaborar tablas de balística del ejército (Ceruzzi, Paul E., 2008, 116) y así mejorar la puntería de los cañones antiaéreos de tierra y los cañones de los portaaviones durante la Segunda Guerra Mundial. Para cuando, en diciembre de 1943, comenzó la construcción del ENIAC, los británicos ya tenían un Colossus operativo y en funcionamiento, de los diez dispositivos electrónicos que se llegaron a construir (Ceruzzi, Paul E., 2003, 10).

Como Colossus, ENIAC fue un dispositivo tecnológico computador electrónico (o proto digital) que operaba a una velocidad electrónica¹⁷, necesaria para estos fines, y fue de los primeros también en construirse con válvulas de vacío, en concreto 17.468 unidades, para almacenar y procesar/calcular datos, aunque no operaba en sistema binario sino decimal. También se construyó con diodos de cristal, relés electromecánicos y resistencias. El ejército invirtió en torno a medio millón de dólares de la época en su construcción, en un proyecto (un prototipo) que no se sabía si iba a funcionar (Ceruzzi, Paul E., 2012, 46). Durante muchos años, las historias de la computación han considerado al ENIAC como el primer computador digital de la historia (así se registró la patente en 1947), pero tras un litigio largo, los tribunales le dieron el crédito al ABC de Atanasoff y Berry¹⁸, e incluso hoy en día se le atribuye ese mérito al Z1 de Konrad Zuse (1934-1938). El ENIAC era dos mil veces más rápido que el Harvard Mark I o el IBM ASCC (1937-1939-1944-1945), de Howard H. Aiken. Su diseño y su *arquitectura* se basó en el Differential Analyzer o Analizador Diferencial de Vannevar Bush (1930) y en el ABC (Atanasoff-Berry Computer) de John Vincent Atanasoff y Clifford Berry.

El soporte físico del ENIAC tenía unas dimensiones inmensas: se desplegaba en un espacio de 10 metros por 17 metros en el edificio de la Moore School. Este DC/DA se pensó, proyectó y dibujó con una planta en forma de U o de herradura, que ocupaba una superficie de 170 m² (mayor que el área de una vivienda de la época), construida mediante cuarenta componentes cuyas dimensiones eran: 0,6 metros de ancho por 0,7 metros de profundidad y una altura de

¹⁶ Se puede leer más sobre sus características y su historia en el capítulo IV: The British Scene del libro de Raúl Rojas y Ulf Hashagen *The First Computers. History and Architectures* (Rojas & Hashagen, 2000, 349).

¹⁷ De hecho, se presentó como un dispositivo capaz de calcular la trayectoria de un proyectil lanzado desde un cañón antes de que el proyectil realizara el recorrido (Ceruzzi, Paul E., 2012, 46) (Ceruzzi, 2008, 110).

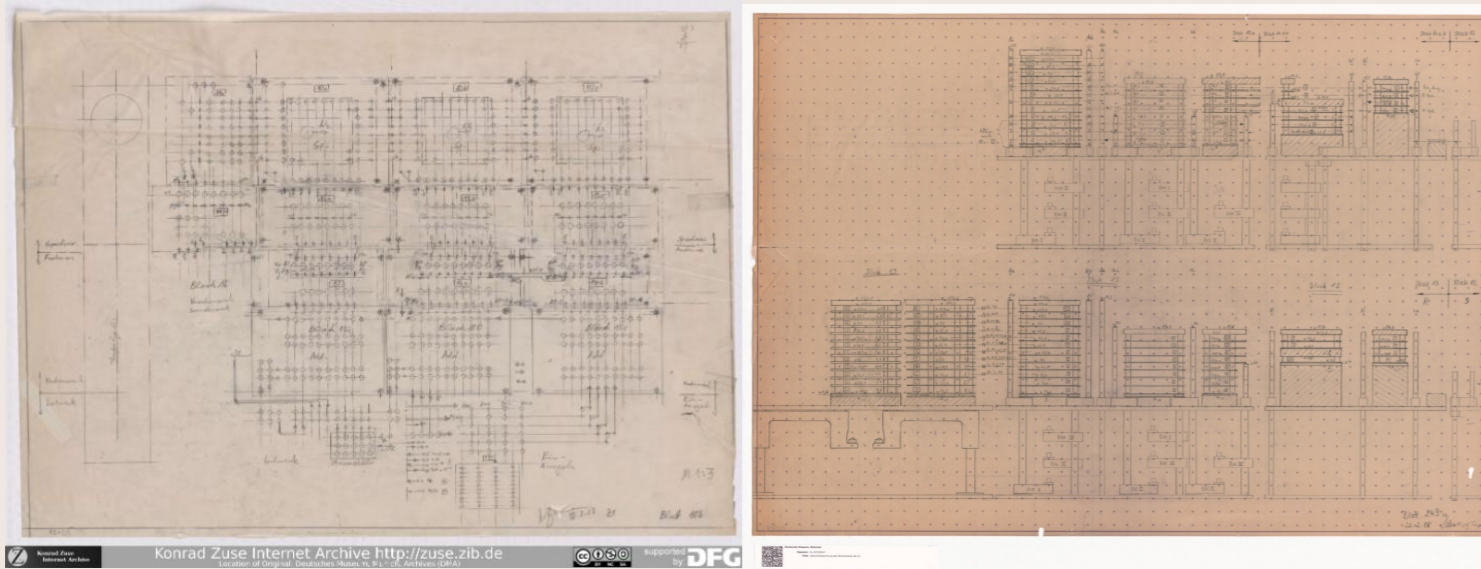
¹⁸ Varios dispositivos compitieron por el título del primer computador del mundo, entre ellos el alemán Zuse 1, el británico Colossus y el estadounidense Harvard Mark I. En 1973 el tribunal federal de EE.UU invalidó la patente del ENIAC y declaró al Atanasoff-Berry Computer o ABC, de John Vincent Atanasoff y Clifford Berry como el primer computador electrónico digital del mundo (Cuneo, 2011, 145; Swedin & Ferro, 2007, xvii, 30). El hecho de que John W. Mauchly visitara durante varios días a J. V. Atanasoff en Iowa durante junio de 1941 fue determinante para que los tribunales sentenciaran el ENIAC fuera una derivación del ABC (Ceruzzi, Paul E., 2012, 47).

IZQUIERDA: ACCESO PRINCIPAL A UNA DE LAS PRIMERAS ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN, EL Z3, UBICADA EN METHFESSELSTRABE, 7, KREUBERG, BERLÍN. DERECHA: ESTADO ACTUAL DE LA CARCASA DE Z3 Y Z4, EN METHFESSELSTRABE, 7 Y LA TRASERA DE BELLE-ALLIANCE-STRASSE, 29. FUENTE: HNF. (2016, 12 MAYO). HIER LIEF EINST DIE 23. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://BLOG.HNF.DE/HIER-LIEF-EINST-DIE-Z3/](https://blog.hnf.de/hier-lief-einst-die-z3/). DERECHA: ESTADO ACTUAL DE LA CARCASA DE Z3 Y Z4, EN METHFESSELSTRABE, 7 Y LA TRASERA DE BELLE-ALLIANCE-STRASSE, 29. FUENTE: HNF. (2016, 12 MAYO). HIER LIEF EINST DIE 23. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://BLOG.HNF.DE/HIER-LIEF-EINST-DIE-Z3/](https://blog.hnf.de/hier-lief-einst-die-z3/)

·G_3.1.b_15·

·T_163·

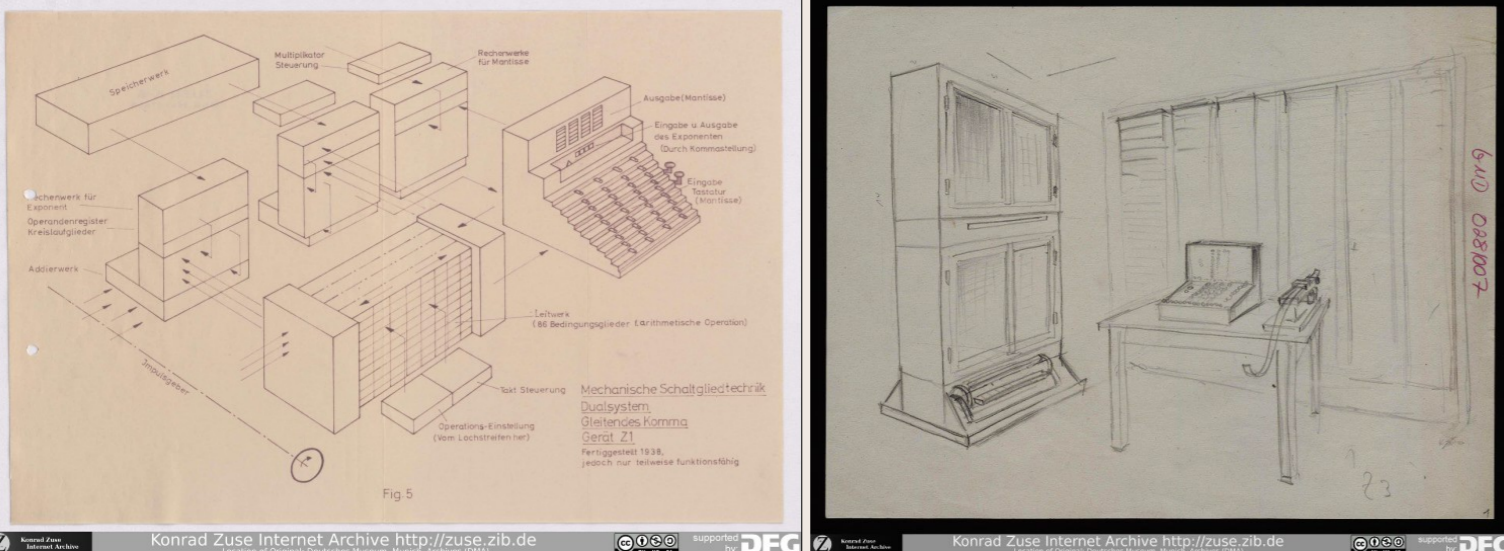
#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: PLANTA GENERAL DEL Z1 O ZUSE I. REDIBUJADO EN 1987. KONRAD ZUSE. DIMENSIONES: 85,0X62,0 CM. FUENTE: CORTESÍA DE LOS ARCHIVOS DEUTSCHES MUSEUM, MÚNICH (DMA) (00128). ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTP://ZUSE.ZIB.DE/COLLECTION/ASEFH0EB5XJJVE2C/ITEM/T86T9JTHXCEAGWH](http://zuse.zib.de/collection/ASEFH0EB5XJJVE2C/ITEM/T86T9JTHXCEAGWH). DERECHA: ALZADO DE UNO DE LOS PLANOS DEL Z1 DEL ARCHIVO Z1. KONRAD ZUSE. FUENTE: ROJAS, R. (2015,). RECONSTRUCCIÓN DE LA COMPUTADORA Z1. ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://DCIS.INF.FU-BERLIN.DE/ROJAS/RECONSTRUCTION-OF-THE-Z1-COMPUTER/](https://dcis.inf.fu-berlin.de/rojas/reconstruction-of-the-z1-computer/)

·G_3.1.a_16·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: AXONOMETRÍA REPRESENTANDO LA LÍNEA ZUSE Z1. 1952. KONRAD ZUSE. DIMENSIONES: 39,9X26,4 CM. FUENTE: CORTESÍA DE LOS ARCHIVOS DEUTSCHES MUSEUM, MÚNICH (DMA) (01611). ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTP://ZUSE.ZIB.DE/COLLECTION/ASEFH0EB5XJJVE2C/ITEM/T86T9JTHXCEAGWH](http://zuse.zib.de/collection/ASEFH0EB5XJJVE2C/ITEM/T86T9JTHXCEAGWH). DERECHA: CÓNICA DEL ASPECTO DEL Z3. KONRAD ZUSE.

·G_3.1.b_16·

2,7 metros, muy similares a los armarios que podríamos encontrar en un espacio doméstico [Fig.G_3.1.a_20].

El ENIAC era un espacio arquitectónico en toda regla. Así lo demuestra la patente presentada en 1947 como el primer computador digital del mundo que incluía, como uno de los principales documentos gráficos de la misma, la planta del dispositivo [Fig.G_3.1.a_20].

Pesaba 27.000 kilos y consumía una gran cantidad de energía eléctrica, unos 174 kW, para su funcionamiento, al utilizar la electrónica no sólo para llevar y trasladar las señales sino para almacenar y calcular los datos, como lo explica el Museo Informática de Valencia (Osset Vicente, 2021) y para su refrigeración. Debido al calor que desprendían las casi 18.000 válvulas de vacío al funcionar, fue una de las primeras arquitecturas de la computación que necesitó una climatización especial (un potente aire acondicionado), como veremos más adelante con otros soportes físicos. Esta arquitectura implementaba un tipo de instalación nueva que involucraba al diseño del aire que envolvía y que se sumaba a las capas clásicas de la disciplina, como podían ser el cableado o las conexiones eléctricas y electrónicas. Esta nueva instalación, la de climatización, no estaba destinada a proporcionar confort higrotérmico a los seres vivientes que habitaban estos espacios sino para garantizar el funcionamiento, la estabilidad y fiabilidad del dispositivo y los componentes físicos que configuraban ese soporte físico. Esta instalación iba totalmente destinada al confort del dispositivo tecnológico computador / espacio y no a los usuarios que lo habitaban. El fin último de esta arquitectura era la arquitectura en sí misma y los elementos que la componían, no los sujetos que la moraban.

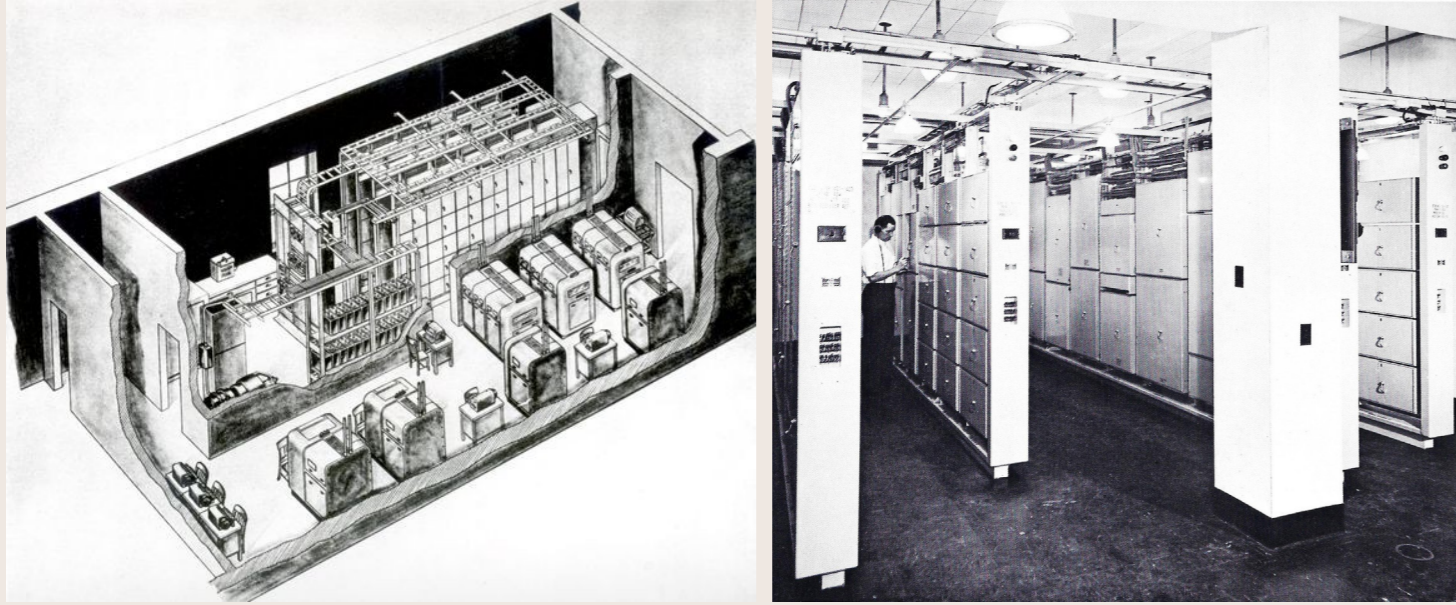
El ENIAC fue uno de los primeros computadores de propósito general, siendo para muchos el momento que marcó el inicio de una nueva era de la computación, la **era digital**. Constituyó el eje de la revolución informática (Stern, 1981) y, según muchos historiadores, inauguró lo que conocemos más generalmente como la *era informática* o *era de la informática* (Ceruzzi, Paul E., 2008, 110-111), cuando fue presentado en sociedad en febrero de 1946 por el ejército de los Estados Unidos en Filadelfia.

Es un dispositivo importante en muchas historias de la computación por varias razones. La primera es que fue uno de los primeros soportes físicos diseñado como un computador de propósito general que concibió el principio de programa almacenado, que ha sido un concepto crucial en el diseño de todos los computadores desde entonces (Ceruzzi, Paul E., 2012, 49) y que se mantiene hasta la actualidad, como veremos más adelante. Esto significa que podía ser *programado* para resolver diferentes problemas, aunque esta programación era muy difícil y tediosa. Reprogramarlo significaba reubicar y enchufar todos los cables y conectores visibles que lo componían y era una operación de *configuración* que podía llevar días, aunque la respuesta al cálculo o problema a averiguar sólo tardase unos minutos o segundos en resolverse por el dispositivo (Ceruzzi, Paul E., 2003, 20). De nuevo, la velocidad electrónica se veía comprometida por las capacidades limitadas de otra parte importante integrante de este dispositivo computador: las *programadoras* o *computadoras*, los seres vivientes que habitaban y trabajaban en estas arquitecturas de la computación. Como explican muchos historiadores, antes de la electrónica, la velocidad de cualquier tipo de maquinaria, no sólo la computacional, guardaba relación con la de los seres humanos (Ceruzzi, Paul E., 2008, 116). Es en este punto donde reside la verdadera naturaleza *revolucionaria* de la era digital, en el cual se desliga por primera vez en la tecnología la velocidad electrónica de la velocidad humana. Y este hecho se dio inicialmente con los computadores y, concretamente, con la aparición del ENIAC. Así llegamos a la segunda razón por la que este invento es importante en las distintas historias de los soportes físicos de la informática.

La tercera razón es porque inauguró un nuevo campo de desarrollo y estudio en la computación, además de instaurar el uso de un término: programación y *software*. Como explica Ceruzzi, el ENIAC, gracias a la elevada velocidad (electrónica) a la que efectuaba operaciones aritméticas, colocó la programación en primer plano. De hecho, el equipo de diseño del ENIAC

·T_164·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: AXONOMÉTRICA DE ESTE ESPACIO DE LA COMPUTACIÓN: EL BELL LABS MODEL I RELAY CALCULATOR (O BELL LABORATORY) O MARK I RELAY CALCULATOR, O COMPLEX NUMBER CALCULATOR O THE COMPLEX COMPUTER, DE LOS INVESTIGADORES SAMUEL WILLIAMS Y GEORGE STIBITZ. 1940. FUENTE: ALCATEL-LUCENT USA INC. CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102630434). ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/REVOLUTION/DIGITAL-LOGIC/12/271/1340](https://www.computerhistory.org/revolution/digital-logic/12/271/1340). DERECHA: EL BELL LABS MODEL V RELAY CALCULATOR INSTALADO EN EL CAMPO DE PRUEBAS ABERDEEN. CA. 1947. FUENTE: CORTESÍA DE BELL TELEPHONE LABORATORIES, MURRAY HILL, N.J.. EAMES, C., EAMES, R. (1973). IN FLECK G. (ED.), A COMPUTER PERSPECTIVE. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: HARVARD UNIVERSITY PRESS, P. 140.

·G_3.1.a_17·

#ERA ELECTRO-MECÁNICA DE LA COMPUTACIÓN (1890-1930 D. C.) POSTERIOR 1934-1941



IZQUIERDA: EL ASCC SE VE AQUÍ EN NOVIEMBRE DE 1943 DURANTE LAS PRUEBAS EN EL LABORATORIO DE INGENIERÍA DE IBM EN ENDICOTT, NUEVA YORK. FUENTE: IBM'S ASCC. ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.IBM.COM/IBM/HISTORY/EXHIBITS/MARKI/MARKI_241310.HTML](https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/marki/marki_241310.html). CENTRO: ESTA VISTA SIN FECHA DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE FÍSICA EN HARVARD MUESTRA EL FUTURO HOGAR DEL ASCC POCO ANTES DE SU INSTALACIÓN. FUENTE: IBM'S ASCC. ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.IBM.COM/IBM/HISTORY/EXHIBITS/MARKI/MARKI_241307.HTML](https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/marki/marki_241307.html). DERECHA: ESTA VISTA DE ABRIL DE 1948 EN EL LABORATORIO CRUFT DE HARVARD MUESTRA EL ASCC UNOS CUATRO AÑOS DESPUÉS DE SU INSTALACIÓN. FUENTE: BBC.COM, "GRACE HOPPER'S COMPILER: COMPUTING'S HIDDEN HERO". ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.BBC.COM/NEWS/BUSINESS-3867721](https://www.bbc.com/news/business-3867721)

·G_3.1.b_17·

(Mauchly y Eckert, entre otros/as) acuñó la expresión «programar un ordenador» (Ceruzzi, Paul E., 2008, 116). ENIAC no estaba programado del modo en el que entendemos ese verbo hoy en día, sino que lo estaba de otra forma. Se configuraba de manera laboriosa conectando cables, que, en efecto, había que volver a conectar para cada nueva operación (Ceruzzi, 2008, 116). En el ENIAC eso era programación.

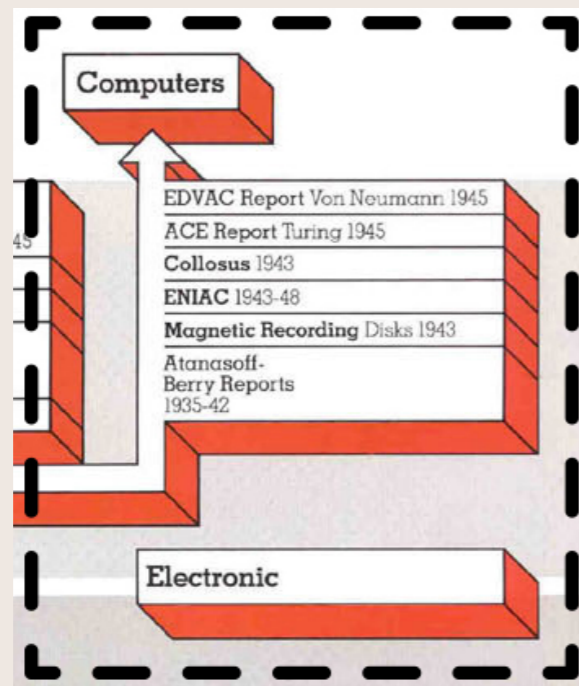
Programar era, por tanto, una acción física, táctil, tangible, visible y palpable, llevada a cabo por las *computadoras* o programadoras, que se desplegaba en un espacio habitado y ocupado por cuerpos y seres vivos, un espacio de la computación donde estos cuerpos performaban unas coreografías muy específicas destinadas a solucionar determinados problemas, cálculos y operaciones aritméticas. Podríamos entonces hablar que en estos primeros soportes físicos se implementaba una *programación física y táctil* y un *software analógico* compuesto por una combinación de *sujetos* (cuerpos, seres humanos, seres vivos, *computadoras*, programadoras, habitantes todas ellas de estos espacios arquitectónicos) y *objetos* (cables, engranajes mecánicos, ruedas, palancas, relés, válvulas de vacío, etc...). La presencia física y volumétrica de ambos elementos (sujetos y objetos), es decir, el espacio ocupado por ambos tipos de componentes, era muy importante, por no decir que era nada despreciable, y además evidente visualmente hablando en estos primeros espacios arquitectónicos de la computación. En este primigenio *software analógico* con un marcado carácter espacial y volumétrico, características éstas intrínsecas de toda arquitectura, lo que hoy en día se asociaría al hecho de programar como podrían ser la escritura de miles de líneas de código y rutinas digitales, todas ellas con un tamaño y peso de pocos bits, se sustituirían por rutinas coreográficas y patrones de movimientos que involucraban irremediamente a múltiples cuerpos, con un tamaño, peso y volumen capaz ocupado mucho mayor, del orden de varios metros cúbicos de aire, de espacio. La *programación física* y el *software analógico* en estos primeros soportes físicos de la computación se parecía más al trabajo en el campo del análisis del movimiento en el espacio y el movimiento humano que desarrolló el coreógrafo y arquitecto austro-húngaro Rudolf Laban hasta mediados del siglo XX. Para Laban, los cuerpos están en el espacio (dispositivo tecnológico computador) y se mueven a través de él (*programación física* o *software analógico*), con unas dimensiones que transforman el vacío en un espacio concreto (primeras arquitecturas de la computación). Así, los seres vivos, los humanos estaban *en* el computador, *dentro* del mismo, formando parte, ya no sólo de su hardware, sino también de su *software* (analógico). Eran parte fundamental e indispensable de dichos dispositivos tecnológicos computadores y, a la par, arquitectónicos. La presencia de cuerpos (humanos y de otros seres vivos) en el interior habitado de estos soportes físicos llamados computadores era una constante que se podía corroborar a través de todas las fotografías tomadas en la época y que ilustraban estos artefactos [Fig.G_3.1.b_20].

Como veremos más adelante también en otros casos de estudio, esos cuerpos eran casi siempre femeninos, ya que las primeras computadoras / programadoras de la informática fueron mujeres. Desde que Ada Lovelace inaugurara esa profesión con su trabajo en The Analytical Engine, de que Eleanor Ireland, Irene Dixon, Lorna Cockayne, Shirley Wheeldon, Joanna Chorley o Margaret Mortimer hicieran lo propio en Colossus (junto con otras 273 mujeres computadoras / programadoras / operadoras) o Grace M. Hopper en The Harvard Mark I y posteriormente en UNIVAC, muchas otras las siguieron.

En concreto en ENIAC, inicialmente fue la matemática Adele Goldstine (Eames, C., Eames, R., 1973, 135) y posteriormente otras seis mujeres (Betty Snyder -más tarde Holberton-, Kathleen McNulty -Mauchly-, Jean Jennings Bartik, Ruth Licherman -Teitelbaum-, Frances Bilas -Spence- y Marlyn Wescoff -Meltzer-), fueron las programadoras que lo operaron y programaron. Todas

·T_165·

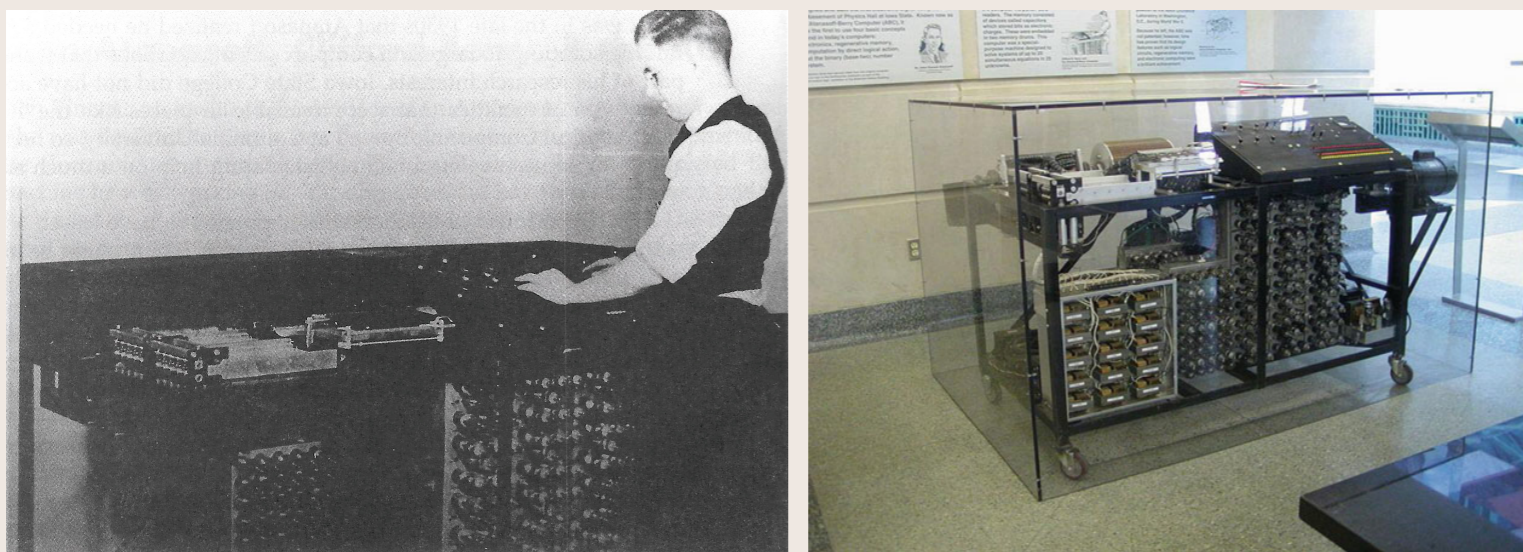
#GENERACIONES DE LOS PRIMEROS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN



ERA ELECTRÓNICA DE LOS PRIMEROS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN. COMPUTER GENEALOGY. GORDON BELL. 1980. THE COMPUTER MUSEUM (TCM) O DIGITAL COMPUTER MUSEUM. BOSTON. DIRECTORA: GWEN BELL (URBANISTA, PROFESORA EN HARVARD).

·G_3.1.a_18·

#ERA ELECTRÓNICA DE LA COMPUTACIÓN (1930-1945 D. C.)



IZQUIERDA: CLIFFORD BERRY Y EL ABC (ATANASOFF-BERRY COMPUTER). FOTOGRAFÍA CORTESÍA DEL DR. JOHN VINCENT ATANASOFF. FUENTE: WILLIAMS, M. R. (1997). *A HISTORY OF COMPUTING TECHNOLOGY*(2ª ED.). LOS ALAMITOS (CALIFORNIA): IEEE COMPUTER SOCIETY PRESS, P. 264. DERECHA: LA RÉPLICA DEL ABC (ATANASOFF-BERRY COMPUTER). CORTESÍA DE IOWA STATE UNIVERSITY. FUENTE: ROJAS, R., & HASHAGEN, U. (2000). *THE FIRST COMPUTERS: HISTORY AND ARCHITECTURES*(1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 95.

·G_3.1.b_18·

ellas eran antiguas *computadoras*¹⁹ (o calculadoras humanas o computadoras humanas), y se convirtieron en las primeras habitantes de este espacio de la computación junto con otros ingenieros [Fig.G_3.1.a_21]. Todas ellas fueron las que inauguraron esa profesión, la de programadoras de *software*, tan importante en informática en la actualidad. Estas computadoras / programadoras fueron una parte fundamental e imprescindible del dispositivo tecnológico computador en esa época, ya que formaban parte de ese *software analógico* del que hablábamos, los programas o sus drivers, sin las que dicha tecnología no funcionaba.

Poco a poco, con la evolución de los computadores, la presencia de sus cuerpos, sus movimientos y acciones, sus rutinas y coreografías fueron desapareciendo de estos espacios arquitectónicos, o tomando otros papeles dentro de los mismos, ya que la velocidad de trabajo que podían alcanzar estaba dentro de los estándares de lo humano, limitando de esta manera la velocidad real operativa de los dispositivos computadores que aspiraban, como hemos visto con anterioridad, a alcanzar velocidades electrónicas cercanas a la velocidad de la luz.

Por esta razón, progresivamente los seres vivos y sus cuerpos (femeninos, casi en su totalidad) fueron suprimidos como componentes imprescindibles del concepto *computador*, de su hardware y su *software*, para eliminar las limitaciones que su condición humana imprimía en dichos dispositivos tecnológicos y que lastraban así su desarrollo. En cierto momento de la evolución de los soportes físicos de la computación, los cuerpos que los habitaban y recorrían que, de alguna manera se relacionaban con ellos, se diversificaron (otros géneros, razas, etnias y edades) y empezaron a adoptar en los dispositivos tecnológicos computadores / arquitectónicos otros roles.

La cuarta razón por la que el ENIAC es una *arquitectura* muy importante en todas las historias de la computación, independientemente de si lo consideramos como el primer computador contemporáneo o no, es que estas mujeres y su profesión, junto con los espacios que ocupaban mientras la ejercían, fueron las que dieron nombre a los dispositivos tecnológicos en sí: los computadores. La «C» del acrónimo del ENIAC, correspondiente al término «Computer», fue escogido deliberadamente por Eckert y Mauchly porque hacía alusión a los *espacios físicos* en los que operaban estas profesionales (personas *computadoras*, mujeres casi en exclusiva, que los habitaban) (Ceruzzi, Paul E., 2012, 48). Estos espacios eran salas diáfanas, de grandes dimensiones, repletos de mesas y sillas de trabajo, ordenadas ortogonalmente, donde estas personas computaban o resolvían problemas matemáticos complejos a diario [Fig.G_3.1.a_21].

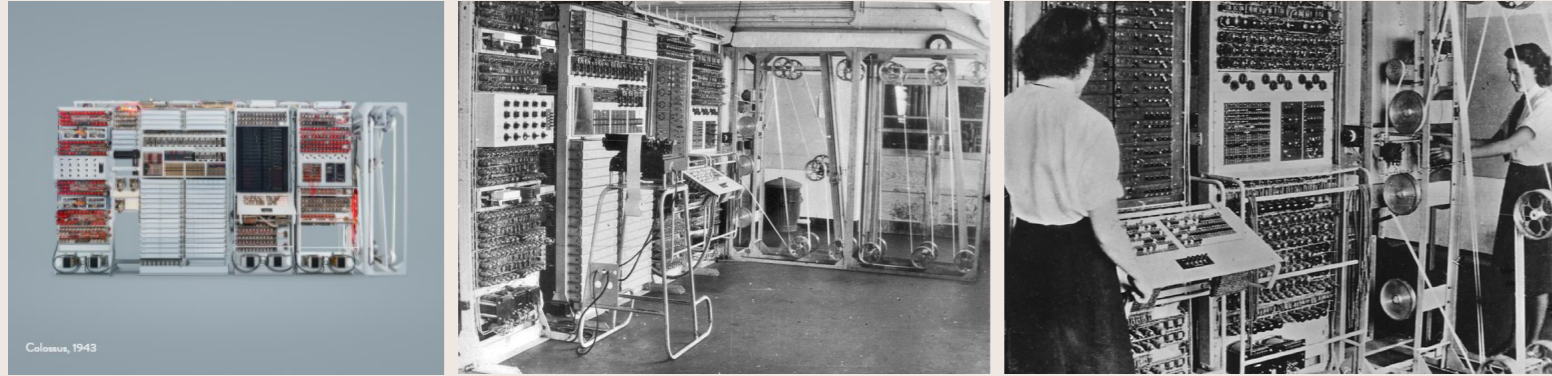
Podríamos decir entonces que en la etimología del término *computador* en esta nueva acepción del término (que hacía alusión al insólito invento tecnológico) estaba presente desde su origen como concepto la presencia e importancia de la noción de *espacio arquitectónico*. Desde que se acuñó la expresión *computador* a partir de 1943, apropiándose de la parte del nombre del Electronic Numerical Integrator and *Computer* y la generalización de su uso posterior para referirse a todos los dispositivos tecnológicos de su clase, el *espacio* fue una parte fundamental y definitoria, dando origen al nuevo sentido del vocablo.

El *espacio* estaba presente, al menos, de dos formas en todos estos primeros computadores: de forma literal, ya que estos primeros soportes físicos o hardware de los dispositivos tecnológicos computadores se materializaban en volúmenes habitables que constituían las primeras arquitecturas de la computación; y, de forma etimológica, ya que en el origen de la palabra se hacía alusión a otro espacio original, el de las salas de cálculo y grandes espacios que ocupaban *las computadoras humanas*.

¹⁹ *Computadoras* era la denominación que recibían aquellas personas, en su mayoría mujeres, por eso el género femenino asociado al término computadora, que se dedicaban a realizar cientos de cálculos al día y a producir tablas de balística para el ejército y tablas de cálculo para las principales universidades de la época. Estas personas trabajaban en grandes salas diáfanas y espacios repletos de mesas y sillas ordenados ortogonalmente dentro de las instalaciones militares y los campus universitarios.

·T_166·

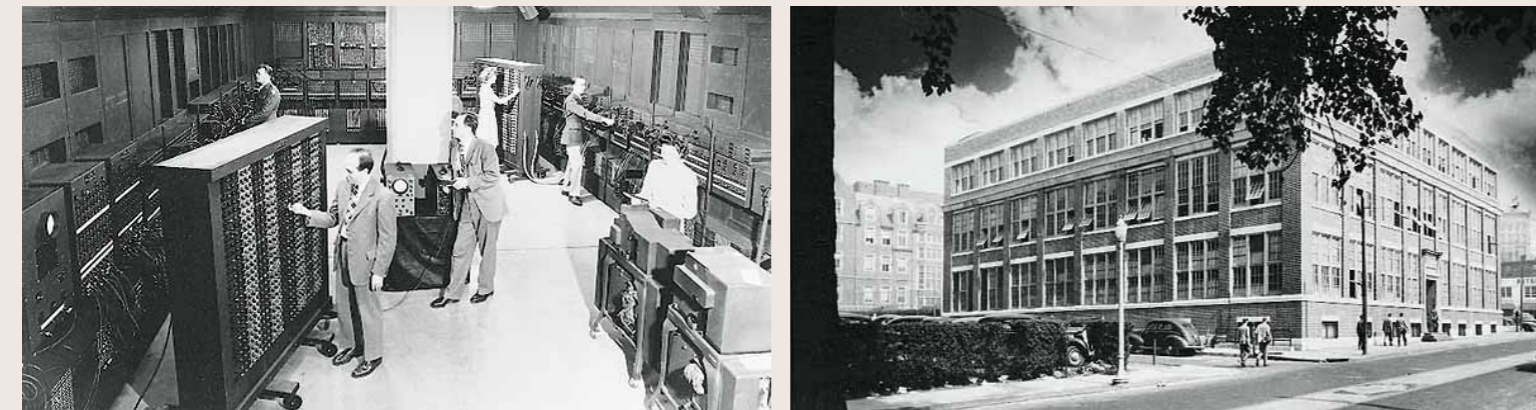
#ERA ELECTRÓNICA DE LA COMPUTACIÓN (1930-1945 D. C.)



IZQUIERDA: UN EJEMPLO DEL PROTOCOMPUTADOR ELECTRÓNICO COLOSSUS. FUENTE: DOCUBYTE.COM. GUIDE TO COMPUTING. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.DOCUBYTE.COM/PROJECTS/GUIDE-TO-COMPUTING/](https://www.docubyte.com/projects/guide-to-computing/). CENTRO: ESPACIO EN L CONFIGURADO POR EL COLOSSUS. FUENTE: AUGARTEN, S. (1984). *BIT BY BIT. AN ILLUSTRATED HISTORY OF COMPUTERS*. NEW YORK: TICKNOR & FIELDS, P.146. DERECHA: DOS PROGRAMADORAS OPERANDO CON EL COLOSSUS, BLETCHLEY PARK, BUCKINGHAMSHIRE, INGLATERRA, C. 1943. FUENTE: GEOFF ROBINSON PHOTOGRAPHY/SHUTTERSTOCK.COM. ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.BRITANNICA.COM/TECHNOLOGY/COLOSSUS-](https://www.britannica.com/technology/colossus-)

·G_3.1.a_19·

#ERA ELECTRÓNICA DE LA COMPUTACIÓN (1930-1945 D. C.)



IZQUIERDA: VISTA GENERAL DE ESPACIO ARQUITECTÓNICO DEL ENIAC. EN EL CENTRO DE LA IMAGEN, EN PRIMER PLANO, ESTABAN J. PRESPEER ECKERT Y JOHN W. MAUCHLY, Y JUNTO AL MURO DERECHO, JEAN BARTIK, HERMAN GOLDSTINE Y RUTH LICHTERMAN. FUENTE: ACCESO EL 23 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://CIO.COM.MX/CONMEMORAN-LOS-75-ANOS-DEL-LANZAMIENTO-DE-LA-ENIAC/](https://cio.com.mx/CONMEMORAN-LOS-75-ANOS-DEL-LANZAMIENTO-DE-LA-ENIAC/). DERECHA: FACHADA DE ESTAS PRIMERAS ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN. CARCASA EXTERIOR DEL DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTADOR ENIAC. MOORE SCHOOL OF ELECTRICAL ENGINEERING. CA. 1946. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 500004295). ACCESO EL 23 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/REVOLUTION/BIRTH-OF-THE-COMPUTER/4/88/362](https://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/88/362)

·G_3.1.b_19·

La quinta razón por la que el ENIAC es importante en estos relatos, es porque fue un soporte físico precursor del esquema de funcionamiento o *arquitectura* que han seguido casi todos los computadores posteriormente hasta la actualidad, el principio de *programa almacenado*. Dicho esquema aloja en el mismo lugar físico la producción de las operaciones de cálculo (programas o *software*) y el almacenamiento (datos). Los programas (*software*) podían ejecutarse a velocidades electrónicas (aunque se cargaban a velocidades humanas por las computadoras / programadoras, como hemos visto) y eran tratados como datos. Esta característica del ENIAC inspiró a John von Neumann, quien visitó esta arquitectura durante su construcción en el verano de 1944 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 21), para escribir su famoso informe (von Neumann, 1945) en el que se basó la construcción del EDVAC y que, según el cronograma de Gordon Bell que estamos siguiendo, dio origen a la **era digital** de la computación en 1945 y ha definido gran parte de la computación moderna.

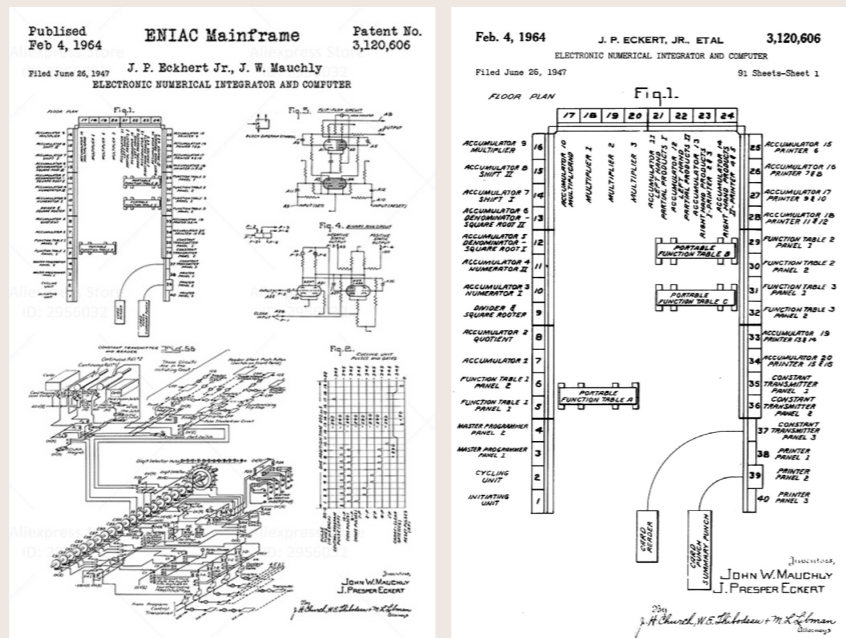
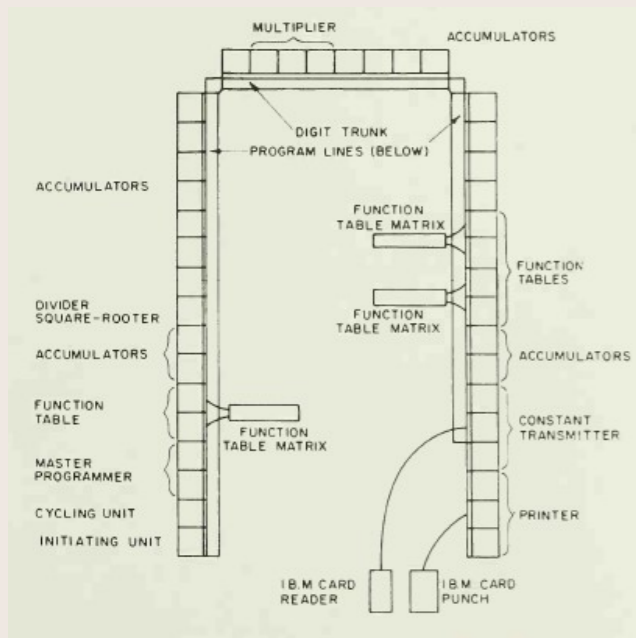
El Electronic Discrete Variable Automatic Computer o EDVAC (1945-1946-1951) fue el sucesor del ENIAC y se empezó a construir antes de que se terminara éste. Lo iniciaron también John Presper Eckert y John William Mauchly en la Moore School of Electrical Engineering de la Universidad de Pensilvania, pero tras su salida de la institución en febrero de 1946 y la de otros miembros del equipo de diseño, demoró su terminación hasta 1951 en el Research Laboratories en Aberdeen, Maryland [Fig.G_3.1.b_21].

El EDVAC es importante en el cronograma de Bell y en las historias de la computación porque fue el primer DC con una arquitectura desde un principio de *programa almacenado*, que como hemos apuntado con anterioridad, tenía como principal característica, tal y como escribieron Eckert y Mauchly, que las instrucciones de funcionamiento y las tablas de funciones se almacenarían exactamente en el mismo tipo de dispositivo de memoria que fuera utilizado para los números y dígitos (Johnson, 1970, 185). Esta arquitectura, denominada generalmente *arquitectura de von Neumann* pero que muchos/as autores/as como Maurice Wilkes, Herman Goldstine y otros/as, apuntan a que debería denominarse *arquitectura de Eckert-Mauchly-von Neumann*²⁰ para hablar con más propiedad (Meetings in Retrospect.1982; Ceruzzi, Paul E., 2003, 22; Huskey, 2003, 626), ha sido la base del diseño de los computadores modernos contemporáneos. Este tipo de *arquitectura* se ha mantenido notablemente estable durante casi cincuenta años, desde su formulación teórica en 1945 hasta casi principios del siglo XXI, en 1995 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 21).

²⁰ En el informe de 1945, Von Neumann se centró más en la estructura lógica del dispositivo EDVAC y su principio de *programa almacenado* y Eckert y Mauchly se centraron más en esbozar sucintamente la construcción de su soporte físico o hardware, aunque si apuntaron en sus escritos que «datos y programas debían estar almacenados en el mismo tipo de dispositivo de memoria» y que «los cálculos se podrían hacer a grandes velocidades sólo si también se era capaz de proveer de instrucciones a gran velocidad», por ello, ambas piezas de información debían estar alojadas en el mismo lugar.

·T_167·

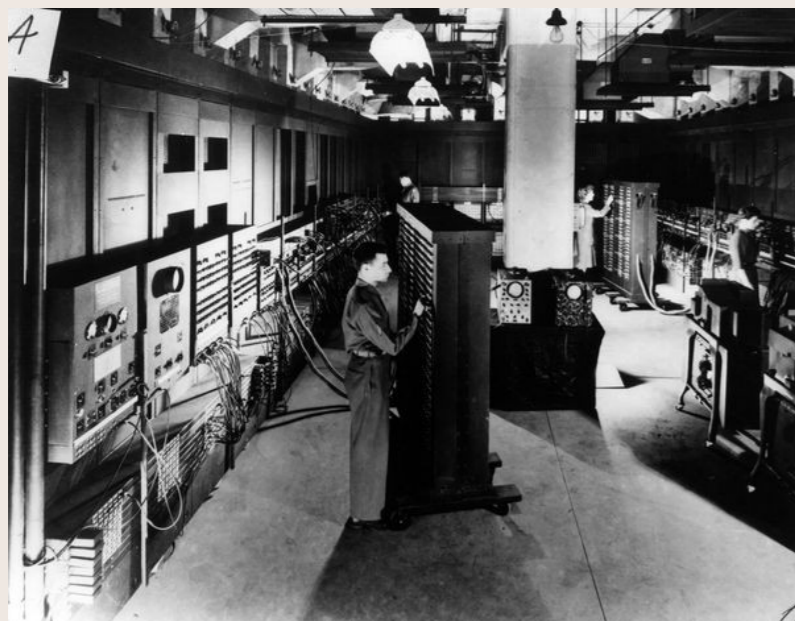
#ERA ELECTRÓNICA DE LA COMPUTACIÓN (1930-1945 D. C.)



IZQUIERDA: PLANTA PRINCIPAL DEL ENIAC. FUENTE: AUGARTEN, S. (1984). *BIT BY BIT: AN ILLUSTRATED HISTORY OF COMPUTERS*. NEW YORK: TICKNOR & FIELDS, P. 125. DERECHA: DOCUMENTO DE LA PATENTE PRESENTADA EN FEBRERO DE 1964 POR J.P. ECKERT JR. Y J.W. MAUCHLY PARA EL ENIAC MAINFRAME. EL PRIMER DIBUJO ARRIBA A LA IZQUIERDA ES LA PLANTA DE ESTA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN. FUENTE: GOOGLE PATENTES. ACCESO EL 23 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://PATENTS.GOOGLE.COM/PATENT/US3120606A/EN](https://patents.google.com/patent/US3120606A/en)

·G_3.1.a_20·

#ERA ELECTRÓNICA DE LA COMPUTACIÓN (1930-1945 D. C.)



IZQUIERDA: FOTOGRAFÍA PUBLICITARIA DEL ENIAC. DESPUÉS DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL, ENIAC FUE DESCLASIFICADO Y AMPLIAMENTE PUBLICITADO. CONFIGURANDO / OPERANDO LA MÁQUINA EN ESTA FOTO SON CPL. IRWIN GOLDSTEIN, PFC HOMER SPENCE, BETTY JEAN JENNINGS Y FRANCES BILAS. CA. 1946. FUENTE: CORTESIA DE LOS ARCHIVOS DE LA UNIVERSIDAD DE PENNSILVANIA Y COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102652279). ACCESO EL 23 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.COMPUTERHISTORY.ORG/REVOLUTION/BIRTH-OF-THE-COMPUTER/4/78/321](https://www.computerhistory.org/revolution/birth-of-the-computer/4/78/321). DERECHA: ANUNCIO EN EL PERIÓDICO DEL ENIAC COMO RECLAMO Y ATRACTIVO DE RECLUTAMIENTO PARA EL EJÉRCITO DE LOS ESTADOS UNIDOS. FUENTE: AUGARTEN, S. (1984). *BIT BY BIT: AN ILLUSTRATED HISTORY OF COMPUTERS*. NEW YORK: TICKNOR & FIELDS, P. 129.

·G_3.1.b_20·

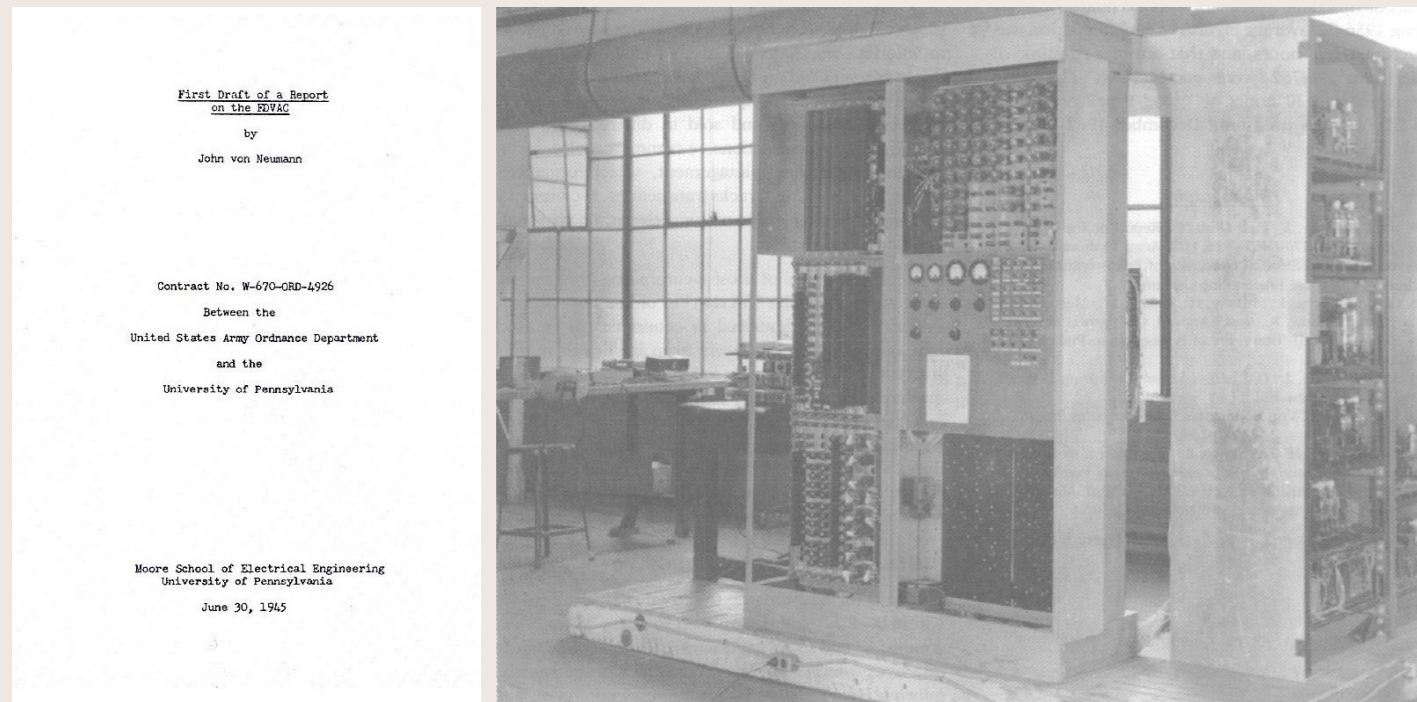
#ERA ELECTRÓNICA DE LA COMPUTACIÓN (1930-1945 D. C.)



IZQUIERDA: MUJERES COMPUTADORAS EN SU ESPACIO DE TRABAJO. DATA TYPISTS. CA. 1920. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 13. CENTRO: COMPUTADORES HUMANOS TRABAJANDO EN NORTH AMERICAN AVIATION, LOS ÁNGELES. CA. 1950. FUENTE: NASM. CERUZZI, P. E. (2003). *A HISTORY OF MODERN COMPUTING* (2ND ED. ED.). CAMBRIDGE, MASS.: MIT PRESS, P. 2. DERECHA: TRES DE LAS SEIS PROGRAMADORAS DEL ENIAC, PRIMERAS HABITANTES DE ESTA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN. FUENTE: NEW YORK TIMES. ACCESO EL 10 DE MARZO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.NYTIMES.COM/2019/02/13/MAGAZINE/WOMEN-CODING-COMPUTER-PROGRAMMING.HTML](https://www.nytimes.com/2019/02/13/magazine/women-coding-computer-programming.html)

·G_3.1.a_21·

#ERA DIGITAL DE LA COMPUTACIÓN (1945-HASTA NUESTROS DÍAS)



IZQUIERDA: PORTADA DEL FAMOSO INFORME DE JOHN VON NEUMANN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL EDVAC. DERECHA: EL ELECTRONIC DISCRETE VARIABLE AUTOMATIC COMPUTER O EDVAC EN EL CAMPO DE PRUEBAS DE ABERDEEN. CA. 1951. FUENTE: CORTESÍA DE LA BIBLIOTECA DE LA UNIVERSIDAD DE PENNSILVANIA. HARRY D. HUSKEY. 2003. EDVAC. *ENCYCLOPEDIA OF COMPUTER SCIENCE*. JOHN WILEY AND SONS LTD., GREAT BRITAIN, P. 627.

·G_3.1.b_21·

3.2. LA HISTORIA DE LOS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN EN ESTA EPISTEME: LOS *MAINFRAMES*, LOS TUBOS DE VACÍO Y LOS TRANSISTORES BIPOLARES

·G_3.2.a_1·

**#DISPOSITIVO TECNOLÓGICO:
COMO ESPACIO, COMO LUGAR**

·G_3.2.b_1·

3.2. La historia de los soportes físicos de la computación en esta episteme: los *mainframes*, los tubos de vacío y los transistores bipolares.

Los soportes físicos (*built artifacts*) de los dispositivos computadores a los que vamos a prestar atención en este apartado se engloban en el momento en el que nace la computación digital como tal [Fig.G_3.2.a_2].

En este arranque se inscriben los DC/DA de la Primera Generación de la computación (1944-1945/1956) · (1950/1960) construidos en base a la tecnología denominada de los tubos de vacío, válvulas de vacío, válvulas electrónicas o diodos de vacío. Como se exhibe y explica en el Museo Histórico de la Informática de la Universidad Politécnica de Madrid (MHI), ubicado en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos, el diodo de vacío fue inventado por el físico e ingeniero eléctrico británico John Ambrose Fleming en 1904. Fleming lo llamó *válvula* y con ella sentó las bases para la construcción del primer elemento de conmutación electrónico (que permitía abrir/cerrar un circuito¹, es decir, indicar un estado concreto del sistema y un valor de un binomio: el lleno/vacío o el 1/0 del sistema binario necesario para implantar el paradigma digital).

El inventor estadounidense Lee De Forest perfeccionó, en 1906, los trabajos de Fleming, añadiendo un tercer electrodo a la válvula original, denominado rejilla, creado así el tubo tríodo al que denominó *audiófono*. Se necesitaron varios años para mejorar el vacío en el interior de las válvulas y conseguir que estos componentes fuesen fiables. De hecho, no fue hasta casi cuarenta años más tarde de su invención, en 1943, cuando se utilizaron por primera vez en la construcción de los dispositivos computadores.

Las válvulas de vacío eran similares en dimensiones, materialidad y aspecto al de una bombilla eléctrica incandescente. Disipaban muchísimo calor y eran necesarias en un gran número, como ya hemos visto, para poder implementar el sistema binario en un DC/DA [Fig.G_3.2.b_2]. Con su implementación, en sustitución de los componentes analógicos (engranajes, ruedas, bobinas, etc.) de los computadores electromecánicos (grupo 2 del diagrama de Gordon Bell de las Pre Generaciones de la computación), se pasó de construir dispositivos completamente mecánicos (alcanzando velocidades bajo las leyes de física de Newton) a poder hacerlos electrónicos (grupo 3 del diagrama de Bell, computadores que podían alcanzar velocidades bajo las leyes de la electrónica y la luz).

El inicio de la Segunda Guerra Mundial, la necesidad de realizar cálculos balísticos (como Harvard Mark I y ENIAC), de descifrar códigos encriptados (como Colossus), de desarrollar escudos antiaéreos (como el sistema SAGE) y de implementar simuladores aéreos, así como la disposición de fondos y recursos humanos casi ilimitados, aceleraron el ritmo de crecimiento de las velocidades de cálculo y de computación. La investigación e invenciones en este campo se multiplicaron. La incorporación del avance tecnológico de las válvulas de vacío a la construcción de DC trajo consigo nuevos problemas de diseño, derivados de su volumen, su consumo energético, su producción de calor y su poca fiabilidad.

Al igual que las bombillas incandescentes que producían luz eléctrica, de las que descendían, las válvulas de vacío tendían a quemarse y el fallo de un tubo entre los miles que componían un dispositivo computador, normalmente lo inutilizaba hasta que ese tubo de vacío fuera reemplazado. La frecuencia con la que las válvulas de vacío fallaban era tan alta que para que su sustitución fuese más rápida, se montaban sobre enchufes en vez de conectarse directamente al computador, como otros componentes. Así se ganaba cierta velocidad a la hora de solucionar las averías causadas cada vez que una de ellas se fundía. Era necesario encontrar una tecnología sustitutoria que no llegó hasta casi veinticinco años más tarde.

¹ La válvula contenía dos electrodos: el cátodo era un filamento caliente que emitía electrones y el ánodo era una placa que los recolectaba. Aplicando una tensión positiva en la placa, circulaba una corriente por la válvula (interruptor cerrado) mientras que, si la tensión era negativa, la corriente se reducía a cero (interruptor abierto).

MAINFRAMES, TUBOS DE VACÍO, TRANSISTORES BIPOLARES

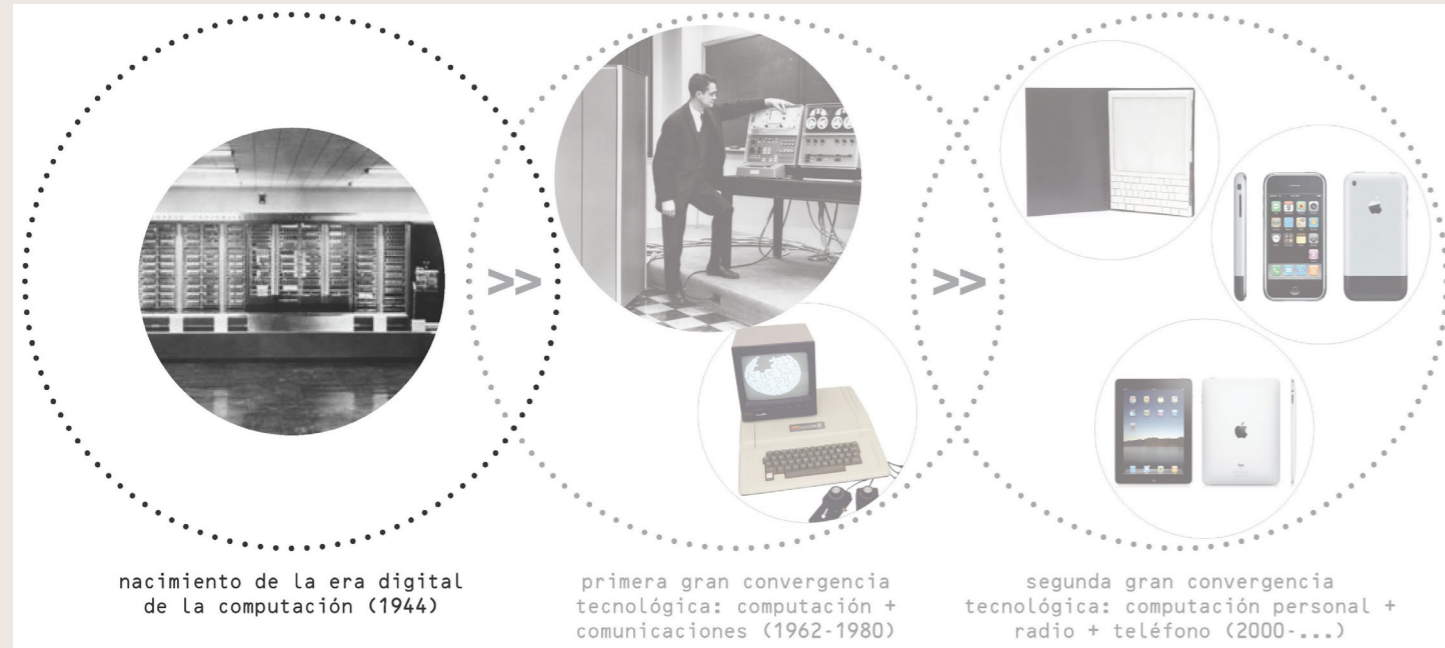


DIAGRAMA CORRESPONDIENTE A LA ESTRUCTURA ESPECÍFICA DE LA TESIS DOCTORAL. EL NACIMIENTO DE LA ERA DIGITAL DE LA COMPUTACIÓN (1944-1962). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_3.2.a_2·

#TUBOS DE VACÍO



IMAGEN DE DISTINTAS VÁLVULAS DE VACÍO. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA DEL MUSEO DE INFORMÁTICA GARCÍA SANTESMASES, DE LA UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID.

·G_3.2.b_2·

En el nacimiento de la computación electrónica (digital) descrito por Ceruzzi también se inscriben los soportes físicos de los computadores englobados en la Segunda Generación de la computación, basada en la tecnología que sustituyó a las válvulas de vacío, los transistores bipolares². Estos elementos discretos son dispositivos electrónicos semiconductores, permitiendo el paso de una señal en respuesta a otra. Funcionan gracias al principio de semiconducción inventado por A. H. Wilson en 1931 (veinticinco años más tarde del perfeccionamiento de las válvulas de vacío por parte de De Forest). Según el MHI el descubrimiento del efecto del transistor por parte de los físicos de la Bell Company William Bradford Shockley, John Bardeen y Walter Houser Brattain, se publicó en 1947-1948 (cuarenta y dos años más tarde de que De Forest perfeccionara el diodo de vacío de Fleming). Shockley, Bardeen y Brattain recibieron el premio Nobel de Física en 1956 por su invención del transistor bipolar. Fue necesaria una década de esfuerzos en su desarrollo y perfeccionamiento hasta que llegó a ser una alternativa mejor que los tubos de vacío en la electrificación de los DC/DA. Hasta 1954 no se comercializaron los primeros transistores por parte de la empresa Texas Instruments³. Esta tecnología tardó una década en producir un avance en la computación, a través de una primera acción de encogimiento y miniaturización. Y no fue hasta principios de la década de 1960 cuando los transistores bipolares se implementaron en los primeros soportes físicos de la computación, como reemplazo de las válvulas de vacío que los acompañaban hasta entonces [Fig.G_3.2.a_3]. Las válvulas de vacío fueron una tecnología inventada, sobre todo, para ser implementada en la radio y en el teléfono, no para hacerlo en la computación. Como hemos visto en el apartado 2.6, la computación digital no era más que el resultado de una convergencia de flujos tecnológicos independientes y separados, cada uno con su propia prolífica tradición e historia, que convergían para configurar un dispositivo nuevo, el computador. En el caso de la informática era necesaria la aplicación de una tecnología que procurase una velocidad de cálculo que no estuviese basada en una velocidad mecánica (regida por las leyes de Newton), correspondiente al empleo de relés electromecánicos y, en parte, al uso de tubos de vacío. Era necesaria una velocidad regida por las leyes de la electrónica (que se mueve a la velocidad de la luz), para alcanzar una computación como tal, la que proporcionaban los transistores bipolares.

Computación electromecánica >> velocidad mecánica >> Leyes de Newton (relés electromecánicos)

Computación electrónica >> velocidad de la luz >> Leyes de la electrónica (tubos de vacío y transistores bipolares)

La transición de los tubos de vacío hacia una física del estado sólido, con los transistores bipolares, se produjo cuando se pudo sustituir el vacío creado dentro de las bombillas de vidrio de las válvulas de vacío y el filamento contenido en dicho vacío por un metal, generalmente silicio, depositado en una superficie de cristal que es, básicamente, lo que es un transistor bipolar.

Los primeros dispositivos computadores tipo *mainframe* que implementaron la tecnología de los transistores bipolares no llegaron hasta 1957, casi treinta años después de las primeras invenciones en torno a la semiconducción.

Aunque el MHI recoge que el primer computador *mainframe* completamente transistorizado fue el Transac S-2000 (1957), fue IBM la empresa que marcó el cómo realizar la transición al estado sólido a la industria informática. Lo hizo lanzando al mercado dos modelos distintos: el IBM 1401 Data Processing System (1959), destinado al uso comercial [Fig.G_3.2.b_3] y el IBM 7090 Data Processing System (1959), destinado al uso científico, militar y aeroespacial [Fig.G_3.2.a_4,

² El término *transistor* surgió de la conjunción de los vocablos TRANSfer resistor ya que, en determinadas condiciones de polarización, una débil corriente de entrada podría controlar la transferencia de una corriente varias veces mayor a la salida. Esa corriente contenía simultáneamente portadores de carga de polaridades tanto negativa como positiva, de ahí su calificativo de *bipolar* (MHI).

³ El primero lo fabricó el físico estadounidense Morris Tanenbaum en Bell Laboratories, pero fueron los ingenieros de Texas Instruments los que lo comercializaron en primer lugar.

·T_171·

#TRANSISTORES BIPOLARES + MEMORIA DE FERRITA

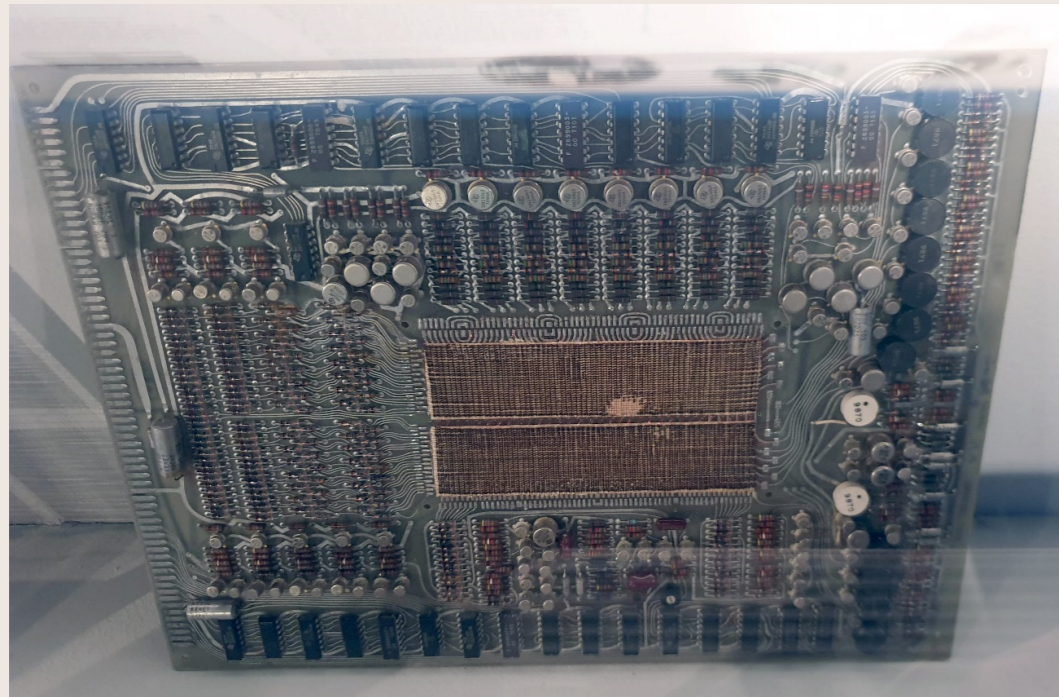


IMAGEN DE UNA PLACA DE COMPUTADOR COMPUESTA POR MÚLTIPLES TRANSISTORES BIPOLARES Y UNA MEMORIA DE FERRITA. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE LA AUTORA DEL MUSEO HISTÓRICO DE LA INFORMÁTICA, DE LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (MHI).

·G_3.2.a_3·

#COMPUTADOR MAINFRAME

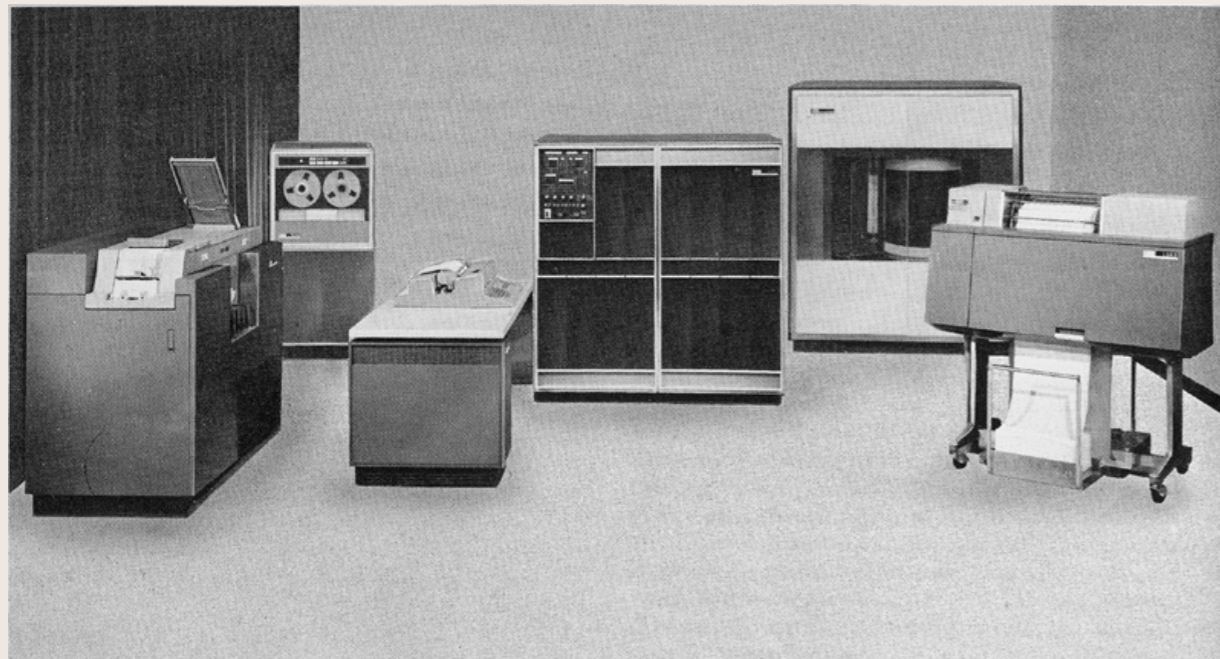


IMAGEN DE ALGUNOS DE LOS COMPONENTES DEL PRIMER COMPUTADOR MAINFRAME TRANSISTORIZADO PARA SU USO COMERCIAL. IBM 1401 DATA PROCESSING SYSTEM. 1959. IBM. FUENTE: THE IBM 1401 (2021). ACCESO EL 6 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.COLUMBIA.EDU/CU/COMPUTINGHISTORY/1401.HTML](http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/1401.html)

·G_3.2.b_3·

Fig.G_3.2.b_4].

La historia de cómo surgió la idea de la construcción de este último dispositivo computador es interesante ya que pudo no haberse dado. IBM pujó por un contrato con las fuerzas aéreas estadounidenses durante la Guerra Fría, para desarrollar un computador que sirviera de alarma temprana en el Ártico. Este computador serviría para defender a los Estados Unidos de los posibles ataques de misiles soviéticos y sería una continuación del proyecto SAGE, que veremos en este capítulo más adelante. Para ganar el contrato, IBM propuso utilizar para tal fin un computador ya desarrollado por la empresa, el IBM 709. Pero las fuerzas aéreas se opusieron ya que ese computador estaba construido con tubos de vacío y su fiabilidad era muy limitada. El ejército del aire estadounidense quería para el proyecto ya un computador transistorizado, basado en la física del estado sólido de los transistores bipolares. Fue así como IBM llevó a cabo un gran esfuerzo para, en tiempo récord, rediseñar el IBM 709 para transformarlo en un computador transistorizado, el IBM 7090 Data Processing System, ganado así el contrato público.

Este computador tipo *mainframe* es muy importante en la historia de la computación, en general, por varios motivos. Fue el primer sistema *mainframe* comercializado que implementó en su diseño el concepto del tiempo compartido (*time-sharing*), impulsado por J.C.R. Licklider, que veremos con posterioridad. También fue importante porque fue el utilizado en los proyectos espaciales Mercury, Gemini y Saturn de la NASA, para simular múltiples veces, unos años antes del vuelo real, la trayectoria de este último cohete a la Luna. Pero, a su vez, es muy relevante para esta investigación, en particular, porque fue el computador *mainframe* que la compañía estadounidense cedió al estado español para configurar la primera arquitectura de la computación *ad hoc* en España, el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM), que estudiaremos en el apartado 3.5.4.

Otro computador tipo *mainframe* que implementó una arquitectura muy innovadora, con un diseño combinado de hardware/software muy adelantado a su tiempo fue el primer dispositivo computador construido por la empresa Burroughs Corporation, cuyo principal mercado había sido, hasta entonces, la fabricación de máquinas de contabilidad electromecánicas. El computador Burroughs B5000 (1961), diseñado por Robert Barton, fue el primero que incorporó un procesador dual y una memoria virtual, haciendo que fuera un diseño muy adelantado a su tiempo.

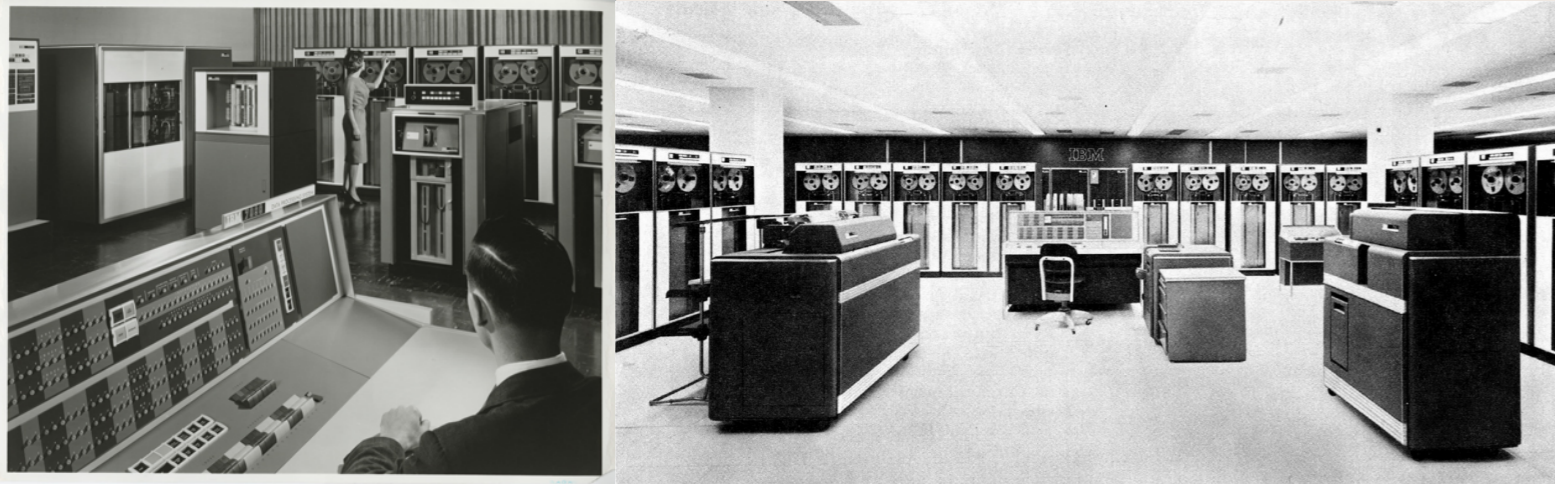
La primera acción de *encoger* y de miniaturización experimentada por los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos computadores fue desencadenada por la sustitución de las válvulas de vacío, que los construían, por los transistores bipolares. Éstos últimos eran elementos doscientas veces más pequeños que los tubos de vacío (ocupaban un volumen doscientas veces menor) pero no produjeron un encogimiento físico en los DC de esa magnitud, como veremos a continuación. La sustitución de unos elementos por otros en la construcción de soportes físicos trajo aparejado otro encogimiento en relación al consumo de recursos energéticos de estos dispositivos. Los DC/DA construidos con transistores bipolares consumían menos electricidad tanto en su funcionamiento como debido a su refrigeración. Los transistores, al ser elementos que se calentaban menos que las válvulas de vacío, disipaban menos calor en los espacios en los que se instalaban, con lo que la necesidad de acondicionamiento higrotérmico de los mismos disminuía considerablemente, haciendo que también aumentara la fiabilidad del computador que configuraban.

Y todo ello iba de la mano de un crecimiento paralelo, el de las prestaciones técnicas y la velocidad de cálculo y procesamiento de los DC/DA construidos con transistores bipolares. Este elemento era cuarenta veces más rápido que la válvula de vacío en transmitir los impulsos eléctricos.

En la Segunda Generación de la computación, además de la implementación de los

·T_172·

#COMPUTADOR MAINFRAME



IZQUIERDA: IMAGEN DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO INTERIOR DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR *MAINFRAME* IBM 7090 DATA PROCESSING SYSTEM, EL PRIMERO TRANSISTORIZADO PARA USO CIENTÍFICO, MILITAR Y AEROSPAECIAL, CON DOS PERSONAS TRABAJANDO EN ÉL. 1959. IBM. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102646611). DERECHA: IMAGEN DEL ESPACIO ARQUITECTÓNICO INTERIOR DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR *MAINFRAME* IBM 7090 DATA PROCESSING SYSTEM CONTENIDO EN SU MANUAL DE INSTRUCCIONES. 1959. IBM. FUENTE: REFERENCE MANUAL, IBM 7090 DATA PROCESSING SYSTEM, IMPRESO EN 1959 CON EL ID: A22-6528-4.

·G_3.2.a_4·

#COMPUTADOR MAINFRAME



IBM 7090, 1959

DETALLE DE LA CONSOLA DE CONTROL DEL IBM 7090 DATA PROCESSING SYSTEM. 1959. IBM. FUENTE: DOCUBYTE.COM. GUIDE TO COMPUTING. ACCESO EL 26 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.DOCUBYTE.COM/PROJECTS/GUIDE-TO-COMPUTING/](https://www.docubyte.com/projects/guide-to-computing/)

·G_3.2.b_4·

transistores bipolares influyó también la incorporación de las memorias de ferrita⁴ [Fig.G_3.2.a_3]. Como explica el MHI la idea de utilizar toroides o núcleos magnéticos como el elemento básico de memoria principal de un DC fue planteada por Jay Wright Forrester, una figura transdisciplinar entre la computación y la arquitectura, similar a la de Richard Buckminster Fuller. Forrester la implementó por primera vez en 1950, en la construcción del DC/DA Whirlwind I, uno de los casos de estudio recogidos en este capítulo.

Los dispositivos computadores tipo *mainframe* (M).

Todos los soportes físicos de los primeros computadores electromecánicos, electrónicos y digitales, construidos en el nacimiento de la era digital de la computación, eran del tipo *mainframe* o macrocomputador (M)⁵, independientemente de la tecnología en la que estuvieran basados (tubos de vacío o transistores bipolares). Como explicaba Paul E. Ceruzzi, el término *mainframe* probablemente provenía del hecho de que los circuitos y componentes tecnológicos principales de un computador central se montaban sobre grandes marcos metálicos (*marco principal* o *mainframe*), todo ello, a su vez, alojado en armarios. Los marcos metálicos estaban montados sobre bisagras y podían abrirse para su mantenimiento (Ceruzzi, 2003, 71). Un DC/DA *mainframe*⁶, es un computador de gran o mediana escala, que utiliza el metro lineal, el metro cúbico y la tonelada como unidades de medida. El término *mainframe* hace alusión principalmente a su hardware (distintas unidades, al almacenamiento principal, a los circuitos de ejecución y las interfaces como artefactos periféricos) ya que en estos primeros momentos el *software* como concepto no existía.

La construcción de soportes físicos computacionales tipo *mainframe* surgió 120 años antes de la aparición *oficial* de la computación digital (entre 1943-1944 y 1945), cuando Charles Babbage imaginó su Máquina Analítica o Analytical Engine (1833-1934), alimentada por vapor, que ya contenía los componentes esenciales que definen un computador digital contemporáneo (Eames, C., Eames, R., 1973, 13; Beginer, 1986, 399). A partir la presentación del computador *mainframe* ENIAC (1943-1946) y del informe publicado por John Von Neumann en el que se basó parte del diseño del EDVAC (1945), podríamos hablar de la inauguración de una nueva era para los soportes físicos (*built artifacts*) de la computación, la *era digital*, que ya no estaría contenida en el diagrama de Bell recogido en el apartado anterior. Con esta era se dio paso a la construcción de múltiples computadores *mainframes* en diversos lugares del mundo (aunque principalmente centrados en el mundo anglosajón, como Reino Unido y Estados Unidos), enmarcados en la Primera y la Segunda Generación de la computación.

Además de los ya investigados en el apartado anterior, los computadores mecánicos, electromecánicos y electrónicos (aquellos correspondientes a las Pre Generaciones de la computación descritas por Bell en su diagrama) podríamos añadir otros ejemplos más, que

⁴ Según el MHI el mecanismo básico de funcionamiento de la memoria de ferrita consistía en atravesar un hilo conductor de cobre por el que se hacía atravesar una corriente eléctrica, que producía una magnetización controlada del núcleo de acuerdo con su ciclo de histéresis. Cada núcleo almacenada 1 bit de información. Se organizaban normalmente en planos cuadrados o rectangulares cuyos lados estaban compuestos de 64x64 a 128x128 núcleos o bucles del hilo de cobre alrededor de la matriz que servía como urdimbre (dando lugar a memorias de 4 kbits a 16 kbits). Había tantos planos como bits tenía la palabra (normalmente de 16 a 32). Al conjunto de planos se le denominaba *stack*. El esquema o dibujo del núcleo de ferrita fue adoptado como logotipo en la mayoría de las carreras de informática de nueva creación. La imagen principal de la portada de uno de los números de la revista de Archigram (la nº. 7) es un núcleo de ferrita.

⁵ Según el diccionario Collins *mainframe* o *unidad central* es un computador muy potente que puede ser utilizado por muchas personas al mismo tiempo y puede llevar a cabo tareas grandes y complejas. *Collins dictionary*, s.v. «Mainframe», acceso el 16 de mayo de 2020 desde: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/mainframe>. El término se refiere a computadores de mediana y gran escala que contienen un *marco principal*, en contraste con los microcomputadores, los minicomputadores, los ordenadores personales o las estaciones de trabajo (Meek, 2003, 1068).

⁶ Ver las definiciones en el glosario al final de esta investigación.

#ÁRBOL GENEALÓGICO DISPOSITIVOS COMPUTADORES

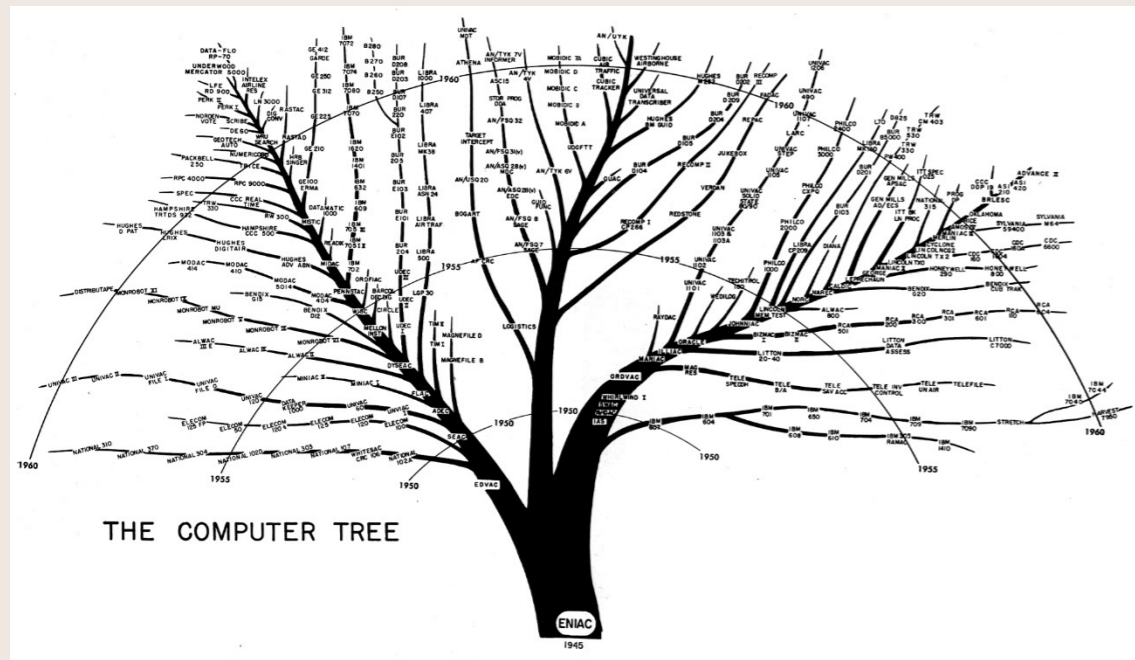
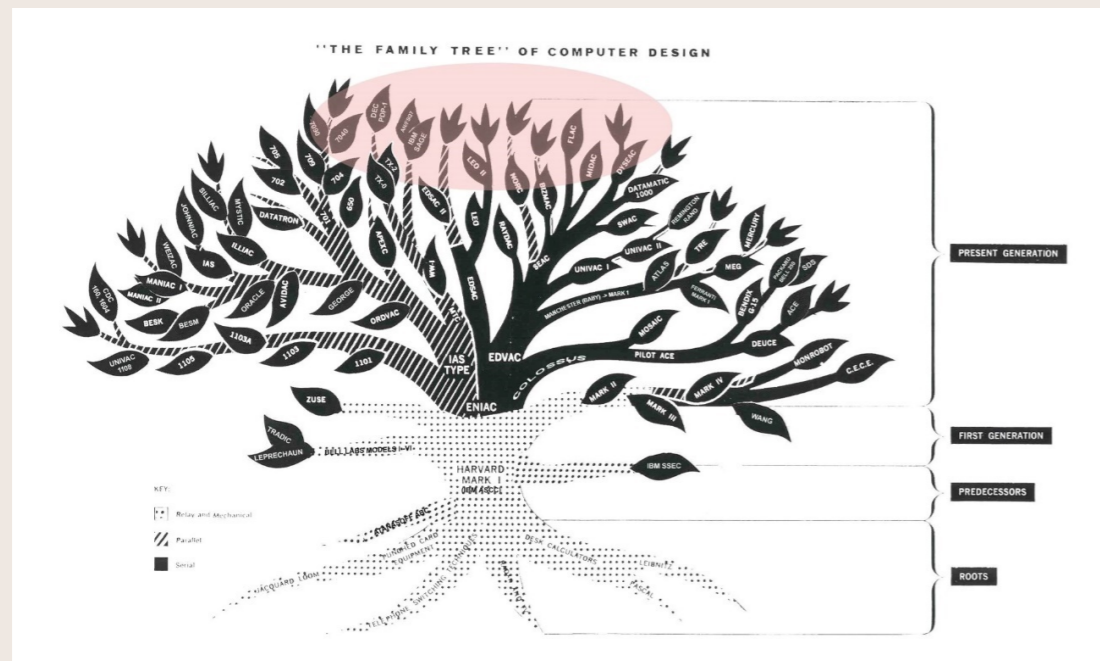


DIAGRAMA DEL ÁRBOL GENEALÓGICO DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES, ELABORADO ORIGINALMENTE PARA UN DOCUMENTO DEL EJÉRCITO ESTADOUNIDENSE, UBICANDO COMO TRONCO U ORIGEN DE TODOS ELLOS AL COMPUTADOR *MAINFRAME* ENIAC. PARA GORDON BELL, ESTE DIAGRAMA ERA ÚTIL PERO NO CORRECTO. FUENTE: ROJAS, R., & HASHAGEN, U. (2000). *THE FIRST COMPUTERS: HISTORY AND ARCHITECTURES* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 8.

·G_3.2.a_5·

#ÁRBOL GENEALÓGICO DISPOSITIVOS COMPUTADORES



ACTUALIZACIÓN DEL DIAGRAMA ORIGINAL THE FAMILY TREE, ELABORADO POR GORDON BELL Y ALLEN NEWELL EN 1960, PUBLICADO POSTERIORMENTE EN EL LIBRO *COMPUTER STRUCTURES: READING AND EXAMPLES* DE 1971. LA ACTUALIZACIÓN CORRESPONDE AL AÑO 2015 Y LA ELABORÓ GORDON BELL PARA EL THE COMPUTER MUSEUM (TCM) DE BOSTON. FUENTE: CORTESÍA DE GORDON BELL.

·G_3.2.b_5·

listamos a continuación.

En Reino Unido se construyeron, además de los Colossus, los computadores tipo *mainframe* como el Manchester Smallscale Experimental Computer o Manchester Baby (junio de 1948) (O'Regan, 2012, 47), diseñado por F.C. Williams y Thomas Kilburn; el Manchester Automatic Digital Computer (MADC), Manchester Mark I o Ferranti Mark I (1948-1951), diseñado por los mismo autores y considerado por muchos como el primer computador comercial (Eames, C., Eames, R., 1973, 161; Ralston, Reily, & Hemmendinger, 2000, 1077); el Pilot ACE (1948-1950), que contó con la participación de Alan M. Turing en su diseño (Randell, Wilkes, & Ceruzzi, 2003, 551); el EDSAC, diseñado por William Renwick y Maurice Vicent Wilkes (presentado el 6 de mayo de 1949), el Lyons Electronic Office I o LEO I⁷ (1951), de Oliver Standingford y Raymond Thompson para la empresa británica J. Lyons & Company, que fue el primer computador desarrollado específicamente para su uso en espacios de oficinas, también en disputa por ser considerado el primer computador comercial de la historia (O'Regan, 2012), o el MV950 (1956), el nombre comercial que tomó el computador basado en el Ferranti Mark I (Ralston, Reily, & Hemmendinger, 2000, 1077).

Otros *mainframes* fueron el Council For Scientific and Industrial Research Automatic Computer o CSIRAC (1949-1964), el cuarto computador del mundo con programa almacenado, construido en Australia por el Australian Research and Industrial Organization (O'Regan, 2012, 35,47-48), y el BARK (1950) en Suecia (Randell, Wilkes, & Ceruzzi, 2003, 548).

En Estados Unidos cabrían destacar la construcción de computadores tipo *mainframe* como el olvidado IBM Selective Sequence Electronic Calculator (SSEC) (1946-1952), en el que nos detendremos a continuación; el IAS Computer (1946-1951), descrito en el informe elaborado por John von Neumann para el Institute for Advanced Study de la Universidad de Princeton; el Whirlwind I o WWI (1945-1956), diseñado por Wesley Clark y Jay W. Forrester en el MIT, presentado en diciembre de 1950 y que será uno de los casos de estudio que veremos más en profundidad en este capítulo; el Harvard Mark II Aiken Relay Calculator (1948) de Howard Aiken, desarrollado en los laboratorios de IBM Suecia (Randell, Wilkes, & Ceruzzi, 2003, 548); el BINAC (1949), diseñado por Eckert-Mauchly; el EDVAC (1945-1951); el ERA 1101 (1950); el SEAC (que se puso en marcha el 20 de junio de 1950), de S.N. Alexander para la National Bureau of Standards, en Washington (Randell, Wilkes, & Ceruzzi, 2003, 551); o el SWAC (1950), diseñado por H.D. Huskey en el NBS Institute for Numerical Analysis en la Universidad de Los Ángeles (UCLA) (Randell, Wilkes, & Ceruzzi, 2003, 551).

A este tipo de computadores se les llamaba *cerebros gigantes* y monopolizaron la construcción de los soportes físicos de la computación desde el nacimiento de la era digital (en 1944) hasta la década de 1970, llegando a dar nombre a este periodo. Se le llamaba la era *mainframe*.

Con su llegada, especialmente la de UNIVAC, la programación (la capa del nivel del *software*) se tornó en algo imprescindible en computación. Y, de la mano de este concepto, surgieron los primeros programas informáticos⁸, los primeros sistemas operativos⁹ y los primeros lenguajes de programación¹⁰. El siguiente paso en la evolución del *software* resultó en la posibilidad de que un

⁷ El LEO I fue la versión comercial del EDSAC británico.

⁸ Como el *compilador*, desarrollado por Grace Murray Hopper para el UNIVAC I, que tuvo un papel determinante en la creación de interfaces, como veremos en los siguientes apartados.

⁹ Este tipo de programa informático (*software*) surgió a medida que los computadores tipo *mainframe* comerciales asumieron trabajos de mayor complejidad. El sistema operativo reemplazó a los seres humanos-habitantes-usuarios/as que performaban el *software* analógico y táctil hasta ese momento, al administrar el flujo de trabajo de un computador con la introducción de tarjetas y papel perforado en su sistema.

¹⁰ Un ejemplo de ello sería la aparición en 1957 de FORTRAM, el lenguaje de programación de IBM, desarrollado para el computador tipo *mainframe* IBM Model 704. También la creación dos años más tarde, en 1959, del primer lenguaje de programación estandarizado, COBOL.

·T_174·

#CRONOGRAMA DISPOSITIVOS COMPUTADORES

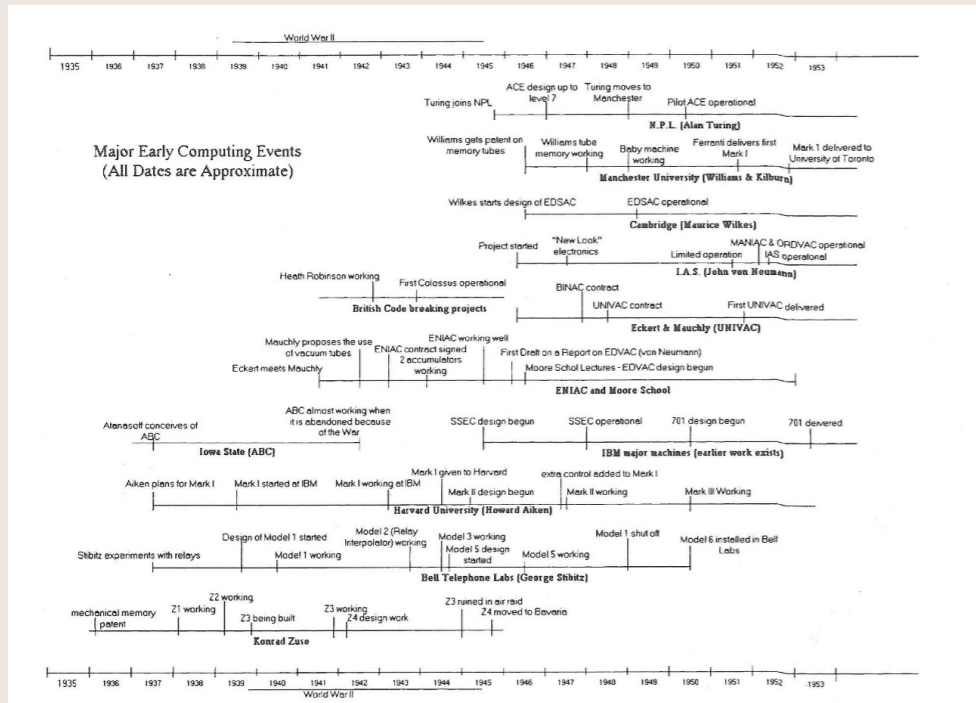


DIAGRAMA CON LA LÍNEA DE TIEMPO DE LOS PRIMEROS Y PRINCIPALES PROYECTOS INFORMÁTICOS, CON LAS PERSONAS E INSTITUCIONES INVOLUCRADAS. MICHAEL R. WILLIAMS. FUENTE: ROJAS, R., & HASHAGEN, U. (2000). *THE FIRST COMPUTERS: HISTORY AND ARCHITECTURES* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 10.

·G_3.2.a_6·

#CRONOGRAMA DISPOSITIVOS COMPUTADORES

Machine	Year	Technology	Control system	Memory size	Data Input/Output	Operations per second
Zuse	1938	M	PT (movie film)	16 M, B, FP	keyboard/lamps	
	1939	R	same	same		+ 1/3, x 1/5
	1941	R - 2,600	same	64 R, B, FP		
		R	PT	1,000 M, B, FP		
The Z3 was the first machine to properly execute a program (on paper tape) - Dec 7, 1941						
Bell Labs	1940	R - 450	3 llys	1? C	3 llys	
	1943	R - 500	PT	5 D	PT	
	1944	R - 1,300	PT	10 D	4 PT	x 1
	1945	R - 1,300	PT	10 D	4 PT	
	1946	R - 9,000	PT	44 D	48 PT	+ 3, x 1
Aiken	1943	M	PT	72 D	PT/TTY	+ 3, x 1/6
	1947	R	PT	50 D, FP	PT/TTY	+ 8, x 1
ABC		V - 600	fixed job	60 B	cards	
Designed to solve systems of linear equations						
SSEC	1948	R - 23,000, V - 13,000	66 PT	158 D	PT	+ 250
IBM 701	1952	V	SP	4,096 B, W	cards	+ 17,000, x 2,200
ENIAC	1945	V - 18,000	plug wires	20 D	cards	+ 5,000
Colossus	1943	V	fixed job		PT	
Baby	1948	V	SP	32 B	switches/crt	
The Manchester 'baby' machine was the first ever to execute a stored program (1948)						
EDSAC	1949	V - 3,000	SP	512 B	PT/TTY	+ 700, x 225
EDSAC was the first really usable stored program computer (1949)						

DIAGRAMA COMPARATIVO ENTRE LOS PRIMEROS PROYECTOS DE LOS SOPORTES FÍSICOS DE LA COMPUTACIÓN. MICHAEL R. WILLIAMS. FUENTE: ROJAS, R., & HASHAGEN, U. (2000). *THE FIRST COMPUTERS: HISTORY AND ARCHITECTURES* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 12.

·G_3.2.b_6·

mismo programa (*software*) pudiera correr e instalarse en diferentes dispositivos computadores. Este hecho supuso una revolución en la informática, como veremos en los siguientes apartados.

En este primer momento de la evolución de la historia de la computación, apuntado por Ceruzzi, además de surgir los soportes físicos de la computación tipo *mainframe* (Primera Generación de la computación), surgió otro nuevo tipo, los supercomputadores (S), dentro de la Segunda Generación de la computación, como vimos en el apartado 2.6. A este tipo de computadores pertenece el CRAY (1958), la Serie CDC 6000 (1960) y, especialmente, el CDC 6600 (1964), desarrollados, todos ellos, dentro de la empresa Control Data Corporation (CDC) y diseñados por Seymour Cray¹¹ y James E. Thornton. Estos supercomputadores (S) fueron los primeros en ser transistorizados (es decir, en sustituir las válvulas de vacío por los transistores bipolares), junto con el Transac S-2000 (1957), que ostenta el título de primer computador comercial transistorizado tipo *mainframe*, según el MHI. En estos primeros albores de la computación, el soporte físico de un supercomputador (S) era muy similar al de un computador tipo *mainframe* (M).

Para organizar, sobre todo, los DC/DA tipo *mainframe* correspondientes a la Primera Generación de la Computación, se empezaron a elaborar diagramas similares al de las Pre Generaciones de Bell. Así, el mismo Gordon Bell, elaboró árboles por familias de dispositivos (por ejemplo, el correspondiente a los computadores descendientes del ENIAC, desarrollado con para un documento del ejército estadounidense, o el árbol genealógico de Bell y Newell, publicado dentro de su libro *Computer Structures: Reading and Examples*, de 1971) (Bell, 1971, 39) [Fig.G_3.2.a_5, Fig.G_3.2.b_5] así como diversas líneas de tiempo y cronogramas para comparar, ordenar y clasificar los DC/DA de la época, como las elaboradas por el historiador Michael R. Williams (Rojas & Hashagen, 2000, 10-12) [Fig.G_3.2.a_6, Fig.G_3.2.b_6].

El documento gráfico más importante que intentaba clasificar todos los primeros soportes físicos de los computadores tipo *mainframe* (M), *The Family Tree of Computing Design*, de Bell y Newell, fue, como si de una premonición se tratara, publicado por primera vez en el capítulo de su libro *Computer Structures: Reading and Examples* (1971) titulado elocuentemente «El espacio del computador» o «The computer space» (Bell, 1971, 39). La relación bidireccional entre la computación y la arquitectura volvía a emerger, aunque lo hiciera de forma velada en el nombre de la sección que ordenada todos estos dispositivos computadores. Y quizá Bell y Newell la nombraran así porque describía bien a todos los espacios arquitectónicos construidos por los computadores digitales tipo *mainframe*. El árbol genealógico del diseño computacional englobaba casi todas esas primeras arquitecturas de la computación, que eran espacios habitados y recorridos.

Como señala el historiador Gerard O'Regan, los primeros computadores digitales tipo *mainframe* eran enormes dispositivos que ocupaban grandes habitaciones (O'Regan, 2012, 25, 35), incluso ocupaban edificios enteros (O'Regan, 2012, 24), y se convertían en edificios de varias plantas, como veremos con posterioridad. Constituían unas arquitecturas completas y complejas que eran habitadas y vividas, tanto por agentes humanos como por no humanos¹². Esa misma

¹¹ Seymour Cray entró a trabajar en 1950 en la empresa Engineering Research Associates (ERA) y trabajó en el desarrollo del computador ERA 1101, uno de los primeros computadores comerciales (UNIVAC, Ferranti Mark I o LEO I se disputan ese título). La compañía ERA fue adquirida por Remington Rand, junto con la empresa Eckert-Mauchly Computer Corporation, que estaba desarrollando UNIVAC I, y así fue como el computador que estaba desarrollando Cray, el ERA 1101, se convirtió en el UNIVAC 1101 (1950).

¹² Existe una anécdota muy famosa de la que se ha escrito mucho (Kidwell 1998, 5-9) sobre cómo el 9 de septiembre de 1947, a las 3:45 de la tarde, Grace Murray Hopper y sus colaboradores encontraron un insecto (*bug* en inglés y alemán), en concreto una polilla muerta que había cortado uno de los circuitos del Harvard Mark II Aiken Relay Calculator (un computador electromecánico). La polilla quedó atrapada en el relé número 70 del panel F y el computador se paró de repente. Hopper y su equipo inspeccionaron el dispositivo y encontraron a este agente no humano ya muerto dentro de la arquitectura del computador. Despegaron el insecto del relé y lo pegaron con cinta adhesiva al libro de registro de la máquina, escribiendo un informe tras el incidente (Hopper 1981, 285-286). Tras la publicación de esta anécdota, se le

#COMPUTADORES COMO ESPACIOS

«BASICALLY, YOU KNOW THE STORY: WHEN THIS GUY, THIS IS SUTHERLAND AGAIN, STARTS WITH HIS FIRST DRAWING PROGRAM, HE'S WORKING WITH A 22 CM MONITOR SURROUNDED BY A HUNDRED SQUARE METERS OF COMPUTER. THIS COMPUTER IS NOT IN A ROOM, IT IS THE ROOM.»

[WIGLEY, 2004, 42]

·G_3.2.a_7·

#MAINFRAMES, TUBOS DE VACÍO, TRANSISTORES BIPOLARES

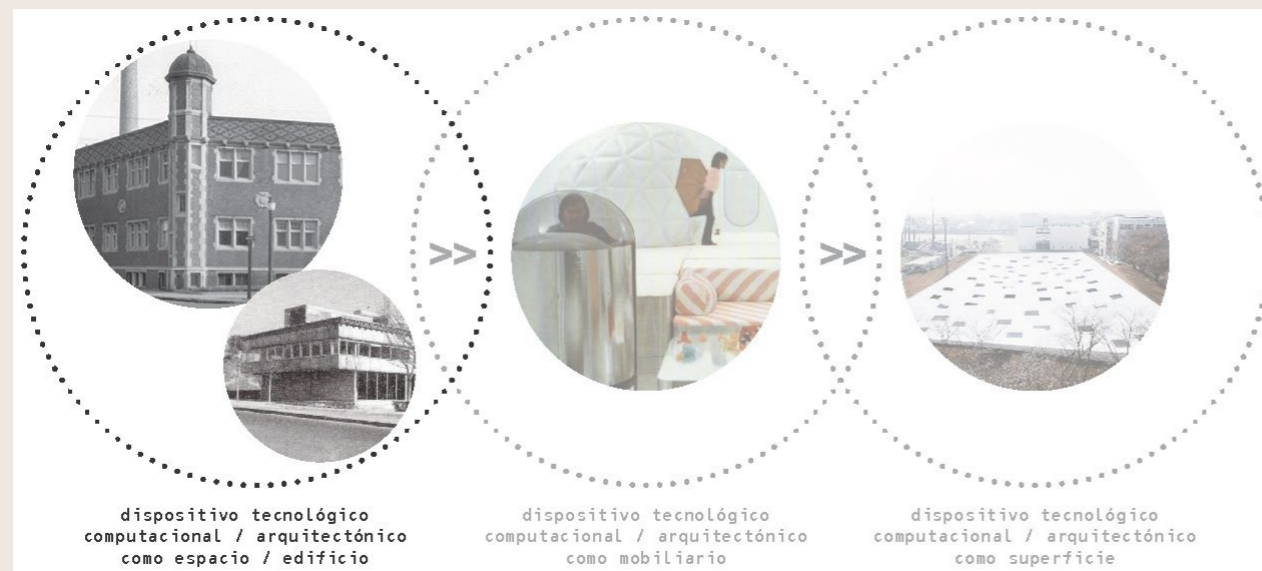


DIAGRAMA CORRESPONDIENTE A LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2.3 DE LA TESIS. EN LA PRIMERA EPISTEME DE LA COMPUTACIÓN, CORRESPONDIENTE AL NACIMIENTO DE LA ERA DIGITAL, LOS DC/DA ERAN ESPACIOS QUE SE HABITABAN Y SE RECORRIAN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_3.2.b_7·

reflexión la hacía Mark Wigley al hablar del trabajo de Ivan Sutherland mientras elaboraba su tesis doctoral sobre Sketchpad en el MIT. Para Wigley, Sutherland trabajaba mirando un pequeño monitor verticalmente de 22 cm rodeado por cientos de metros cuadrados de computador, porque en ese momento de la historia de la computación, el dispositivo no está dentro de un espacio arquitectónico (una habitación); el computador es la habitación (Wigley, 2004, 42).

«Basically, you know the story: when this guy, this is Sutherland again, starts with his first drawing program, he's working with a 22 cm monitor surrounded by a hundred square meters of computer. This computer is not in a room, it is the room.» (Wigley, 2004, 42).

Y es que, en las primeras décadas, tras el nacimiento de la era digital de la computación, los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos computadores eran, literalmente, espacios arquitectónicos.

Como ya hemos visto anteriormente, la hipótesis específica 2.3. de esta tesis doctoral postula que los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos contemporáneos computacionales/ arquitectónicos se encogen. Parten de una situación en la que estos DC/DA configuran arquitecturas de la computación, estudiadas en este capítulo [Fig.G_3.2.b_7].

El escritor de ciencia ficción estadounidense William Gibson ha bautizado a ese espacio surgido en estas nuevas arquitecturas, las primeras arquitecturas de la computación, como el *ciberspacio* (en la cibernética es ese el término para definir el espacio definido por los DC/DA), en su famosa novela *Neuromante* o *Neuromancer* de 1984 (Gibson, 1984).

Para Gibson, el nuevo espacio electrónico dentro de los dispositivos computadores, muchas veces sin programa ni sentido, pero con una atmósfera muy evocadora, era el sustituto perfecto del espacio exterior como patio de recreo para inscribir las acciones del protagonista de su novela de ciencia ficción.

La colección de nuevos espacios arquitectónicos, de *ciberspacios*, construidos a base de la implementación de todos estos avances tecnológicos (tubos de vacío, transistores bipolares, memorias de ferrita...), seguían siendo espacios inaccesibles y ocultos a los ojos de la sociedad.

Poco se sabía de los DC/DA más allá de las pocas personas-habitantes-usuarias que tenían acceso a uno, o de las que debían enviar pilas de tarjetas perforadas a un/a experto/a operador/a entrenado/a que les devolvía una copia críptica en un informe unos días después. El tipo de relaciones establecidas con estos espacios arquitectónicos hicieron que en el imaginario colectivo el computador adquiriera un cierto aire místico (Cuneo, 2011, 133) y de misterio, como el que suscitaba el monolito de la película *2001: Una Odisea del Espacio*, de Stanley Kubrick, cuyo ensayo gráfico abre este capítulo. A los ojos del público eran espacios fríos, pesados, con mucho poder (Gresh & Weinberg, 2001, 5) y asociados hasta ese momento al ejército y a la lucha militar en tiempos de guerra (Swedin & Ferro, 2007, ix).

El primer computador tipo *mainframe* (M) que llegó para cambiar esa tendencia fue uno de los grandes olvidados en las historias de la computación, pero que cobra especial relevancia en esta tesis: el Selective Sequence Electronic Calculator o SSEC (1946-1949-1952), de IBM, desarrollado inicialmente en las instalaciones de la empresa en Endicott e instalado con posterioridad en el Midtown de Manhattan, Nueva York.

adjudicó erróneamente a Hopper la utilización por primera vez de los términos *bug* and *debug* con una nueva acepción en su definición - un error o un mal funcionamiento de un dispositivo. El uso del término *bug* con esta nueva acepción se le debe atribuir con mucha antelación a Thomas Edison en una carta escrita en 1878 (Shapiro 1984, 164; Shapiro 1987, 377). La presencia de estos seres no humanos en estas arquitecturas de la computación iniciaba una de las historias más famosas entono al mundo de la informática.

·T_176·

#SSEC (1949-1952)

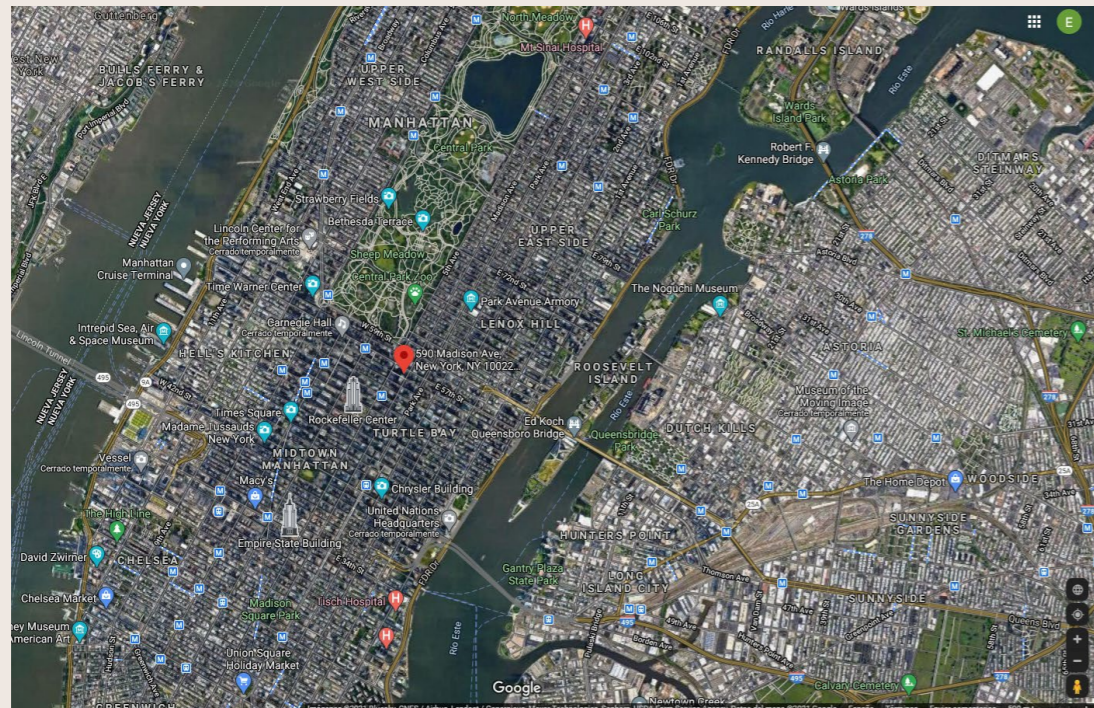


IMAGEN AÉREA DE LA UBICACIÓN (PUNTO ROJO) DE LA SEDE CENTRAL DE IBM EN 1948, EN EL NÚMERO 590 DE MADISON AVENUE, MANHATTAN, NUEVA YORK. FUENTE: CAPTURA DE GOOGLE MAPS ELABORADA POR LA AUTORA.

·G_3.2.a_8·

#SSEC (1949-1952)



IMAGEN DE LA FACHADA DE LA SEDE CENTRAL DE IBM Y DE LA CARCASA EXTERIOR DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR TIPO *MAINFRAME*(M) SSEC (1948-1952) EN EL NÚMERO 590 DE MADISON AVENUE, MANHATTAN, NUEVA YORK. SSEC ESTUVO IMBRICADO EN LAS DOS PRIMERAS PLANTAS, EN LA PLANTA BAJA A PIE DE CALLE Y EN LA PRIMERA, DESDE SU INAUGURACIÓN, EN ENERO DE 1948, HASTA SU DESMONTAJE, EN JULIO DE 1952. EL EDIFICIO FUE DEMOLIDO EN 1977 PARA CONSTRUIR LA NUEVA SEDE REGIONAL DE LA COMPAÑÍA A PARTIR DE 1978, UNA TORRE DE 43 PLANTAS. FUENTE: WORLD HEADQUARTERS, N.Y. CITY, ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.IBM.COM/IBM/HISTORY/EXHIBITS/VINTAGE/VINTAGE_4506VV2045.HTML](https://www.ibm.com/ibm/history/exhibits/vintage/vintage_4506VV2045.html)

·G_3.2.b_8·

El computador *mainframe* SSEC.

El SSEC, diseñado por el astrónomo y profesor estadounidense Wallace John Eckert de Lee y Robert .R. «Rex» Seeber, Jr., en colaboración con el Watson Scientific Computing Columbia University Laboratory, estuvo imbricado en las dos primeras plantas a pie de calle (en la planta baja y la primera) de la sede central de IBM en esos momentos, desde que ésta se inauguró en enero de 1948 (el SSEC se presentó oficialmente en enero de 1949, un año después, aunque lo empezó a desarrollar Eckert dos años antes, en 1946). La empresa estaba situada en el corazón de la gran manzana, en el número 590 de Madison Avenue [Fig.G_3.2.a_8, Fig.G_3.2.b_8], en un edificio de veinte plantas, con más de 9.000 m² (100.000 pies cuadrados), que albergaba los despachos de todos los altos ejecutivos de la empresa, incluido el del presidente, así como los departamentos de venta y de atención al cliente que daban servicio al área de Nueva York.

También fue la edificación que años más tarde (entre 1952 y 1953) se encargaría de renovar el arquitecto Eliot Noyes, como uno de los primeros encargos que éste acometió para la gigantesca empresa y el lugar donde estuvo expuesta durante casi seis años la investigación en forma de exposición que llevaron a cabo Ray y Charles Eames titulada *A Computer Perspective* (1973-1978) por encargo de IBM (y de Noyes).

El 590 de Madison Avenue, desde su inauguración, también albergó el *ciberespacio* que sacó el dispositivo computador tipo *mainframe* a la calle. El SSEC se construyó ocupando más de 300 m² (como medio campo de fútbol) entre la planta baja de acceso al edificio y la planta primera de la torre y media 18,39m x 12,20m x 24,40m en forma de U (Cruz, 2003) [Fig.G_3.2.a_9]. El ciberespacio construido por este dispositivo computador en tan sólo dos años, hacía las veces de hall principal de acceso a la sede central de IBM, con lo que toda persona que tuviera que entrar al edificio debía recorrer su interior y habitarlo, al menos, durante unos minutos [Fig.G_3.2.b_9].

El SSEC era, a diferencia de la mayoría de los ciberespacios construidos por la computación en forma de soportes físicos de computadores tipo *mainframe* (M) hasta la fecha, una arquitectura de la computación pública, abierta, expuesta, de acceso libre y muy visible, ya fuera de las instituciones gubernamentales y académicas en las que se habían desarrollado hasta el momento [Fig.G_3.2.a_10].

Desde que en 1943 el presidente de IBM, Thomas J. Watson, hiciera unas declaraciones en las que *vaticinaba* que se estaba creando un mercado mundial para, quizá, cinco computadores (Wurster, 2002, 44), IBM se lanzó a la carrera del diseño y la construcción de estos dispositivos con su participación en el Harvard Mark I (1937-1945) y con el SSEC (1946-1952). A pesar de que Watson erró en sus cálculos y predicciones estrepitosamente, IBM empezó a destinar parte de sus recursos económicos a construir este tipo de DC/DA. Y con inversión económica por parte de la empresa vino consigo una estrategia de marketing asociada, que se mantuvo estable en la compañía durante muchos años, como estudiaremos con posterioridad (ya que fue similar a la que se implantó en las arquitecturas de IBM propuestas en Europa y España).

La estrategia de mercadotecnia consistía en hacer muy visibles las propuestas comerciales de IBM, ubicándolas en todas sus sedes a pie de calle, en plantas bajas completamente acristaladas, que dejaban ver las innovaciones tecnológicas a los peatones y viandantes. Así el SSEC era muy visible desde la calle (tanto para el tráfico de peatones como de vehículos) y, además, se organizaban visitas guiadas en su interior. A pesar de ser un computador *mainframe* muy olvidado por los/as historiadores/as de la computación, destaca porque fue el primero en el que las instrucciones (su proto *software*) se almacenaban realmente como datos, en la misma ubicación física (Bashe, 1982, 296).

Además de este hecho, el soporte físico del SSEC inauguró otra tendencia en el diseño y el proyecto de estos ciberespacios: fue el primer dispositivo que elevó todos sus componentes sobre un suelo técnico para ocultar a la vista su cableado y sus conexiones e impedir, así, que

·T_177·

#SSEC (1949-1952)

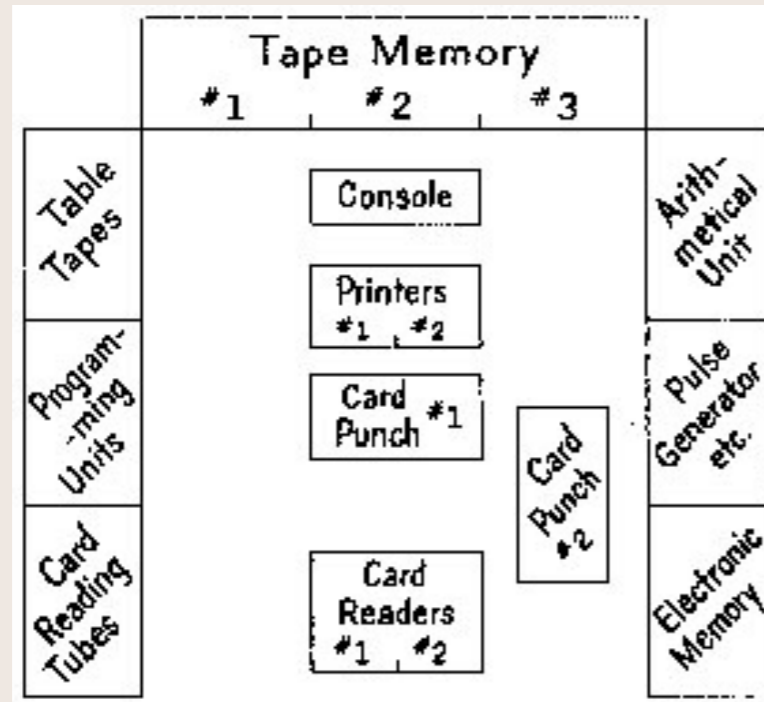


DIAGRAMA DE LA PLANTA EN U DEL SOPORTE FÍSICO DE LA COMPUTACIÓN SSEC (1946-1952). FRANK DA CRUZ. 2003. EN EL SE ELIMINÓ DELIBERADAMENTE SU ESTRUCTURA CENTRAL, LOS TRES PILARES QUE LE DABAN SUSTENTO. FUENTE: CRUZ, F. D. (2003). THE IBM SELECTIVE SEQUENCE ELECTRONIC CALCULATOR. ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.COLUMBIA.EDU/CU/COMPUTINGHISTORY/SSEC.HTML#SOURCES](http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/ssec.html#sources)

·G_3.2.a_9·

#SSEC (1949-1952)



IMAGEN DEL INTERIOR DEL SSEC (1948-1952), TOMADA DESDE LA ESCALINATA DE ACCESO DESDE LA CALLE, EN EL 590 MADISON AVENUE, CON DOS PERSONAS (UNA MUJER Y UN HOMBRE) COMO HABITANTES-USUARIOS DE ESTE CIBERESPACIO. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102657049).

·G_3.2.b_9·

los/as visitantes tropezaran con ellos (Sulbaran, 2014). El dispositivo computador SSEC fue el primero que se construyó siguiendo la configuración típica descrita por Ceruzzi para este tipo de computadores: un espacio arquitectónico cuya instalación incluía una colección de armarios o racks colocados sobre un suelo de baldosas elevadas unos centímetros por encima del suelo real (un suelo técnico), dejando espacio para los numerosos cables gruesos de conexión que serpenteaban de un armario a otro y que dejaba espacio bajo el suelo para la circulación del aire acondicionado que equipaba siempre a este tipo de arquitecturas (Ceruzzi, 2003, 71). De hecho, Ceruzzi explicaba que los espacios de estas primeras arquitecturas de la computación tenían su propio sistema de control del clima (diseño y control higrotérmico del aire interior que configuraban con sus envolventes), ya que esta infraestructura era independiente y estaba separada de las instalaciones del resto de la edificación. Eso hacía que los interiores de los ciberespacios fueran espacios mucho más confortables para las personas en un caluroso día de verano (Ceruzzi, 2003, 71). Como veremos más adelante, los primeros espacios de la computación estaban equipados con sistemas de refrigeración y aire acondicionado que, como ocurrió en el momento de su invención¹³, no estaban destinados a proporcionar confort higrotérmico a sus habitantes humanos sino al de los componentes tecnológicos que los constituían, en este caso, las válvulas de vacío y los transistores bipolares. Estos elementos disipaban mucho calor en su funcionamiento y necesitaban del diseño y control del aire que ocupaban para mejorar su fiabilidad y permitir un uso más o menos prolongado de los computadores que conformaban.

El DC/DA empezaba a depurarse visualmente y a esconder sus conexiones, sus componentes y sus elementos tecnológicos en pro de un espacio arquitectónico que, al inaugurar su contacto con el gran público, había de ser higienizado. Se debía construir un entorno limpio de cableado y conexiones y, para ello, se empezó a jugar con la sección arquitectónica de este tipo de arquitecturas. Se implementó un elemento constructivo nuevo, el suelo técnico, que introducía una variable en el eje cartesiano de las coordenadas «z», que ocultaba parte del hardware del computador, es decir, toda aquella tecnología e infraestructura que hacía que el dispositivo computador funcionase.

Tan exacerbado era este ocultamiento del hardware del DC/DA, que en el folleto que se entregó en la ceremonia de inauguración del SSEC, en enero de 1948, se retocaron deliberadamente las imágenes para eliminar y hacer desaparecer los pilares centrales del espacio que le daban soporte, tras el comentario vertido por el presidente de IBM antes de misma. Watson apuntó que la amplitud del espacio central del computador SSEC se veía obstaculizada por las grandes columnas negras que lo presidían y pidió que fueran eliminadas inmediatamente antes de su presentación oficial al público el 27 de enero de 1948 (Cruz, 2003). Como era obvio, al estar en la parte central de la base de la torre de IBM, no pudieron demolerse, pero sí se hicieron desaparecer en el folleto entregado [Fig.G_3.2.b_10].

En el mundo ideal de los ciberespacios y las arquitecturas de la computación, tanto la

¹³ Cuando el 17 de julio de 1902 Willis Haviland Carrier diseñó el primero sistema de aire acondicionado moderno, lo hizo en primer lugar para implementarlo en un espacio industrial que no estaba habitado por humanos, principalmente (Carrier, 2020). Acceso el 4 de junio de 2020 desde: <https://www.carrier.com/commercial-refrigeration/es/ib/about/willis-carrier/#:~:text=El%20d%C3%ADa%2017%20de%20julio,de%20vivir%2C%20trabajar%20y%20actuar>. Lo hizo para controlar los cambios de temperatura y humedad del aire del interior de un taller de impresión en Brooklyn, Nueva York, que alteraban ligeramente las dimensiones del papel y que impedían alinear correctamente las tintas en su impresión a color. El aire acondicionado permitió diseñar y controlar un aire y ambiente interior estable que permitió al impresor de Brooklyn imprimir a cuatro tintas sin ninguna complicación. La patente del aire acondicionado se consiguió en 1906 pero no fue hasta 1924 cuando Carrier implementó su Máquina de Refrigeración Centrífuga en un espacio destinado al habitar humano principalmente: el sótano del comercio departamental Hudson, en Detroit, Michigan. Y fue en 1925 cuando dio el siguiente paso en su democratización y uso para procurar el confort a los seres humanos: cuando se instaló en las salas de cine del Teatro Rivoli, en Nueva York, para las sesiones continuas de cine de ese verano. Su implementación fue un éxito rotundo y ha derivado en su implementación hasta nuestros días en la mayoría de los espacios que habitamos en las sociedades occidentales.

#SSEC (1949-1952)



IMAGEN DEL INTERIOR DEL SSEC EN EL HALL DE ENTRADA A LA SEDE CENTRAL DE IBM EN EL 590, MADISON AVENUE, MANHATTAN, NUEVA YORK. NÓTESE LA PRESENCIA DE LOS TRES PILARES CENTRALES CILÍNDRICOS EN EL ESPACIO INTERIOR DEL COMPUTADOR. FOTOGRAFÍA OFICIAL DISTRIBUIDA POR IBM. CA. 1948. EN PRIMER PLANO APARECEN KEN CLARK, BETSY STEWARD, Y EN EL FONDO APARECEN TED CODD Y AETNA WOMBLE. FUENTE: CORTESÍA DE HERB GROSCHE. CRUZ, F. D. (2003). THE IBM SELECTIVE SEQUENCE ELECTRONIC CALCULATOR. ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.COLUMBIA.EDU/CU/COMPUTINGHISTORY/SSEC.HTML#SOURCES](http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/ssec.html#sources)

·G_3.2.a_10·

#SSEC (1949-1952)

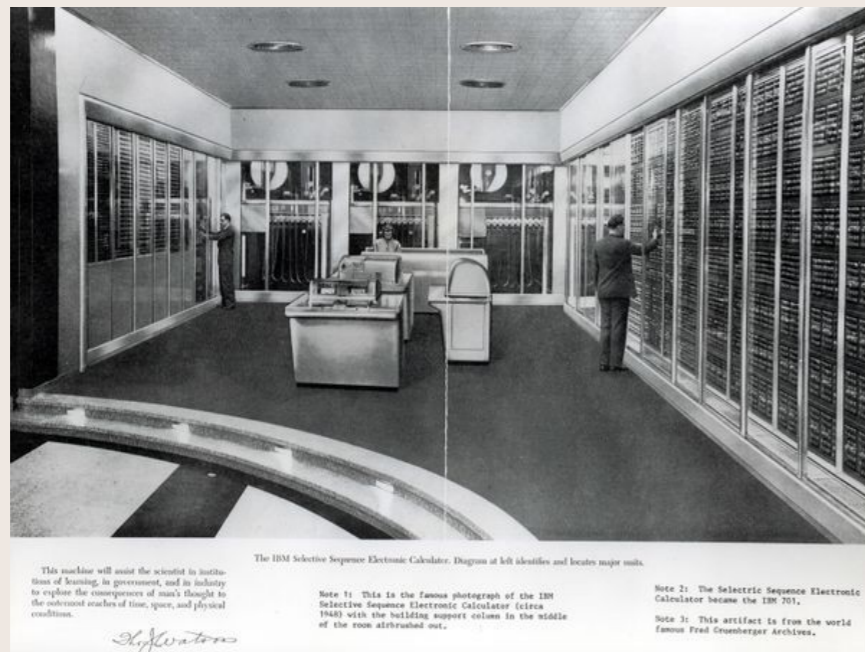


IMAGEN RETOCADA DEL INTERIOR DEL SSEC EN EL HALL DE ENTRADA A LA SEDE CENTRAL DE IBM EN EL 590, MADISON AVENUE, MANHATTAN, NUEVA YORK. EN ELLA SE VEN A BILL MCCLELLAND A LA IZQUIERDA, A BETSY STEWART EN LA CONSOLA CENTRAL Y A UN INGENIERO A LA DERECHA. NÓTESE QUE SE HAN ELIMINADO DELIBERADAMENTE DE LA FOTOGRAFÍA LOS TRES PILARES CENTRALES CILÍNDRICOS QUE CONFORMABAN LA ESTRUCTURA DEL ESPACIO CONFIGURADO POR EL COMPUTADOR MAINFRAME SSEC. FUE LA FOTOGRAFÍA OFICIAL DISTRIBUIDA POR IBM E INCLUIDA EN EL DOSIER ENTREGADO EN LA CEREMONIA DE INAUGURACIÓN. CA. 1948. FUENTE: CORTESÍA DE HERBERT R.J. GROSCHE. CRUZ, F. D. (2003). THE IBM SELECTIVE SEQUENCE ELECTRONIC CALCULATOR. ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTP://WWW.COLUMBIA.EDU/CU/COMPUTINGHISTORY/SSEC.HTML#SOURCES](http://www.columbia.edu/cu/computinghistory/ssec.html#sources)

·G_3.2.b_10·

estructura como sus conexiones, es decir, su hardware, debía desaparecer. En estos espacios arquitectónicos no debía haber estructura, desafiando a la gravedad y al resto de las leyes físicas.

Como escribía y firmaba Watson en el folleto trucado entregado en la ceremonia de presentación de SSEC, el computador ayudaría a los/as científicos/as a explorar las consecuencias del pensamiento humano en los extremos del tiempo, del espacio y de las condiciones físicas (Cruz, 2003). Todo ello lo haría constituyendo un espacio arquitectónico determinado en sí mismo.

En este momento se produjo una paradoja; a la vez que los primeros espacios de la computación se hacían visibles y se socializaban a través de la incorporación del SSEC a la vida pública de Nueva York, éstos se cajanegrizaban, de alguna manera, al ocultar y apartar de la vista muchos de los componentes constructivos que hacían comprensible a los ojos de una persona no experta parte de su funcionamiento y conexiones. Y no es de extrañar que, en los primeros ciberespacios, en los espacios surgidos en los primeros computadores, se produjera esta tendencia hacia la cajanegrización, puesto que para el filósofo estadounidense y pionero de la tecnología Theodor Holm Nelson el computador es, en sí mismo y en abstracto, como una caja negra (programada, eso sí, para ejecutar funciones predeterminadas) de un dispositivo universal (adaptado a varios contextos) (Nelson, 1970, 17).

«The notion of the computer as a black box (programmed to execute predetermined functions) from the universal machine (adapted to several contexts).» (Nelson, 1970, 17).

La estética, la materialidad y el diseño visual del SSEC fueron minuciosamente estudiados por sus diseñadores al estar a la vista de la sociedad. Sus superficies brillantes, pulidas y satinadas, de materiales nobles y de colores sobrios, todas ellas limpias e impolutas, contrastaban con la estética más informal desplegada en las arquitecturas de sus antecesores, como la del Whirlwind I, como veremos en los siguientes apartados.

La frenética actividad desplegada por SSEC, incomprensible para el común de los mortales, influiría significativamente en la construcción del imaginario del ciudadano/a estadounidense en torno a los computadores (su imagen y su comportamiento) (Cruz, 2003).

El SSEC fue muy importante en la presentación de este tipo de arquitecturas al gran público. No sólo lo hizo inscribiéndose en el espacio de la esfera social (para abandonar el espacio de los/as expertos/as en el que había estado recluido hasta la fecha) sino que lo hizo también a través del entretenimiento, protagonizando películas de ficción y siendo portada de importantes revistas de tirada casi nacional, como *The New Yorker*.

El dispositivo computador SSEC inspiró incluso a cineastas, apareciendo en la película *Walk East on Beacon!*, de Alfred L. Werker, en 1952, justo antes de su desmontaje, como si fuera el interior del Montrose Laboratory en la trama de la película [Fig.G_3.2.b_11].

También inspiró a toda una generación de dibujantes para presentar y representar al computador, ese nuevo dispositivo tecnológico, dándolo a conocer a la sociedad en general. Fue portada de la revista semanal *The New Yorker*, el 11 de febrero de 1961 [Fig.G_3.2.a_12]. En ella el nuevo ciberespacio interior aparecía repleto de una serie de paneles del tamaño de una pared cubiertos con luces, medidores, diales, interruptores y rollos de cinta giratoria, todos ellos operados por una mujer programadora (Cruz, 2003). Este ser humano habitaba el espacio del computador, sentándose frente al panel de control del dispositivo, muy concentrada e iluminada únicamente por una pequeña luz (en este caso amarilla, no azul). A su vez, fue el protagonista de muchas tiras cómicas incluidas en diversas revistas de informática, más especializadas que *The New Yorker*, como *Computers and automation*, en su número de enero de 1963 [Fig.G_3.2.b_12]. En la tira cómica de la revista aparecían de nuevo dos seres humanos trabajando, en este caso dos hombres, en el interior de un computador tipo *mainframe* como el SSEC. En las publicaciones infantiles del siglo XXI también se recoge esta condición espacial de los primeros

#COMPUTER AS A BLACK BOX

«THE NOTION OF THE COMPUTER AS A BLACK BOX (PROGRAMMED TO EXECUTE PREDETERMINED FUNCTIONS) FROM THE UNIVERSAL MACHINE (ADAPTED TO SEVERAL CONTEXTS).»

(NELSON, 1970, 17)

·G_3.2.a_11·

#SSEC (1949-1952)



FOTOGRAMAS DE LA PELÍCULA *WALK EAST ON BEACON!*: ALFRED L. WERKER. 1952. EL SSEC SE CONVIRTIÓ EN LA ESCENOGRAFÍA DEL MONTROSE LABORATORY EN LA TRAMA DEL FILME. FUENTE: DE ROCHEMONT, L. (PRODUCER), & WERKER, A. L. (DIRECTOR). [1952]. *WALK EAST ON BEACON!* [VIDEO/DVD] COLUMBIA PICTURES. ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=4_LAVKMILS8](https://www.youtube.com/watch?v=4_LAVKMILS8)

·G_3.2.b_11·

computadores digitales, como se muestra en la ilustración del libro *Cómo funciona un ordenador* (2017) [Fig.G_3.2.a_13].

Las válvulas de vacío como las neuronas humanas.

La implementación de las válvulas de vacío en los primeros dispositivos computadores tipo *mainframe* que hemos visto hasta ahora se fundamentaba en una de las primeras metáforas biomorfitas que la computación ha utilizado a lo largo de su historia para evolucionar: la válvula de vacío como la neurona cerebral, parte del sistema nervioso humano.

Esta comparación entre los componentes básicos de un cerebro humano y los de un dispositivo computador está basada en una de las características más desconcertantes de la informática, a los ojos de una persona sin formación en la disciplina: el cómo se pueden producir capacidades tan asombrosas como las del computador, a través de la combinación de, sólo, unos pocos circuitos lógicos básicos. Mediante la combinación de las expresiones lógicas «y», «o» y «no» o sus equivalentes matemáticos, la suma, la resta, la multiplicación y la negación de los dígitos «1» y «0» es como nuestros computadores realizan sus acciones. La clave reside en agregar el número suficiente de estos tipos de circuitos (en forma de válvulas de vacío o transistores bipolares) al soporte físico del computador: unas pocas decenas para realizar cálculos aritméticos sencillos, unos pocos cientos para realizar cálculos más complejos, unas decenas de miles para configurar un computador digital, y millones y miles de millones para almacenar y manipular imágenes, etc. (Ceruzzi, 2012, 82). Así se establece la analogía entre neuronas y transistores (como circuitos lógicos): si nuestros cerebros inteligentes se caracterizan por el número de células neuronales que poseen frente a otras especies¹⁴ y la capacidad de cálculo de un computador aumenta cuando se incrementan el número de circuitos lógicos que posee, el silogismo entre ambos elementos está claro.

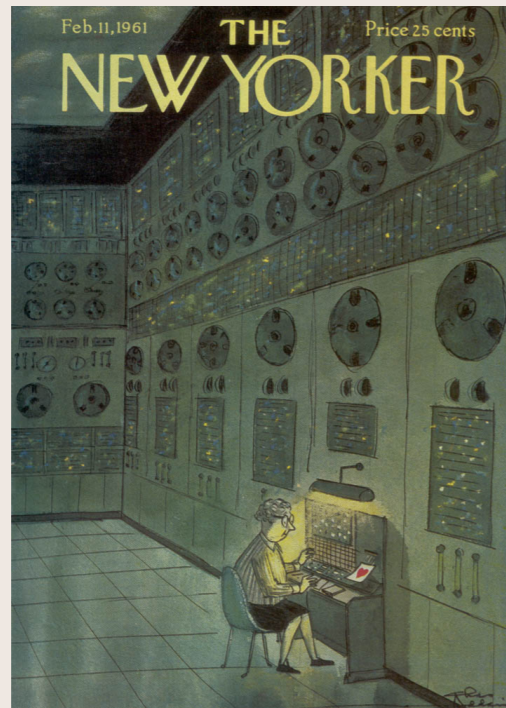
Neuronas humanas = válvulas de vacío

En 1948, Norbert Wiener, en su libro *Cibernética*, ya postulaba paralelismos morfológicos y funcionales entre los primeros dispositivos computadores y el sistema nervioso humano, comparando, por ejemplo, la sinapsis nerviosa con los tubos o válvulas de vacío que caracterizaban los *mainframes* o *macrocomputadores* de esta ventana espacio-temporal Wiener, N. (1948). *Cybernetics: or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Nueva York, París: John Wiley & Sons; París: Hermann., 141-142.

De hecho, a través de esta semejanza, fue como propuso sustituir a los/as *computadores/as-personas* por dispositivos tecnológicos computadores para calcular las trayectorias, los movimientos y las velocidades de los proyectiles en los escudos antiaéreos. Como describe el historiador y arquitecto Reinhold Martin (Martin, 2003, 20), esta semejanza entre el soporte físico del computador y el *hombre* (no un ser humano sino un individuo hombre cis hetero caucásico blanco) se dio al mismo tiempo que el historiador de arquitectura suizo Sigfried Giedion escribió *Mechanization Takes Command: A Contribution to Anonymous History*, en 1948 (La mecanización toma el mando) (Giedion, 1978). En su texto, Giedion mostraba los diagramas de configuración y los componentes de lo que debería ser un *nuevo tipo de hombre* que, conscientemente, se autoadaptara a los avances tecnológicos que estaban ocurriendo en esta episteme de la computación: el nacimiento de la era digital. Este símil entre los órganos del nuevo *hombre* y ciertos dispositivos tecnológicos no era nuevo ya que, desde los años veinte del siglo XX, el discurso de las vanguardias artísticas ya lo venía explorando. El trabajo de László Moholy-Nagy, Frank y Lilian Gilbreth, Frederick Winslow Taylor y Harold Edgerton y Mareys ya estaban

¹⁴ El número de neuronas que posee un cerebro de *Homo sapiens* es mucho mayor que el de otros animales, como un gato o un gusano.

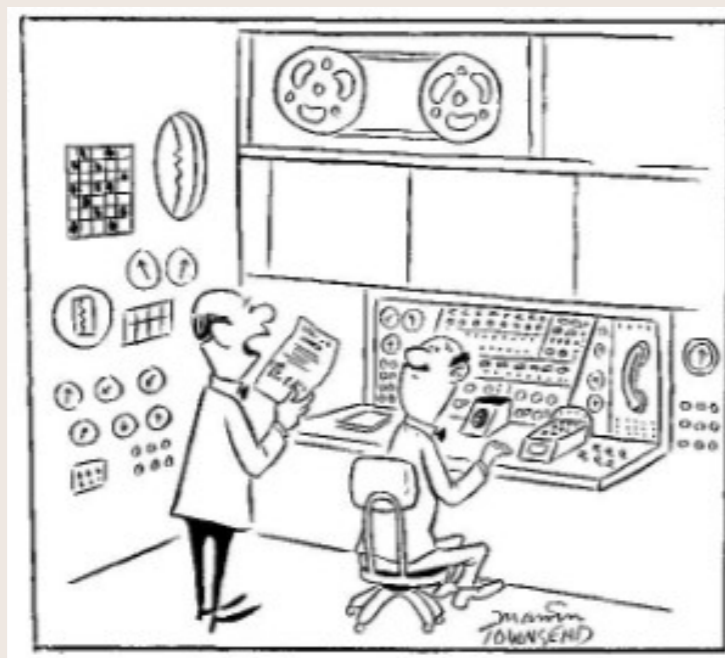
#SSEC (1949-1952)



PORTADA DE LA REVISTA SEMANAL THE NEW YORKER, 11 DE FEBRERO DE 1961. FUENTE: ARCHIVO DE INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION (IBM).

·G_3.2.a_12·

#SSEC (1949-1952)



TIRA CÓMICA APARECIDA EN LA REVISTA ESPECIALIZADA *COMPUTERS AND AUTOMATION*. EL DC/DA ES UN ESPACIO ARQUITECTÓNICO HABITADO POR DOS PERSONAS QUE TRABAJAN EN ÉL. MANSON TOWNSEND. 1963. FUENTE: TOWNSEND, M. (1963). THE CARTOON. *COMPUTERS AND AUTOMATION*, XII (1), 46. ACCESO EL 2 DE ABRIL DE 2020 DESDE: [HTTPS://ARCHIVE.ORG/DETAILS/BITSAVERS_COMPUTERSA_10160735/PAGE/N13](https://archive.org/details/bitsavers_computersa_10160735/page/n13)

·G_3.2.b_12·

explorando con el uso de metáforas similares¹⁵.

Como explica Ceruzzi, a partir del siglo XXI, la investigación en torno a la inteligencia artificial ha demostrado que comparar el cerebro humano y sus componentes básicos (como las neuronas) con un computador y los elementos que lo conforman (como las válvulas de vacío, los transistores bipolares o los circuitos integrados en un chip), como ha ocurrido en muchas ocasiones en la historia de la computación, puede distorsionar y confundir más que aclarar y ayudar en la evolución de la disciplina informática (y también la arquitectónica, como veremos en el apartado 5.5).

Los primeros computadores *mainframe* comerciales.

Gracias a la presentación del SSEC a la sociedad civil y a la implementación de todas estas tecnologías (tubos de vacío, transistores bipolares, memorias de ferrita, etc.) en la construcción de los soportes físicos de la computación, se multiplicaron a nuestro alrededor, poco a poco, los computadores que nos daban cobijo. Fue a partir de mediados del siglo XX, sobre todo a partir del año 1950, cuando se produjo una creciente proliferación de los DC/DA. Se crearon computadores tipo *mainframe* (M) usados por todo tipo de organizaciones e individuos, *sustancias* o *seres vivientes*, aunque éstos no fueran considerados como tal, por no ser dispositivos de uso general. Estos *no-computadores* (considerados así erróneamente) eran dispositivos especializados como, por ejemplo, aquellos utilizados únicamente para la preparación de documentos o para la realización de cálculos financieros estándar (Randell, 1990, 162), incluso, los que constituían los cajeros automáticos para obtener el dinero en efectivo de los bancos y sucursales bancarias (todos ellos computadores en toda regla), pero, sin duda, constituían una parte fundamental del corpus invisible de dispositivos que nos empezaban a alojar y rodear a diario.

El arranque de esa multiplicación exponencial de DC/DA a nuestro alrededor se produjo en 1950 con el lanzamiento del primer computador *mainframe* comercial, momento en el que se produce para Ceruzzi, realmente, el nacimiento de la era digital de la computación y la Primera Generación de ésta, con la comercialización y la posterior democratización de estos dispositivos tecnológicos.

Si el SSEC había popularizado este tipo de espacios para la sociedad en general, la puesta a disposición de estos tipos de computadores para su compra por parte de esa misma sociedad fue el siguiente paso. Entre 1950 y 1951 se lanzaron al mercado informático tres computadores tipo *mainframe* que compiten por obtener el título de ser el primero en hacerlo. En Estados Unidos se lanzó el UNIVAC I (1950-1951) y en Reino Unido se lanzaron el Manchester Mark I o Ferranti Mark I (1948-1951) (Eames, C., Eames, R., 1973, 161) y el LEO I (1951).

El primer computador comercial¹⁶ fue el Universal Automatic Computer o UNIVAC I¹⁷ (1950-

¹⁵ Se puede profundizar más en esta temática en el capítulo 1.2 del libro *The Organizational Complex* del Reinhold Martin, pp. 20-28 (Martin, 2003, 20-28).

¹⁶ En realidad, el primero se lo disputan el DC británico LEO I (Lyons Electronic Office I) (1951), diseñado por Oliver Standingford y Raymond Thompson para la empresa J. Lyons & Company y el DC Ferranti Mark I, también conocido como el Manchester Electronic Computer (febrero de 1951). El LEO I que fue usado por sus primeros clientes antes incluso de que UNIVAC I fuera adquirido por ninguna institución. El LEO I era la versión comercial del EDSAC. Como ocurrió con los primeros computadores electrónicos (digitales) (primero surgieron los Colossus en Reino Unido y luego el ENIAC, en Estados Unidos), a pesar de que el primer computador comercial surgió en Reino Unido (LEO I o Ferranti Mark I), el crédito y el éxito se lo llevó la propuesta de Estados Unidos (UNIVAC I, cuando fue entregado a la Oficina de Censos de Estados Unidos en marzo de 1951). Seguramente, este hecho se debe, como sugiere el economista Kenneth Flamm, por el poco apoyo financiero que dieron los distintos gobiernos europeos al desarrollo de la industria informática y al desarrollo de componentes electrónicos (Ceruzzi, 2003, 11).

¹⁷ En 1952 el primer UNIVAC se usó para predecir en la victoria de Dwight D. Eisenhower en las elecciones presidenciales de Estados Unidos ese mismo año (Swedin & Ferro, 2007, xv).

·T_181·

#SSEC (1949-1952)



ILUSTRACIÓN DE UN LIBRO INFANTIL SOBRE CÓMO ERAN LOS PRIMEROS DISPOSITIVOS COMPUTADORES TIPO *MAINFRAME* (M). DESCRIBE: LOS PRIMEROS ORDENADORES ERAN ENORMES, INCLUSO OCUPABAN UNA HABITACIÓN ENTERA. Y LOS CÁLCULOS LOS REALIZABAN DE MANERA MUCHO MÁS LENTA QUE LOS ACTUALES. 2020. FUENTE: FRITH, A (2017) *CÓMO FUNCIONA UN ORDENADOR*. LONDRES: USBORNE, P. 14.

·G_3.2.a_13·

#BIOMORFISMOS

NEURONAS HUMANAS = VÁLVULAS DE VACÍO

·G_3.2.b_13·

1951), creado por J. Presper Eckert y John Mauchly, del que se vendieron veinte unidades en todo el mundo, cuyo predecesor directo había sido el ENIAC (Cuneo, 2011, 145), también creado por Eckert y Mauchly. Con UNIVAC I, comenzó la proliferación de los computadores fuera de las instituciones gubernamentales, universitarias y centros de investigación, dando el salto al mundo empresarial y a la oficina.

El éxito de UNIVAC I inspiró a otras empresas como IBM a invertir parte de su tiempo y recursos en la implementación y el desarrollo en su ámbito de negocio de la computación electrónica, de cuyo éxito comercial no estaban del todo seguros¹⁸. Ya hemos visto que el presidente de la compañía, Thomas J. Watson preveía un mercado mundial para la construcción de cinco computadores en 1943.

Cuando IBM detectó el nicho de mercado abierto por UNIVAC, respondió con varios computadores: dos con las mismas prestaciones que UNIVAC I, el IBM 701¹⁹ (mayo 1952) [Fig.G_3.2.a_14] y el IBM 702 (septiembre 1953-1955)²⁰; y uno más modesto, el IBM 650²¹ (1953-1954) (Ceruzzi, 2003, 34-36).

El primero computador electrónico y digital desarrollado por el gigante IBM, el IBM 701, fue diseñado por los ingenieros de la compañía Jerrier Haddad y Nat Rochester. Éste no se desarrolló en un departamento específico de computación. Se inscribió dentro de la línea de dispositivos electrónicos de lectura de tarjetas perforadas que la empresa acababa de lanzar al mercado. El IBM 701 se llamó «Electronic Data Processing Machine», término acuñado por James Birkenstock, otro de sus ingenieros, para que el nombre encajara bien con la nueva línea de equipos de tarjetas perforadas, las «Electric Accounting Machines» que lideraban su negocio en ese momento. IBM evitó deliberadamente el término *computador* ya que para ellos se identificaba estrechamente con UNIVAC y con algunos proyectos exóticos desarrollados durante la guerra que no tuvieron mucha relevancia para el negocio (Ceruzzi, 2003, 34). Para ellos el término *computador* no era comercial y recordaba a la competencia. Se vendieron dieciséis computadores IBM 701 desde 1953 hasta 1956, según el MHI.

En Reino Unido, Williams y Kilburn diseñaron dentro de Ferranti el computador *mainframe* Mark II MEG (Megacycle Engine) o Ferranti Mercury (presentado en agosto de 1957) (Ralston, Reily, & Hemmendinger, 2000, 1078).

La irrupción del computador *mainframe* UNIVAC I en 1950, impulsó el rápido y competitivo desarrollo de los soportes físicos de estos dispositivos durante las siguientes dos décadas. En muy pocos años, como hemos visto, los avances tecnológicos asociados a la computación y las demandas de la sociedad (Era de la información) fueron impulsando nuevas generaciones de computadores de forma vertiginosa. Los soportes físicos de los dispositivos tecnológicos computacionales (DC) se fueron encogiendo, se fueron haciendo más pequeños, más potentes y más rápidos, alcanzando velocidades digitales, creciendo en almacenamiento de datos, incluyendo lenguajes de programación de niveles superiores, y todo ello auspiciado y propiciado por la sustitución de sus principales componentes básicos, los que dotaban a estos dispositivos computadores con el adjetivo *digital*: los tubos o válvulas de vacío, por los transistores bipolares, que se habían inventado en los Bell Labs en 1947 (Ceruzzi, 2003, 70; Swdin & Ferro, 2007, 50; Cuneo, 2011, 133).

A partir de ese momento los dispositivos computadores se hicieron omnipresentes en los organismos e instituciones gubernamentales, universitarias y de investigación, dando el salto posteriormente a las empresas (Cuneo, 2011, 133) y los hogares, como veremos. Fue

¹⁸ IBM estaba muy centrado en su línea de productos compuesta por calculadoras de tarjetas perforadas y tabuladoras.

¹⁹ Fue el primero dispositivo computador de IBM de programa almacenado, construido según las premisas y arquitectura Eckert-Mauchly-von Neumann. IBM vendió dieciséis unidades del IBM 701 desde 1953 hasta 1956.

²⁰ Vendieron catorce unidades del IBM 702.

²¹ IBM vendió 2.000 unidades del IBM 650.

·T_182·

#COMPUTADORES MAINFRAMESCOMERCIALES

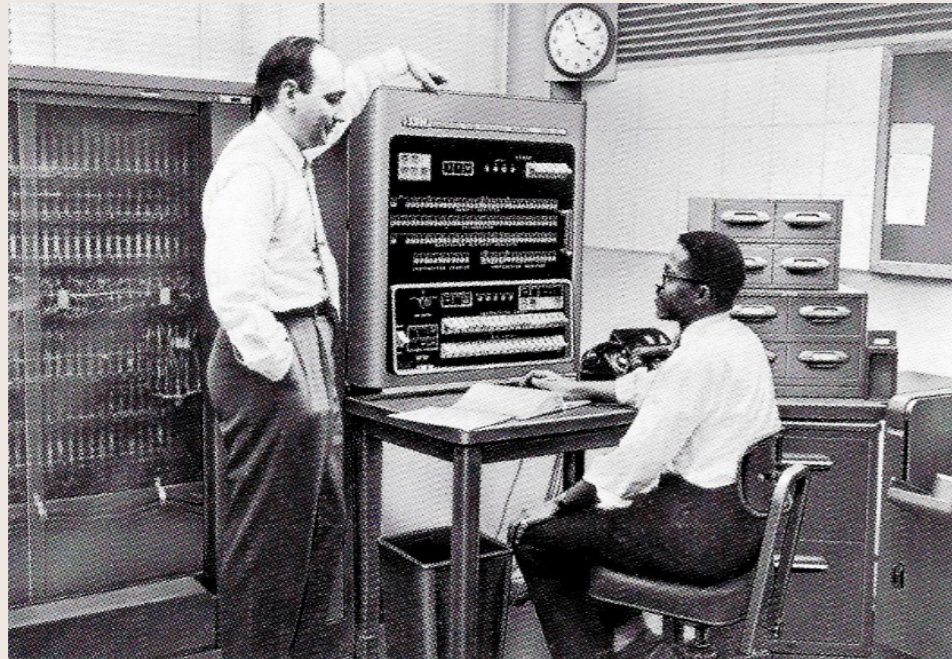


IMAGEN DEL INTERIOR DE UN DC/DA IBM 701, UNO DE LOS COMPUTADORES QUE CONSTRUYÓ IBM COMO RESPUESTA AL ÉXITO COMERCIAL COSECHADO POR UNIVAC I. ESTADOS UNIDOS. 1952. FUENTE: WURSTER, C. (2002). *COMPUTERS: AN ILLUSTRATED HISTORY*. KÖLN: TASCHEN, P. 46.

·G_3.2.a_14·

#PRIMER COMPUTADOR PORTÁTIL



IMAGEN DE LOS DOS REMOLQUES DE CAMIÓN TIPO TRÁILER QUE COMPONÍAN EL PRIMER COMPUTADOR PORTÁTIL DEL MUNDO, EL DYSEAC. 1953-1954. ALAN LEINER. FUENTE: RODRÍGUEZ GARCÍA, ELÍAS (2018). ESTOS FUERON LOS PRIMEROS ORDENADORES PORTÁTILES, EN REMOLQUES, EN EL ESPAÑOL, 19 DE MARZO DE 2018. ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.ELESPANOL.COM/OMICRONO/TECNOLOGIA/20180319/PRIMEROS-ORDENADORES-PORTATILES-REMOLQUES/293222265_0.HTML](https://www.elespanol.com/OMICRONO/TECNOLOGIA/20180319/PRIMEROS-ORDENADORES-PORTATILES-REMOLQUES/293222265_0.HTML)

·G_3.2.b_14·

entonces cuando a finales de los años 50 del siglo XX surgió la computación (o informática) como disciplina académica, denominada Ciencia de la Computación (Computer Science) en instituciones universitarias pioneras como Stanford y Purdue (Ceruzzi, 2003, 101-103), al principio como una división de los departamentos de matemáticas o ingeniería electrónica.

El primer computador portátil.

La comercialización de los primeros DC/DA *mainframe* trajo consigo la experimentación en nuevos nichos de mercado. Los computadores construían los primeros ciberespacios arquitectónicos, pero, a su vez, estos nuevos espacios iban experimentando una acción de *encoger* y de miniaturización, asociada a la implementación de nuevas tecnologías, como la propiciada por la sustitución de las válvulas de vacío por los transistores bipolares, por ejemplo. Con este encogimiento (*shrinking*), se produjo un intento de asociar una condición de portabilidad a estos dispositivos tecnológicos. Así surgió el DYSEAC (1953-1954)²², diseñado por Alan Leiner, como el primer computador portátil comercial que sólo ocupaba el espacio de dos remolques para camiones tipo tráiler, de más de doce metros de largo cada uno, y pesaba veinte toneladas en total. Utilizó más de 900 tubos de vacío en su construcción así como casi 25.000 diodos de cristal [Fig.G_3.2.b_14, Fig.G_3.2.a_15, Fig.G_3.2.b_15].

El único computador que llegó a construirse surgió gracias a un encargo realizado por el Departamento de Comercio de los Estados Unidos a su Oficina Nacional de Normas (NBS, National Bureau of Standards, hoy en día se denomina Instituto Nacional de Normas y Tecnología). Las siglas «DY» significaban *segundo* y las «SEAC» eran el acrónimo de Standard East Automatic Computer o Computadora Automática Estándar del Este y fue el primer intento de desligar los primeros dispositivos computadores de los espacios arquitectónicos que configuraban, empezando en ese momento un proceso de deslocalización de los mismos que no haría más que crecer en las siguientes epistemes de la computación, como veremos. A pesar de añadir una condición de portabilidad al diseño de los DC, éstos seguían siendo espacios habitados y recorridos por diversos cuerpos humanos. Eso sí, ahora esos espacios arquitectónicos de la computación estaban también equipados con ruedas y motor.

Es en todos estos ciberespacios, correspondientes a los primeros computadores digitales (portátiles o no), donde se vislumbran una serie de características que influyeron y/o fueron influidas por las arquitecturas que se estaban desarrollando en la disciplina puramente arquitectónica en este mismo periodo.

Como escribían las arquitectas Theodora Vardouli y Olga Touloumi en estas primeras décadas posteriores al final de la Segunda Guerra Mundial, los campos de la computación y la arquitectura se empezaron a entrelazar conceptual y operativamente (Vardouli & Touloumi, 2021, 1). Los conceptos y prácticas computacionales emergentes influyeron en el discurso del diseño arquitectónico, mientras que los métodos de diseño y los conceptos espaciales influyeron en las teorías y prácticas de la computación, como veremos en profundidad en este capítulo. Y estas transferencias transdisciplinares no fueron unidireccionales, de la computación a la arquitectura, sino que fueron bidireccionales, entre ambos campos, indistintamente.

Es por ello que todos estos espacios, a pesar de no estar incluidos habitualmente entre los que configuran los relatos de la arquitectura moderna, se recogen en esta investigación, ya que en ellos se ensayaban, testaban y prototipaban, en un campo alternativo, cuestiones que se han revelado como plenamente contemporáneas y pertinentes a día de hoy. Cuestiones, todas ellas, que muy pocas veces fueron abordadas por los espacios de la modernidad a los que prestaron

²² Se puede indagar más sobre este ejemplo en la documentación cedida por Henrietta Leiner, la esposa de Alan Leiner, su creador, al Computer History Museum (CHM). Fuente: Leiner, Alan and Henrietta oral History. Cortesía del Computer History Museum (ID: 102658319). Acceso el 4 de junio de 2020 desde: <https://www.computerhistory.org/collections/catalog/102658319>.

#PRIMER COMPUTADOR PORTÁTIL

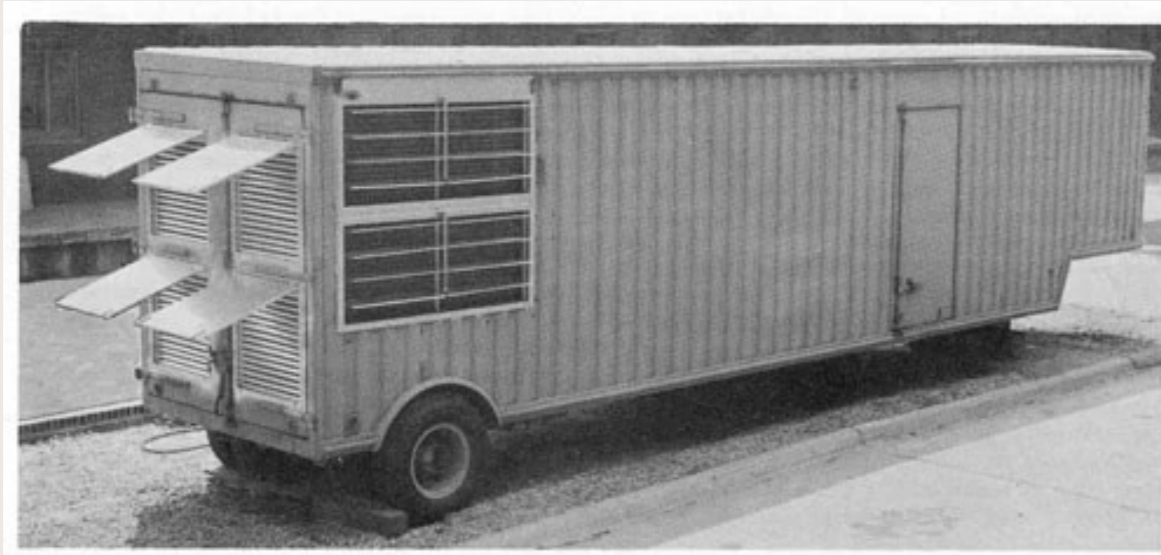
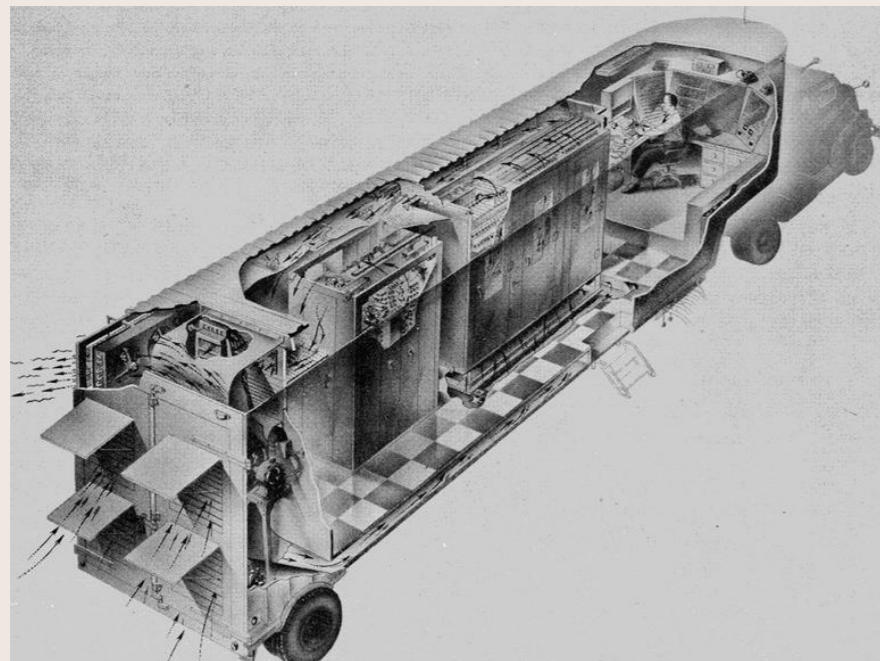


FIGURE 3.3. Van No. 1, containing the DYSEAC control center and computer including the mercury memory.

IMAGEN DE DETALLE DE UNO DE LOS REMOLQUES TIPO TRÁILER DEL DYSEAC, QUE INCLUÍA LA UNIDAD DE CONTROL Y LA MEMORIA DE MERCURIO DEL DC. 1953-1954. ALAN LEINER. FUENTE: DOCTOROW, C. (2018). THE FIRST "PORTABLE" COMPUTER FIT IN TWO TRAILER VANS AND WEIGHED 20 TONS. ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://BOINGBOING.NET/2018/06/12/DRIVEABLE-DYSEAC.HTML](https://boingboing.net/2018/06/12/driveable-dyseac.html)

·G_3.2.a_15·

#PRIMER COMPUTADOR PORTÁTIL



AXONOMÉTRICA SECCIONADA DEL INTERIOR DEL COMPUTADOR PORTÁTIL DYSEAC. 1953-1954. ALAN LEINER. FUENTE: CONSEJOTECNOLOGICO.COM (2020). ACCESO EL 4 DE JUNIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://CONSEJOTECNOLOGICO.COM/COMO-CONSTRUIR-COMPUTADORAS-PARA-DATOS-GRANDES-ESTILO-DE-LOS-ANOS-50/](https://consejotecnologico.com/como-construir-computadoras-para-datos-grandes-estilo-de-los-anos-50/)

·G_3.2.b_15·

atención las historias de la arquitectura más canónicas. Por sus dimensiones, por su peso, por su materialidad, por su configuración espacial, o por sus leyes físicas, estas primeras arquitecturas de la computación, estos ciberespacios, podrían incorporarse a la historia de la arquitectura contemporánea.

3.3. LA IMPORTANCIA DEL HARDWARE EN ESTA EPISTEME.

·G_3.3.a_1·

#HARDWARE

- **EL CONJUNTO DE LAS PARTES TANGIBLES DE UN DISPOSITIVO COMPUTADOR.**
- **SU SOPORTE FÍSICO.**
- **SUS ELEMENTOS Y COMPONENTES MATERIALES.**
- **EL NIVEL BAJO DEL SISTEMA.**
- **LAS PARTES DURAS DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR CON LAS QUE INTERACTÚA EL/LA USUARIO/A.**
- **LAS PARTES RÍGIDAS, NO SÓLO EN TÉRMINOS MATERIALES SINO TAMBIÉN CON RESPECTO A SU CAPACIDAD DE ASUMIR CIERTOS CAMBIOS.**

·G_3.3.b_1·

3.3. La importancia del hardware en esta episteme.

Como explica Paul E. Ceruzzi en su libro *Historia de la computación*, de 2008, el diseño del hardware dominó los inicios de la era digital de la computación, a partir de los años 40 del siglo XX (Ceruzzi, Paul E., 2008, 120). Como recopilamos en el apartado 2.8, el hardware era entendido como:

- El conjunto de las partes tangibles de un dispositivo computador.
- Su soporte físico.
- Sus elementos y componentes materiales.
- El nivel bajo del *sistema*.
- Las partes duras del dispositivo computador con las que interactúa el/la usuario/a.
- Las partes rígidas, no sólo en términos materiales sino también con respecto a su capacidad de asumir ciertos cambios.

El hardware, por tanto, era, en palabras de Grudin, el *monarca* indiscutible del desarrollo informático (Grudin, 1990, 262). Su importancia era mucho mayor en la investigación, el desarrollo y la industria de la computación que el *software*. Como explica la profesora e investigadora del MIT Jennifer S. Light, en esa época el prestigio recaía en el diseño del hardware. El *software* no estaba en el punto de mira de la disciplina informática. De hecho, el término ni siquiera se había inventado. Las principales empresas informáticas se dedicaban a proyectar y construir básicamente hardwares arquitectónicos. El éxito o fracaso de los diseños que éstas producían impulsaban su desarrollo o bien las hundía y las sumía en la bancarrota (Grudin, 1990, 262).

A pesar de que la industria centraba su interés en el desarrollo del hardware, todos los dispositivos disponían de un *software*, entendiendo que éste es el conjunto de *procedimientos* que hacen posible usarlos, en palabras de Ceruzzi (Ceruzzi, 2008, 116). Antes del arranque de la era de la computación electrónica (digital), cuando los computadores eran dispositivos electromecánicos¹, la gran mayoría de estos procedimientos era ejecutados manualmente por los cuerpos de seres humanos. La velocidad de procesamiento de los primeros dispositivos computadores guardaba una estrecha relación con la velocidad que lograban alcanzar estos cuerpos (Ceruzzi, 2008, 116) que formaban parte de su hardware y su *software*, como estudiaremos a continuación. Esa velocidad humana siguió caracterizando a los computadores construidos en los inicios de la era digital durante varias décadas para, con posterioridad, ir perdiendo importancia paulatinamente en su desarrollo. A pesar de esa condición humana que cualificaba las dos capas, hardware y *software*, de estos primeros computadores y que mermaba, en parte, sus capacidades, la distinción entre estos dos niveles supuso una revolución para la computación. Como afirma Ceruzzi, fue con los computadores cuando surgió por primera vez esta separación entre conceptos (Ceruzzi, 2008, 116) y es: «en ella donde reside la verdadera naturaleza *revolucionaria* de la era digital.» (Ceruzzi, 2008, 116). En definitiva, es en esta composición dual, mediante un hardware y un *software* donde radica la innovación de pensamiento impulsada por la computación y la materialización de sus dispositivos.

Durante estas primeras dos décadas de desarrollo de esa era digital (1950 y 1960), el *software* se empezó a desarrollar como una idea aparecida en el último momento, como algo secundario en relación al sistema informático, ubicado en los márgenes del diseño de los soportes físicos de la computación (Ceruzzi, Paul E., 2008, 120). Así lo confirma Antoine Picon en su libro *Digital Culture in Architecture*, cuando planteaba que, en estas primeras fases del desarrollo informático, el *software* era mucho menos estratégico que el hardware (Picon, 2010, 11) en el diseño de

¹ Recordar el cronograma de Gordon Bell del apartado 3.1.

#HARDWARE VS SOFTWARE

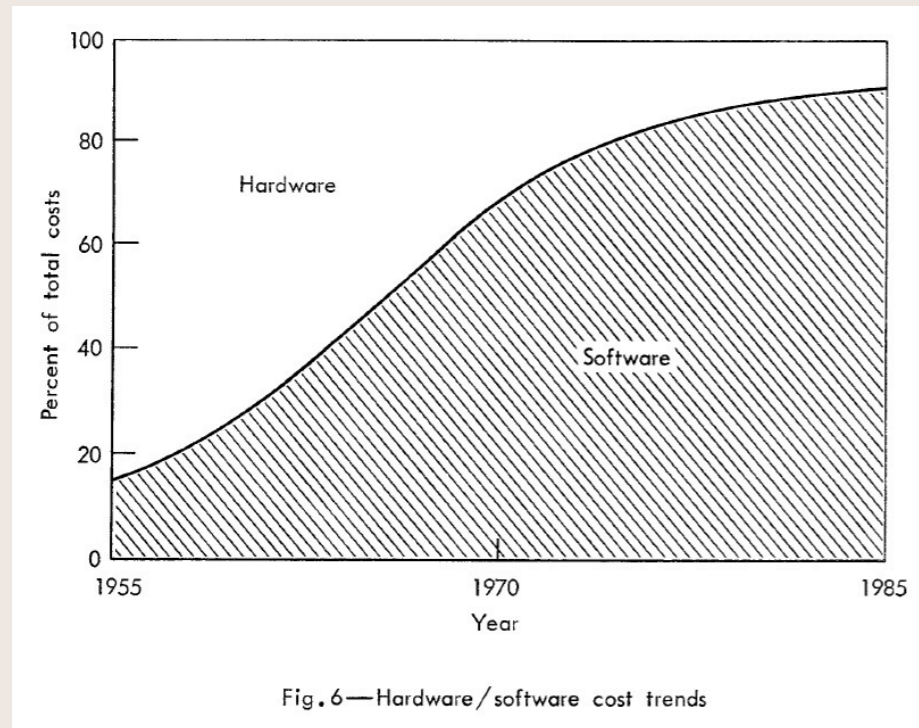


Fig. 6—Hardware/software cost trends

DIAGRAMA QUE RELACIONA EL GASTO RELATIVO EN SOFTWARE FRENTE AL DEL HARDWARE PARA SISTEMAS INFORMÁTICOS TÍPICOS Y COMUNES EN CADA ÉPOCA. 1973. BARRY W. BOEHM. FUENTE: BOEHM, B. W. (1973). SOFTWARE AND ITS IMPACT: A QUANTITATIVE ASSESSMENT. *DATAATION*, 19(5), P. 49.

·G_3.3.a_2·

#HARDWARE VS SOFTWARE

HARDWARE (85%) VS SOFTWARE (15%) · 1945

HARDWARE (60%) VS SOFTWARE (40%) · 1965

#HARDWARE MÁS IMPORTANTE QUE EL SOFTWARE

·G_3.3.b_2·

los dispositivos tecnológicos computacionales (DC) y arquitectónicos (DA). Si atendemos al diagrama de Boehm [Fig.G_3.3.a_2], podríamos cifrar el peso estratégico del hardware, para estas dos primeras décadas de computación digital, en un 85% con respecto al peso del software (15%), para, poco a poco, ir equilibrando esta proporción hasta alcanzar en 1965 un nivel de peso del 60% para el hardware y un 40% para el software.

Hardware (85%) vs software (15%) · 1945

Hardware (60%) vs software (40%) · 1965

Los primeros DC eran tipo *mainframe* (o gran computador) (M) y podían funcionar con sistemas de *software* relativamente simples. Para la mayoría de los computadores de la Primera Generación de la computación, se consideró suficiente *software* la inclusión de un cargador de programas² y una biblioteca de subrutinas (Rosen, 2003, 1599). El *software* como lo opuesto y complementario al hardware, era un ámbito que en esos momentos se reducía principalmente al diseño de unos puntos de referencia de procesamiento simple, configurados en gran medida como una prestación para caracterizar los nuevos productos lanzados por las diferentes empresas informáticas (Grudin, 1990, 262). En ese momento de la historia de la computación, los micro codificadores se consideraban *software*, aunque hoy en día son sólo una ínfima parte de este nivel.

Varios hechos ocurridos en esta episteme no hacían más que demostrar la hegemonía del hardware frente al *software* en estos primeros años de la computación.

Un ejemplo claro de ello es la escasa atención e importancia que el DC tipo *mainframe* UNIVAC I (1950-1951) [Fig.G_3.3.a_3, Fig.G_3.3.b_3, Fig.G_3.3.a_4] dedicó al desarrollo de su *software*, a pesar de que este computador supuso una revolución que transformó el sector a partir del año 1950, como hemos visto. El principio del programa almacenado fue clave para el éxito de este computador (Ceruzzi, Paul E., 2003, 21) pero en ese momento no se le dio la importancia que luego tendría en la evolución del *software* y en la computación en su conjunto. El desarrollo de UNIVAC I condujo al establecimiento del término *programación* (posteriormente *software*) como algo separado y tan importante como el diseño de hardware. Los fundamentos de este diseño en la programación o *software* que se implementaron en UNIVAC I se mantuvieron relativamente estables durante la evolución de la computación desde 1945 hasta 1995. Solo hacia el final de este período, ya en la tercera episteme estudiada en esta tesis, se produjeron desviaciones significativas en relación al diseño de *software* y hardware de UNIVAC I, en forma de procesadores *masivamente paralelos* (MPP) o en procesadores dotados de arquitecturas no-Eckert-Mauchly-von Neumann (Ceruzzi, Paul E., 2003, 21).

Otro ejemplo que ilustra la hegemonía del hardware frente al *software* fue el escaso impacto que tuvo el desarrollo del lenguaje de programación de alto nivel de propósito general Fortran (o FORTRAN, *The IBM Mathematical Formula Translating System*), al principio de su implantación en la Primera Generación de la computación. Fortran fue desarrollado en 1957 por John Backus junto a todo su equipo de IBM como el compilador para su DC IBM 704 (1954). Quizá sea la pieza de *software* más importante jamás escrita (Rosen, 2003, 1599), ya que, con el tiempo, se convirtió en el lenguaje compartido por todos los/as programadores/as científicos/as de todo el mundo, así como por toda la industria informática³, convirtiéndose en una especie de esperanto computacional. Con el paso de los años, Fortran demostró la importancia y utilidad de los lenguajes de alto nivel en programación, pero al inicio de su creación su relevancia fue menor.

² Es la parte del sistema operativo cuya única función es cargar programas en la memoria desde los ejecutables.

³ Como veremos más tarde en uno de los casos de estudio de este capítulo era el lenguaje de programación que se instaba a aprender a todos los/as becarios/as del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM) de Miguel Fisac Serna.

#HARDWARE UNIVAC I



IMAGEN DE UN DE LOS DISPOSITIVOS COMPUTADORES TIPO *MAINFRAME*(M) UNIVAC I (UNIVERSAL AUTOMATIC COMPUTER) VENDIDOS A LA AGENCIA DEL CENSO DE ESTADOS UNIDOS. UNIVAC I. ECKERT AND MAUCHLY COMPUTER CO. ADQUIRIDA POR REMINGTON RAND. CA. 1951 (A PARTIR DEL 15 DE JUNIO DE ESE AÑO). FUENTE: CORTESÍA DE J.A.N. LEE Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102640473).

·G_3.3.a_3·

#HARDWARE UNIVAC I

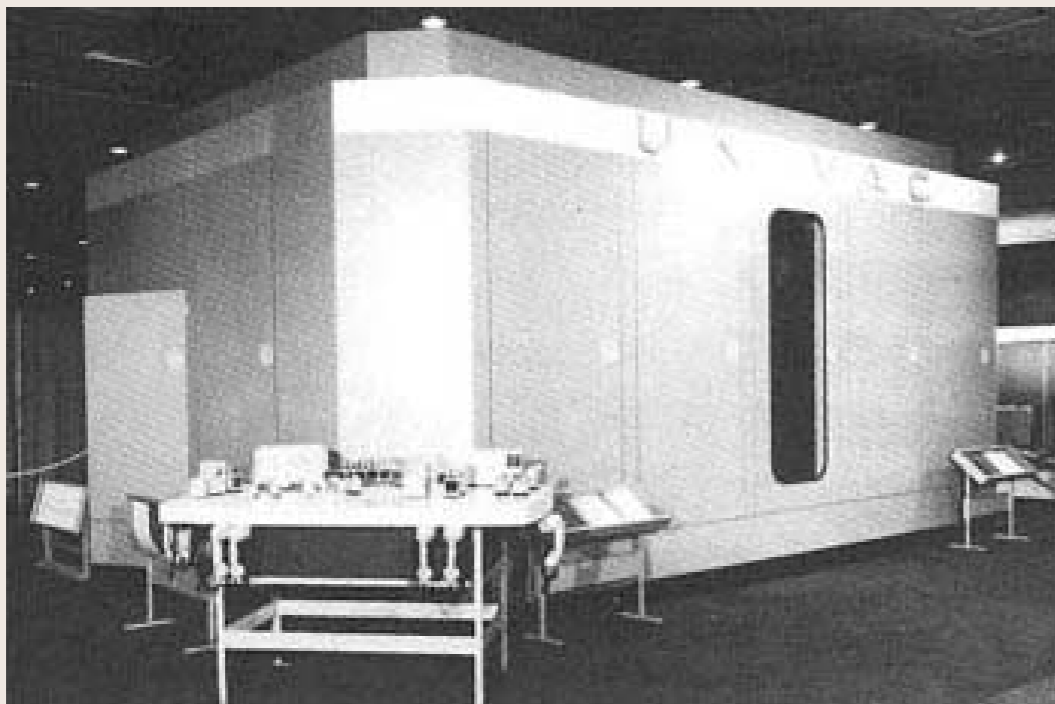


IMAGEN DE UNO DE LOS COMPONENTES DE UNIVAC I (UNIVERSAL AUTOMATIC COMPUTER). ECKERT AND MAUCHLY COMPUTER CO. ADQUIRIDA POR REMINGTON RAND. CA. 1951. FOTOGRAFÍA DE ANDY DAVIS. FUENTE: ACCESO EL 21 DE ABRIL DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.OLD-COMPUTERS.COM/MUSEUM/COMPUTER.ASP?ST=1&c=973](https://www.old-computers.com/museum/computer.asp?st=1&c=973).

·G_3.3.b_3·

Aunque parece que la inclusión en el campo de la computación del término contemporáneo *programar* (un computador) para referirse a la acción de diseño de un determinado *software* se originó en la Moore School (Ceruzzi, Paul E., 2003, 20) cuando estaban diseñando y desarrollando el computador tipo *mainframe* (M) ENIAC entre 1943 y 1948, su uso no se implantó en esta disciplina hasta más tarde.

A pesar de que la expresión «programar un computador» (o incorporar al dispositivo un *software* como ese conjunto de procedimientos que hace posible su utilización) fue acuñada a mediados del siglo XX por el equipo que diseñó ENIAC (1943-1946-1948) (Ceruzzi, Paul E., 2008, 116), no fue hasta muchos años más tarde cuando adquirió cierta relevancia en la industria de la computación y en la sociedad en general. En esta década de los años 40 del siglo XX, ocurrieron cosas importantes en computación; entre ellas, surgió el concepto de *programación* (posteriormente ampliado al de *software*), como una actividad independiente en el diseño de los dispositivos informáticos (Ceruzzi, Paul E., 2008, 111). Al principio el ENIAC: «no estaba programado, sino que se configuraba» (Ceruzzi, 2008, 116). Después el término y la acepción contemporánea *programar* para referirse a la acción de diseño de un determinado *software* se originó en la Moore School (Ceruzzi, Paul E., 2003, 20) en el desarrollo de este proyecto. Sin embargo, en ENIAC, los/as ingenieros/as no utilizaron la expresión *programar* sino la de *establecer* (*set up*) para describir la configuración de este computador para resolver diferentes problemas (Ceruzzi, Paul E., 2003, 20). Aunque este computador colocó a la programación en el primer plano, gracias a la elevada velocidad a la que efectuaba las operaciones aritméticas, en realidad, no estaba *programado*, ya que se configuraba, de manera analógica, manual y laboriosa por parte de sus individuos-habitantes-usuarios/as (como cuerpos humanos que formaban parte intrínseca e indispensable tanto del hardware como del *software* de los DC y DA, como veremos). Estos individuos-habitantes-hardware-*software* eran los que *establecían*, *configuraban* [o *programaban*] el computador de manera laboriosa, conectando cables, operación que había que volver a realizar con cada nueva operación (Ceruzzi, 2008, 116).

Set up (ENIAC) >> Programming (UNIVAC I) >> Software

Como bien explicaba Ceruzzi, establecer la configuración del DC ENIAC, lo que luego fue *programar* y más tarde se denominó *software*, significaba que unos cuerpos humanos debían *performar* una coreografía determinada para enchufar y desenchufar una maraña de cables y configurar un vasto conjunto de interruptores. El DC ENIAC tenía que ser reordenado para establecer una nueva configuración por cada nuevo problema que debía resolver. Cuando se completó a finales de 1945, ENIAC operaba mucho más rápido que cualquier otro computador previo. Podía resolver un problema matemático complejo en minutos o segundos, pero podía llevar días *establecer*, *configurar* o *programar* el computador correctamente para llevarlo a cabo (Ceruzzi, 2008, 116; Ceruzzi, Paul E., 2003, 20). La velocidad del dispositivo estaba todavía íntimamente ligada a la velocidad que podían alcanzar los seres humanos, sus cuerpos y las coreografías que estos podían *performar* en estos espacios de la computación. Todas esas acciones, movimientos coordinados y danzas eran realizados por seres humanos, principalmente mujeres, en su gran mayoría matemáticas, que, en un principio, no fueron denominadas *programadoras* sino *operadoras* (como las operadoras que ya trabajaban en el campo de la telefonía o telegrafía). Podríamos decir que, en estos primeros momentos del nacimiento del *software*, nos encontramos ante una proto-programación: una «programación física y táctil» o una suerte de «*software* analógico», compuesto no sólo por aquello que es intangible y no se puede tocar, como reza la definición más extendida del término *software*, sino por una programación o *software* compuesto por sujetos (computadoras, operadoras, programadoras), además de por diversas rutinas (instrucciones) coreografiadas. El ser humano se convertía, así, en el sistema operativo del computador, en parte de su *software*, bajo la forma de un conjunto de personas operadores/as-configuradores/as-manipuladores/as del DC.

#HARDWARE UNIVAC I



IMAGEN DEL FOLLETO IMPRESO POR REMINGTON RAND PARA LA PRESENTACIÓN DEL DC/DA UNIVAC I, UTILIZADO TAMBIÉN EN LOS ANUNCIOS PARA TELEVISIÓN, POR EJEMPLO, DE 1956. 23 DE ABRIL DE 1951. FUENTE: TRILNICK, CARLOS (2021), UNIVAC I, ACCESO EL 21 DE ABRIL DE 2021 DESDE: [HTTPS://PROYECTOIDIS.ORG/UNIVAC-1/](https://PROYECTOIDIS.ORG/UNIVAC-1/)

·G_3.3.a_4·

#HARDWARE VS SOFTWARE

SET UP(ENIAC) >> PROGRAMMING(UNIVAC I) >> SOFTWARE

·G_3.3.b_4·

Software = sujetos (seres humanos como componentes indispensables del dispositivo con sus configuraciones) + rutinas (instrucciones)

De esta manera, los seres humanos eran una parte fundamental e indispensable de los DC, tanto de su hardware como de su *software*. El hardware de estos dispositivos estaba compuesto por sujetos (computadoras, operadoras, programadoras) y por objetos (cables, interruptores, etc.).

Hardware = sujetos (seres humanos como componentes indispensables del dispositivo) + objetos (cables, interruptores, válvulas de vacío, etc.)

Fue sobre todo en los DC tipo *mainframe* (M) pertenecientes a la Primera (1950) y Segunda (1960) Generación de la computación cuando los seres humanos adoptan un doble papel. Por un lado, fueron los/as sujetos que actuaban de usuarios/as y los habitaban y recorrían en tanto que miembros del DA; y, por el otro, fueron también los componentes y parte de las rutinas que los configuraban, llegando a adoptar la misma importancia que los cables, los interruptores o las válvulas de vacío. En esta episteme, por consiguiente, los seres humanos formaban parte del hardware y del *software* de los dispositivos tecnológicos DC y DA.

DC y DA >> sujetos (seres humanos como usuarios/as-habitantes) + objetos (como componentes físicos del hardware y del software)

Esta condición se mantuvo hasta bien pasados los años 60 del siglo XX cuando los seres humanos dejaron de intervenir de una manera tan directa en el hardware y el *software* de los computadores.

Como explicaba Grudin, los/as sujetos como usuarios/as-habitantes de estos primeros DC y DA fueron expertos/as, principalmente ingenieros/as y matemáticos/as que requerían de una comprensión relativamente completa del hardware del dispositivo (Grudin, 1990, 263). Recordemos que la noción de *software* era casi inexistente en un principio y estaba embebida y asociada íntimamente a la idea de hardware. En cualquier caso, la posterior separación entre estos dos niveles o capas, siempre trajo consigo aparejada la idea de que el *software* era secundario y se superponía al hardware, la capa importante, para mejorar sus capacidades (Rosen, 2003, 1600). Este esquema se mantuvo en todos los computadores de la Primera Generación de la computación.

De hecho, en este período en el que empezaron a desarrollarse las computadoras modernas, alrededor de mediados del siglo XX, no se estableció una diferencia entre el *software* y el resto del DC como tal. Éste debía ser reprogramado cada vez que se quería hacer algo diferente con él. Al principio, el soporte físico (*built artifact*) del dispositivo computador, objeto principal de estudio de esta investigación, estaba compuesto por el hardware y el *software*. No se había establecido que existiera un soporte lógico al margen, un *software*, como otro nivel o capa diferente, que conjuntamente con el primero conformara el DC.

Soporte físico = Hardware + Software

Al principio de la era de la computación digital el soporte físico comprendía al hardware y al *software* a la vez. Constituían un todo indivisible, siendo el hardware mucho más importante y estratégico que el *software*. En esta episteme dentro de la tecnología de la computación no se hacía ninguna distinción entre el soporte físico (lo que luego veremos que coincidirá con el término hardware en las siguientes epistemes) y los programas (*software*) de un dispositivo tecnológico. Los programas o el *software* venían instalados en el computador, configurando un paquete indivisible. Incluso en la industria informática no existían empresas dedicadas exclusivamente a la comercialización de *software* exclusivamente o a ofrecer servicios de computación a otras empresas. Las principales compañías de computación tenían sus propios departamentos de servicios y atención al cliente que desarrollaba el proto *software*

·T_188·

#HARDWARE VS SOFTWARE

**HARDWARE = SUJETOS (SERES HUMANOS COMO COMPONENTES
INDISPENSABLES DEL DISPOSITIVO) +
OBJETOS (CABLES, INTERRUPTORES, VÁLVULAS DE VACÍO, ETC.)**

**SOFTWARE = SUJETOS (SERES HUMANOS COMO COMPONENTES
INDISPENSABLES DEL DISPOSITIVO CON SUS CONFIGURACIONES) +
RUTINAS (INSTRUCCIONES)**

SOPORTE FÍSICO = HARDWARE + SOFTWARE

·G_3.3.a_5·

#HARDWARE VS SOFTWARE

**DC Y DA >> SUJETOS (SERES HUMANOS COMO USUARIOS/AS-HABITANTES) +
OBJETOS (COMO COMPONENTES FÍSICOS DEL HARDWARE Y DEL SOFTWARE)**

·G_3.3.b_5·

superpuesto al hardware que comercializaban. Por ejemplo, IBM tenía su departamento Control Data Corporation, que se remontaba a la era en la que vendía tabuladores, que generaba tanto volumen de negocio como las ventas de hardware de la compañía (Ceruzzi, Paul E., 2003, 167).

La primera cosa que hizo del *software* su principal negocio en exclusiva fue Computer Usage Company o CUC (1955), desarrollándolo para los clientes del sector industrial que habían adquirido a IBM los DC IBM 701 e IBM 704 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 167). CUC junto con otras empresas como Automatic Data Processing⁴ o ADP (inicialmente Automatic Payrolls, 1949), System Development Corporation⁵ o SDC (1955), Computer Sciences Corporation⁶ o CSC (1959), Electronic Data Systems o EDS (1962)⁷, Ramo-Woldridge o R-W⁸ (luego Thompson Ramo-Woldridge o TRW) (1953) (Ceruzzi, Paul E., 2003, 167-170) configuró los inicios de un tejido industrial centrado en exclusiva en un nuevo nicho de investigación y negocio dentro de la computación, el *software* y su relación con el hardware mediante la interfaz (de usuario/a).

La relación del hardware con el término interfaz.

En esta primera episteme estudiada, la relación entre el soporte físico del DC y el concepto de interfaz se articulaba exclusivamente a través del nivel del hardware. Como explicaba Grudin, en estos primeros momentos, el hardware era una parte central de la interfaz de usuario/a (Grudin, 1990, 263) y como parte tangible, física y táctil del DC hacía que la interfaz se concretara en objetos y artefactos periféricos, con una componente física y material también, como hemos visto en el apartado anterior. De esta manera, los/as usuarios/as-habitantes habituales de los DC y DA de esta época eran ingenieros/as (matemáticos/as, físicos/as) y programadores/as (operadores/as) por lo que las mejoras de las interfaces de usuario/a entonces debían centrarse en el hardware.

Las innovaciones en torno a la interfaz se realizaron de tres formas. En primer lugar, la interfaz se mejoraba desarrollando una programación (posteriormente un *software*) más versátil y potente y más estable y confiable. En segundo lugar, mejorando la usabilidad y la experiencia asociada al hardware (y al *software* analógico aparejado) que era operado por seres humanos. ¿Cómo? Por un lado, mejorando la presentación de los componentes físicos del DC mediante la correcta disposición y el etiquetado de los interruptores significativos del mismo y, por el otro lado, mejorando la ergonomía de los componentes manipulables/manipulados por los humanos. Y, por último, en tercer lugar, la innovación y mejora más importante de la interfaz en relación con el soporte físico del DC de esta episteme, fue la liberación para sus principales usuarios/as-habitantes, es decir, a los/as programadores/as de tener que conocer el hardware completamente (Grudin, 1990, 263). Este hecho hizo que la usabilidad y la habitabilidad de los

⁴ Se dedicaba en Paterson, Nueva Jersey a la gestión del cálculo de las nóminas de los trabajadores/as de pequeñas y medianas empresas, una especie de gestoría computarizada.

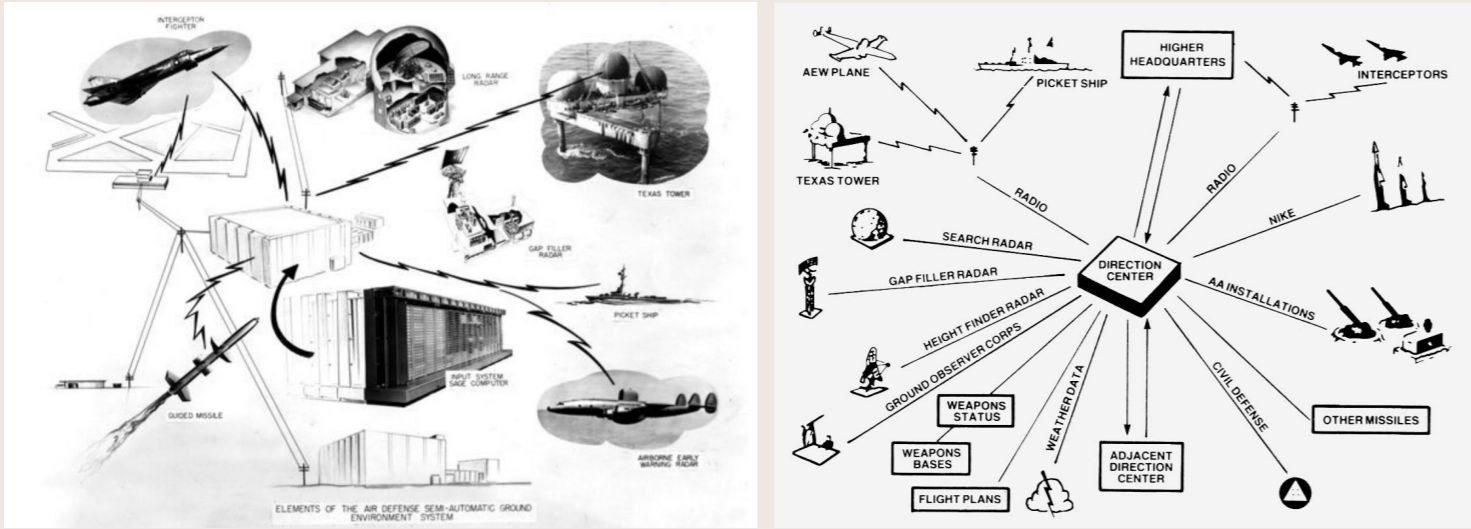
⁵ Fundada en Santa Mónica, California, fue una de las primeras empresas de diseño de *software* dentro de la RAND Corporation, cuyos primeros trabajos se centraron en desarrollar el *software* para el proyecto SAGE que veremos en los siguientes apartados.

⁶ Fundada por Fletcher Jones y Roy Nutt desarrollaba *software* en California del Sur para la industria aeroespacial estadounidense.

⁷ Fundada por H. Ross Perot, antiguo trabajador de IBM, fue una de las primeras empresas que se dedicó a ofrecer tiempo de cálculo de un computador o servicios de computador en vez de producir y comercializar dispositivos computadores o hardware. Fue de los primeros que pasó de una economía basada en la posesión (del tener) a una economía basada en el uso (del usar). Se dedicó a ofrecer lo que se conoce como integración de sistemas para aplicaciones específicas especializadas.

⁸ Fundada por Simon Ramo y Dean Woldridge, también ubicada en California del Sur como CSC, se dedicó a desarrollar *software* para proyectos clasificados en relación a las operaciones espaciales y el lanzamiento de misiles. En ella trabajaron entre otros, Barry W. Boehm, quien desarrolló el diagrama que relacionaba el peso en la inversión de un computador medio entre el hardware y el *software* que vimos en el punto 2.8 y que ayudó a instaurar una nueva disciplina llamada *Ingeniería del Software (Software Engineering)*, junto a Margaret Hamilton, y Bill Gates, antes de fundar Microsoft.

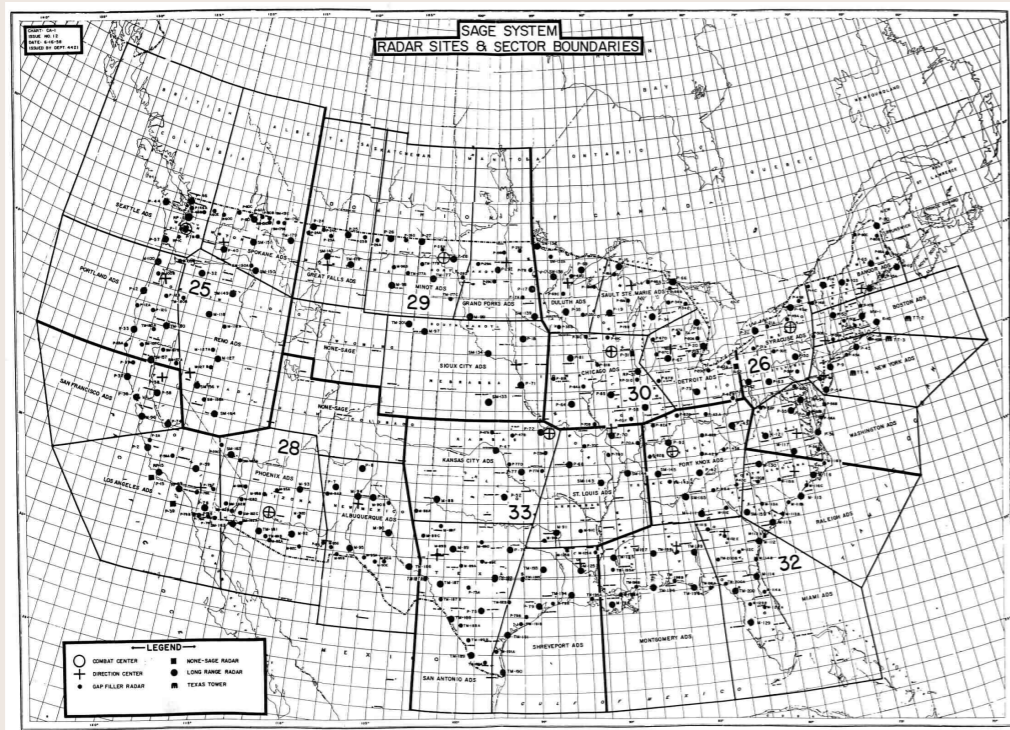
#HARDWARE SAGE



IZQUIERDA: ESTRATEGIA PARA LOS *DIRECTION CENTERS* DE SAGE. CA. 1958. FOTOGRAFÍA DE CARL BYOIR Y ASOCIADOS. NUEVA YORK. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102622787).
 DERECHA: DIAGRAMA DE SAGE MOSTRANDO COMO ERAN LAS OPERACIONES DE DOMINIO Y CONTROL. CA. 1959. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/15263810332246451, P. 23.

·G_3.3.a_6·

#HARDWARE SAGE



MAPA QUE MUESTRA LOS 33 SECTORES DEL SISTEMA SAGE. JUNTO CON LOS *DIRECTION CENTERS* Y LAS UBICACIONES DE LOS RADARES. FUENTE: CORTESÍA DE THE ONLINE AIR DEFENSE RADAR MUSEUM. SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM. ACCESO EL 2 DE MAYO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system)

·G_3.3.b_6·

DC/DA se empezara a democratizar durante las siguientes epistemes de la computación.

Una proto-conexión a la red basada en el hardware. SAGE.

Un hecho relacionado con la informática y la arquitectura que verificó la hegemonía del concepto del hardware durante el inicio de la computación digital fue la creación de la primera red que comunicaba varios dispositivos computadores entre sí. Este ejemplo fue el programa SAGE System Control, Semi-automatic Ground Environment Air Defense System, SAGE⁹ o el Sistema Semiautomático de Defensa Aérea Ambiental Terrestre, promovido por las Fuerzas Aéreas de Estados Unidos, como el primer sistema de defensa aérea de la nación [Fig.G_3.3.a_6].

SAGE¹⁰ fue creado durante la Guerra Fría, desde 1951 hasta su consecución en 1963¹¹ (Harwood, 2003, 22), como respuesta a las amenazas de ataques nucleares soviéticos en suelo estadounidense (Picon, 2010, 28). Este escudo antiaéreo era un sistema complejo compuesto por múltiples arquitecturas de la computación como DC/DA, radares, aviones, líneas telefónicas, enlaces de radio y buques (Ceruzzi, Paul E., 2003, 51), todo ello configurado como una inmensa red en forma de rizoma. Fue desarrollado conjuntamente por el MIT Lincoln Laboratory y la empresa IBM que, gracias a ser adjudicataria de este proyecto militar, superó a UNIVAC en la construcción de computadores tipo *mainframe* en 1956 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 53).

El sistema tenía por objeto detectar, identificar y asistir en la interceptación de aviones enemigos que intentaran penetrar en el espacio aéreo de los Estados Unidos (Ceruzzi, Paul E., 2003, 51) y se convirtió en la mayor red de radares conectados del país, una precursora de ARPANET y de lo que hoy es internet (Ackley, 2003, 1848). Su presupuesto total, sumando la financiación y los recursos humanos involucrados (militares, civiles y contratados) superó el del Proyecto Manhattan para desarrollar las bombas atómicas estadounidenses (SAGE: Semi-automatic Ground Environment Air Defense System.)

Lo interesante de esta red de comunicación es que se construyó principalmente en base a su hardware, aunque muchos historiadores/as afirman que el *software*, denominado aquí como el arte de la *programación* informática, se inventó esencialmente para SAGE (SAGE: Semi-automatic Ground Environment Air Defense System.; Ceruzzi, Paul E., 2003, 95)¹². Los principales componentes del sistema pertenecían a la capa hardware. Estos elementos fueron veintitrés verdaderas arquitecturas de la computación habitadas y recorridas que se diseminaron por todo el país, distribuidas a lo largo de los más de treinta sectores que conformaban el sistema [Fig.G_3.3.b_6].

Desde un inicio, este proyecto contó con varios arquitectos entre las personas involucradas en su diseño. Como explica Reinhold Martin, el sistema SAGE tenía su propia arquitectura (de la computación) (Martin, 2003, 187). Y entre los elementos arquitectónicos con los que se configuraba estaban unas cúpulas geodésicas plegables, muy ligeras, construidas mediante fibra de vidrio, diseñadas por el arquitecto Richard Buckminster Fuller. Fuller fue contratado por el Lincoln Laboratory del MIT en 1956 para proyectar los primeros prototipos de estas cúpulas geodésicas, que serían las arquitecturas donde se ubicarían parte de los radares de búsqueda de misiles enemigos. Las cúpulas serían los elementos de SAGE que conformarían

⁹ Este programa recibió en primer lugar el nombre de Project Lincoln y, posteriormente, el de Lincoln Transition System hasta que adoptó su denominación definitiva SAGE (SAGE: Semi-automatic Ground Environment Air Defense System.).

¹⁰ Se puede leer más acerca del programa SAGE desde el punto de vista arquitectónico en el artículo de John Harwood, «The White Room: Eliot Noyes and the Logic of the Information Age Interior.» (Harwood, 2003).

¹¹ El sistema SAGE operó durante 25 años. El último computador original del sistema SAGE, el ubicado en North Bay, Ontario estuvo operativo hasta su desconexión en 1983 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 53).

¹² JOVIAL (Jules [Schwartz's] Own Verison of the International Algebraic Language) fue el lenguaje de programación desarrollado para SAGE, una variante del ALGOL (Ceruzzi, 2003, 95).

·T_190·

#HARDWARE SAGE

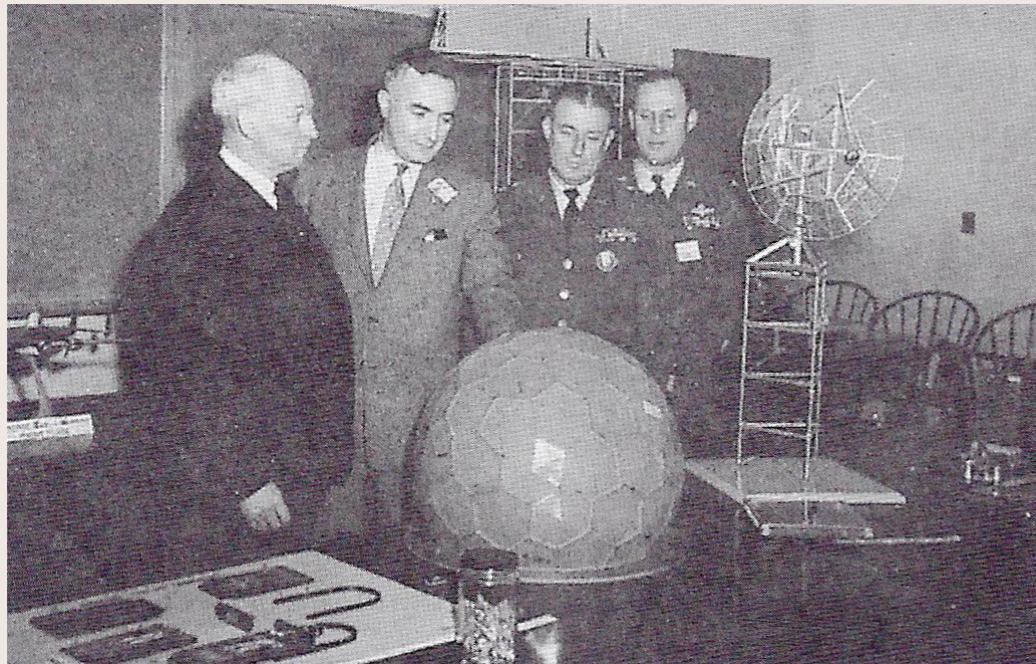
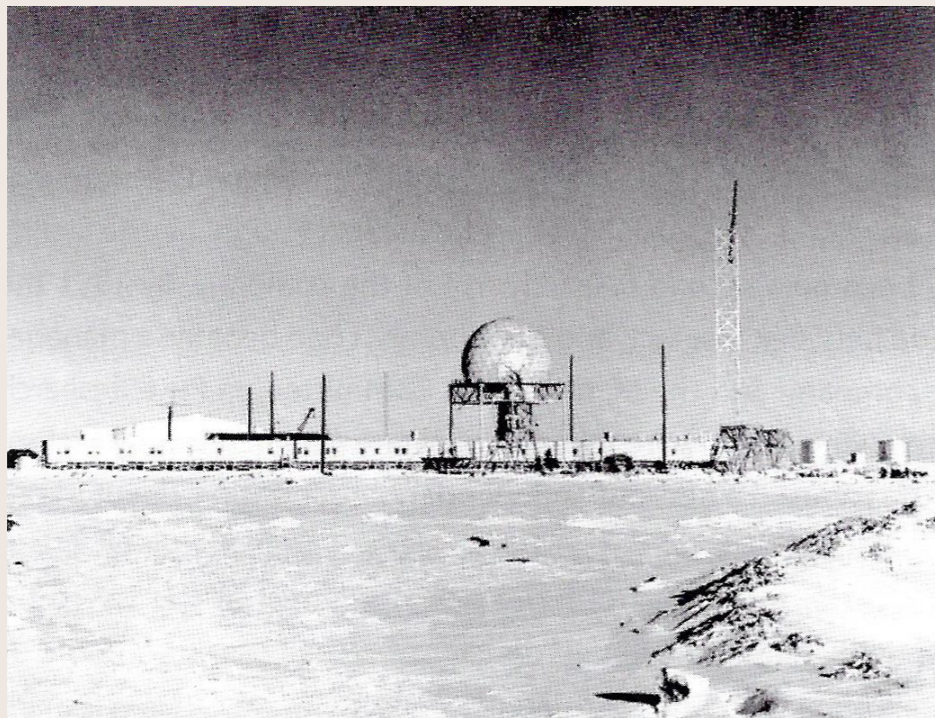


IMAGEN DE LA RUEDA DE PRENSA PARA PRESENTAR EL SISTEMA DE DEFENSA AÉREO SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT (SAGE), EN ENERO DE 1956. EN PRIMER PLANO SE PUEDE VER LA MAQUETA DE LA CÚPULA GEODÉSICA DE RICHARD BUCKMINSTER FULLER QUE FORMABA PARTE DE LAS ARQUITECTURAS QUE LO COMPOÑÍAN. 1956. FUENTE: MARTIN, R. (2003). *THE ORGANIZATIONAL COMPLEX: ARCHITECTURE, MEDIA, AND CORPORATE SPACE* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 188

·G_3.3.a_7·

#HARDWARE SAGE



CÚPULA GEODÉSICA DE RICHARD BUCKMINSTER FULLER INSTALADA EN LA LÍNEA DEFENSE EARLY WARNING (DAW). CIRCULO POLAR ÁRTICO. CA. 1956. EMPRESA WESTERN ELECTRIC, PARTE DE LA CORPORACIÓN BELL. FUENTE: MARTIN, R. (2003). *THE ORGANIZATIONAL COMPLEX: ARCHITECTURE, MEDIA, AND CORPORATE SPACE* (1ª ED.). CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: THE MIT PRESS, P. 188

·G_3.3.b_7·

la línea llamada Defense Early Warning (DAW), una primera línea de control aéreo, situada en el círculo polar ártico, que conformaría el perímetro exterior de la enorme red servomecánica que desplegaría el sistema SAGE por todo el territorio de Estados Unidos. Los datos recopilados por los radares situados en el interior de las cúpulas de Fuller se combinarían con los el resto de numerosas cajas negras que contendrían los computadores tipo *mainframe* de IBM, que estudiaremos a continuación.

En enero de 1956, el día de la rueda de prensa de presentación del sistema SAGE, la maqueta del prototipo de la cúpula geodésica de Fuller estaba estratégicamente situada en primer plano y servía como ejemplo tangible de las arquitecturas que compondrían esa ambiciosa red que pretendía ser el escudo aéreo [Fig.G_3.3.a_7].

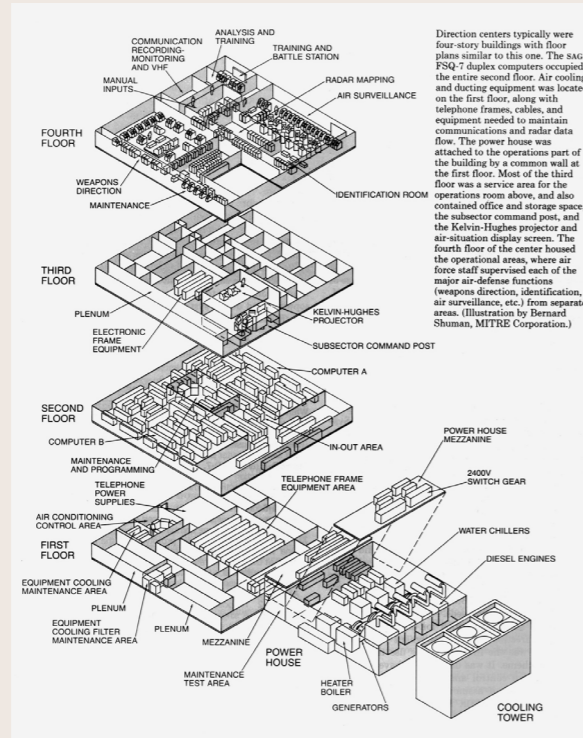
Los primeros prototipos a escala 1:1 o *mock-up* de la cúpula de Fuller fueron construidos por la empresa filial del conglomerado Bell, Western Electric e instalados en las instalaciones que tenía la empresa Bell Telephone Laboratories, en Whippany, Nueva Jersey. Tras las primeras pruebas en esta localización, se construyeron las primeras cúpulas del DAW en el ártico [Fig.G_3.3.b_7].

Como explicó el arquitecto e historiador John Harwood a pesar de que estos componentes se ubicaron en puntos discretos, se agruparon topológicamente en forma de red interconectada, no sólo a nivel tecnológico, en relación al flujo de información que compartían, sino también a nivel arquitectónico, creando una red territorial real (Harwood, 2003, 23). Uno de los puntos débiles del sistema SAGE era que si alguno de estos dispositivos computacionales arquitectónicos que operaban como nodos de la red sufría daños, la red en sí misma dejaba de funcionar en su totalidad (Abbate, 1999).

Eran DC/DA clónicos, idénticos entre sí, compuestos por edificios cúbicos de hormigón armado visto (Ceruzzi, 2008, 123), de unas cuatro plantas de altura, con una superficie total superior a los 8.000 m² (2.000 m² por planta), denominados *direction centers* (centros directores) [Fig.G_3.3.a_8]. Estas edificaciones albergaban en su interior sin ventanas (Ceruzzi, 2003, 123) ni vistas al exterior, a lo largo de sus cuatro alturas, los principales componentes de dos computadores idénticos (Forrester, Jay W. & Everett, 1990, 906), el A y el B, llamados AN/FSQ-7, que funcionaban en tándem (Ceruzzi, Paul E., 2003, 51), es decir, como una especie de configuración RAID actual [Fig.G_3.3.b_8]. En la planta baja se ubicaban las fuentes de alimentación, los disipadores (infraestructuras de climatización y aire acondicionado), los conductos y *plenums*, más las conexiones y el cableado entre los computadores y el resto de la red (los otros *direction centers*, radares, aviones, buques y demás dispositivos); en la segunda planta se ubicaban las salas de control (*control room*), las unidades lógicas de los dos computadores; en la planta tres se ubicaban las unidades de memoria de ambos dispositivos más el gran monitor compuesto por un proyector Kelvin-Hughes o Photographic Display Unit (PDU), que proporcionaba una combinación de la información recopilada por todos los nodos de la red y el procesamiento de los computadores de una forma textual y gráfica (Ceruzzi, Paul E., 2003, 51). Se proyectaba sobre una pantalla de cine que se podía observar desde el Subsector Command Post o *blue room* (sala azul), una especie de sala de visualización de los datos de elementos interceptados por el sistema [Fig.G_3.3.a_9], llamada así porque estaba sólo iluminada por la luz azul que provenía de los tubos de rayos catódicos que poblaban el espacio (Harwood, 2003, 23). Por último, en la cuarta planta se ubicaban las salas de operaciones, con los múltiples dispositivos de input y output del sistema y donde se concentraban también las decenas de cuerpos humanos que formaban parte de este hardware y proto-*software* de ese sistema informático. Como bien apuntaba Harwood, el sistema SAGE se denominaba *semiautomático* porque necesitaba de todos esos cuerpos humanos para apretar los gatillos de las pistolas de detección de luz, que eran similares a *armas blancas* que servían de interfaces para comunicarse con los distintos terminales ubicados en esta última planta y así poder funcionar (Harwood, 2003, 23). Allí se concentraban los nuevos interfaces como objetos y artefactos periféricos como las consolas de visualización o pantallas en torno a unos tubos

·T_191·

#HARDWARE SAGE



AXONOMETRICA EXPLOTADA QUE MUESTRA LA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACION DE LOS DIRECTION CENTERS. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). THE WHITE ROOM: ELIJOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR. GREY ROOM, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 22.

·G_3.3.a_8·

#HARDWARE SAGE



IMAGEN EXTERIOR DE LA CARCASA DE UN DIRECTION CENTER, EN EL QUE SE PUEDE OBSERVAR LA AUSENCIA DE HUECOS, SALVO EL ACCESO AL INTERIOR DE ESTA ARQUITECTURA. CA. 1958. FUENTE: SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM. ACCESO EL 2 DE MAYO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system)

·G_3.3.b_8·

de rayos catódicos (CRT) Stromberg-Carlson Charactron, una especie de proto-monitores; y las pistolas de detección de luz o lápices ópticos (*light-pens*) (SAGE: Semi-automatic Ground Environment Air Defense System.). Todo ello se daba en unos DC/DA vacíos excepto por la cantidad de tecnología en forma de hardware que albergaban en su *interior* (Harwood, 2003, 23).

Los veintitrés *direction centers*, como buenos ejemplos de la arquitecta de la computación de esta primera episteme estudiada, impedían la visión directa de la realidad mediante la construcción de unos soportes físicos cuyas carcasas eran opacas, sin ningún tipo de hueco abierto al exterior, salvo el acceso a los mismos. Estos accesos tenían como único objetivo el permitir acceder a su interior a las decenas de cuerpos humanos que formaban parte indispensable de su hardware. La única visión exterior que se colaba en el interior de estas arquitecturas lo hacía de forma codificada y abstracta, como afirmaba Picon (Picon, 2010, 21) con la representación que se mostraba de la realidad en la *blue room* o sala azul de control [Fig.G_3.3.a_9]. Como explicaba Harwood, si el problema a solventar en las comunicaciones en red se centraba en reducir las interferencias, aislando y *alisando* el espacio por el que pasaba el mensaje (de ahí las camisas de material aislante que recubrían los cables que conectaban todos los nodos de una red rizomática) (Harwood, 2003, 21), en las arquitecturas de la computación, se debía hacer lo mismo: tratar de eliminar cualquier estímulo ambiental (vistas, condiciones atmosféricas, climatológicas, sonoras, olfativas, etc.). Por ello estas primeras arquitecturas de la computación, controlaban las vistas al exterior, muchas veces eliminando todos los huecos en sus envolventes, para eliminar todos estos estímulos ambientales.

Ambas interfaces se desarrollaron en primer lugar para el DC/DA Whirlwind I, que estudiaremos como uno de los casos de estudio arquitectónicos en el siguiente apartado 3.5, y también se implementaron con posterioridad en el dispositivo computador TX-0 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 127). De hecho, el diseño del DC/DA SAGE tenía mucho en común con Whirlwind I (Ceruzzi, Paul E., 2003, 51), siendo su descendiente con más recorrido y visibilidad (Ceruzzi, Paul E., 2003, 140). La primera red militar Sage provenía directamente de la arquitectura de la computación Whirlwind I (Ceruzzi, Paul E., 2008, 123). Como explicaba Ceruzzi, en muchos de los escritos de la época se referían al sistema SAGE como el Whirlwind II¹³ (Ceruzzi, Paul E., 2003, 51). El *light-pen* utilizado en Whirlwind I y en SAGE, aunque menos eficiente y efectivo, fue el precursor del ratón que Douglas Engelbart desarrolló en 1967 (Ceruzzi, Paul E., 2003, 260).

La implementación de este tipo de interfaces como objetos tangibles, como la pantalla de tubo de rayos catódicos (CRT) o el lápiz óptico era la que permitía a los/as operadores/as interactuar directamente con los programas o el *software* de SAGE (Ceruzzi, Paul E., 2003, 127) [Fig.G_3.3.b_9]. Este hecho estaba directamente relacionado con las afirmaciones de Grudin en las que explicaba como la interfaz consistía en una serie de artefactos periféricos al dispositivo que operaban sobre todo con esa capa del hardware (Grudin, 1990, 263) en esos momentos del desarrollo de la computación.

SAGE además de ser importante como precursora de la red que hoy conocemos como internet, también fue clave en el desarrollo de tecnologías como la memoria de núcleo magnético (cuya implementación en los computadores se mantuvo hasta 1995), del procesamiento en paralelo (Harwood, 2003, 22), del uso de distintos tipos de interfaces como las pantallas y los monitores, y de muchas conversiones de datos analógico-digitales (Edwards, P. N., 1997). La investigación militar fue el origen de esta importante arquitectura de la computación, como ocurrió con muchas de estos primeros ejemplos. SAGE fue la primera red informática eficaz del mundo (Picon, 2010, 28) en términos tecnológicos y arquitectónicos, una de las primeras

¹³ Las patentes surgidas a partir de la investigación en torno a la arquitectura de la computación Whirlwind I alcanzaron el valor de trece millones de dólares. IBM tuvo que abonar al MIT en concepto de royalties por la memoria de Whirlwind I al construir conjuntamente con ellos SAGE (Forrester, 1990, 906). Whirlwind I fue una arquitectura de la computación más que rentable económicamente para el MIT, cubriendo con creces la inversión que tuvo que hacerse en un inicio durante su desarrollo.

·T_192·

#HARDWARE SAGE

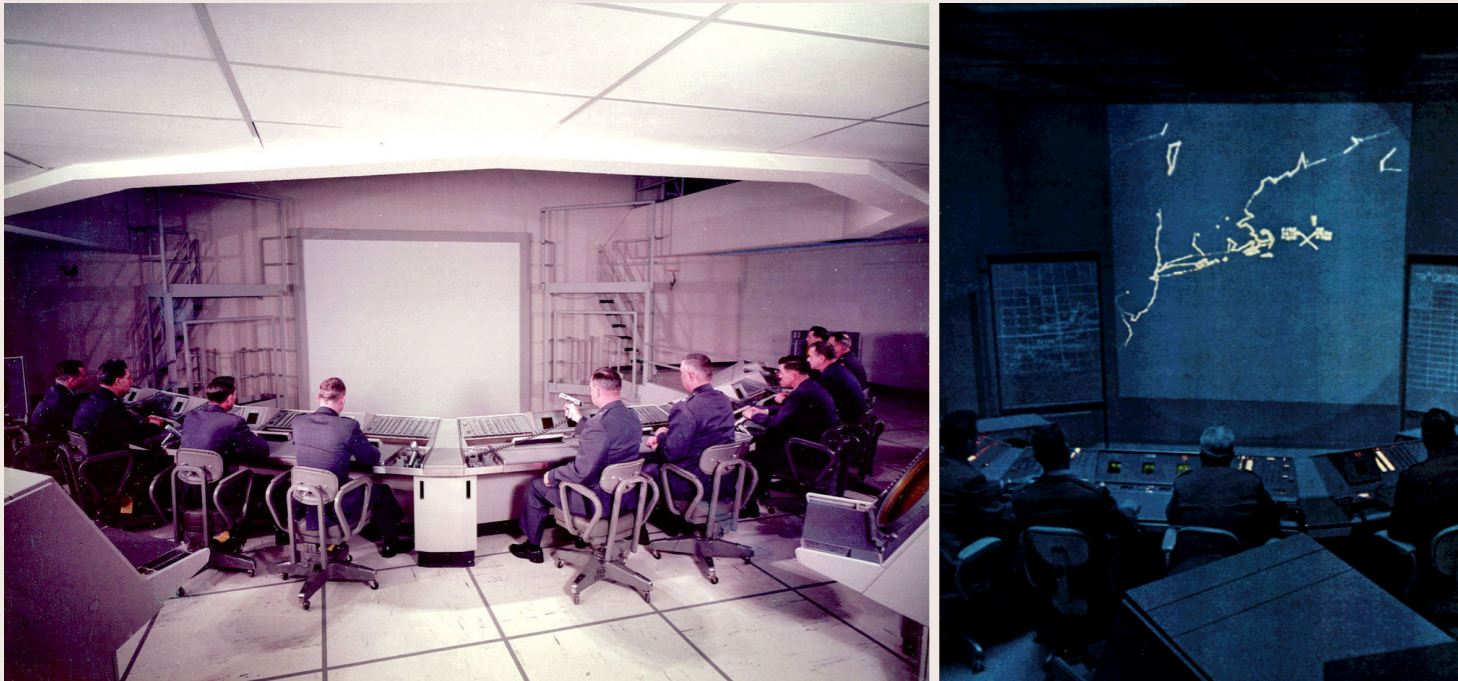


IMAGEN DEL INTERIOR DEL SUBSECTOR COMMAND POSTO BLUE ROOM(SALA AZUL), UBICADA EN LA TERCERA PLANTA DE LOS DIRECTION CENTERS, QUE MOSTRABAN LA IMAGEN GENERADA POR LOS DOS FSQ-7 IDÉNTICOS QUE POBLABAN ESTA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN. ESTACIÓN DE SYRACUSE AIR FORCE. SISTEMA SAGE. CA. 1959. FUENTE: CORTESÍA DE THE ONLINE AIR DEFENSE RADAR MUSEUM. SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM. ACCESO EL 2 DE MAYO DE 2021 DESDE: [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system)

·G_3.3.a_9·

#HARDWARE SAGE



IMAGEN DE LOS CUERPOS HUMANOS DE LOS OPERADORES UTILIZANDO LAS PISTOLAS ÓPTICAS COMO SI DE ARMAS BLANCAS SE TRATARAN SOBRE LOS TERMINALES DE TUBO DE RAYOS CATÓDICOS (CRT) QUE SE UBICABAN EN LA CUARTA PLANTA DE LOS DIRECTION CENTERS. OPERADORES SENTADOS FRENTE A LAS CONSOLAS. CA. 1959. FUENTE: HARWOOD, J. (2003). THE WHITE ROOM: ELIOT NOYES AND THE LOGIC OF THE INFORMATION AGE INTERIOR. *GREY ROOM*, 12, 5-31. 10.1162/152638103322446451, P. 22.

·G_3.3.b_9·

arquitecturas de la computación basadas primordialmente en el hardware (de sus nodos como *direction centers* y de sus interfaces), ya que sus arquitecturas de la computación estaban repletas de hardware en su mayoría, como explicaba Harwood (Harwood, 2003, 22).

La relación con el arte y la arquitectura.

En los ámbitos fuera de la informática, los términos hardware y *software* empezaron a calar en la sociedad, por lo general, unos años más tarde del inicio de la computación digital. Fue hacia mediados de los años 60 del siglo XX, casi veinte años tras su adopción por parte de la computación, cuando empezó a producirse un cambio notable y cuando el concepto asociado al hardware, sobre todo, empezó a influenciar a las esferas artísticas y arquitectónicas.

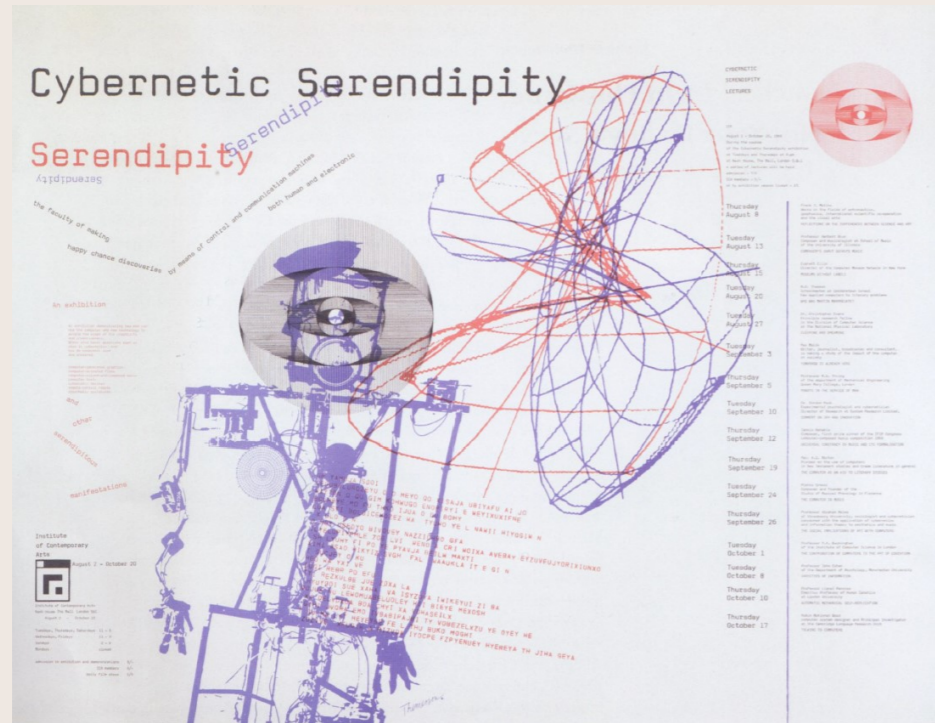
Uno de los primeros hechos que confirmó esta progresiva transformación del interés y la atención suscitada hacia el hardware fue la celebración de una exposición de artistas y arquitectos/as con esta temática como hilo conductor. La exposición en cuestión fue *Cybernetics Serendipity* [Fig.G_3.3.a_10], en 1968, en el Institute of Contemporary Arts (ICA) de Londres, organizada por Jasia Reichardt¹⁴. La muestra se centraba en el rol del dispositivo computador en el arte, entendido éste ampliamente incluyendo campos como la arquitectura, la música, la poesía, el teatro, el cine, la danza, el diseño gráfico, los robots, las instalaciones y los entornos y ambientes (Fernández, 2008). En ese momento el vocablo *computador* designaba una gran variedad de dispositivos tecnológicos, desde soportes físicos tipo *mainframe* (M) o macro computadores de IBM hasta máquinas análogas improvisadas individualmente por los/as artistas participantes. Así la exposición estuvo muy centrada en el impacto que el hardware tuvo en la producción de esos artistas como Frederick Rowland Emmet y arquitectos/as como John Weeks, con su proyecto para un hospital en Northwick Park, al norte de Londres, o Iannis Xenakis [Fig.G_3.3.b_10, Fig.G_3.3.a_11, Fig.G_3.3.b_11] (Croy Kassler, 1968; Usselman, 2003). El hardware era el concepto estratégico en torno al que giraban casi todas las propuestas presentadas.

Esta muestra fue un éxito rotundo (Usselman, 2003, 395) y tuvo un impacto muy profundo en las esferas creativas del momento. Las propuestas y experimentos fundacionales expuestos en *Cybernetics Serendipity*, centrados en el soporte físico de los dispositivos tecnológicos computadores, y en el hardware en particular, marcaron la agenda de muchos artistas y arquitectos durante los siguientes 40 años, convirtiéndose en un referente internacional (Frazer, 2005, 173). Por ejemplo, como veremos en los siguientes apartados, fue una exposición de referencia para las personas que conformaron y caracterizaron la actividad desarrollada en uno de los casos de estudio de esta episteme: el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM).

En el ámbito de la arquitectura, como ocurrió con otros campos ajenos a la informática, la influencia de estos dos niveles, el hardware y el *software*, no se hizo más patente hasta que los vocablos dieron el salto al lenguaje y el imaginario común, también alrededor de mediados de los años 60 del siglo XX. Primero caló el concepto alrededor del hardware en la disciplina arquitectónica para, con posterioridad, empezar a posar la atención en el *software* como elemento de proyecto. De hecho, como vimos al estudiar las relaciones entre la arquitectura, la computación y la ciencia ficción, según Reyner Banham (Banham, 1968), las primeras relaciones

¹⁴ Fue en esta exposición *paradigmática* (Usselman, 2003, 389) en la conexión entre el arte y la computación cuando se experimentó por primera vez con computadores en todo tipo de procesos creativos alejados de las lógicas utilitarias de la industria de la computación. En ella participaron personajes de varias disciplinas creativas que marcaron la agenda creativa de muchas disciplinas en los siguientes cuarenta años. Figuras como la de Norbert Wiener, John Cage, Gordon Pask, Frederick Rowland Emmet o el arquitecto John Weeks, con su propuesta *Indeterminate dimensions in architecture*, formaron parte de la muestra. La exposición se reinauguró en el mismo espacio en el año 2014, reeditando su catálogo en 2018.

#HARDWARE ARTE Y ARQUITECTURA



CARTEL DE LA EXPOSICIÓN *CYBERNETICS SERENDIPITY* CELEBRADA EN EL INSTITUTE OF CONTEMPORARY ARTS (ICA). FRANCISZKA THEMERSON. 1968. LONDRES. FUENTE: HYMAN KREITMAN RESEARCH CENTRE, TAP 1334 (ARTWORK © JASIA REICHARDT; PHOTOGRAPH © TÄTE, LONDON, 2008, CORTESÍA DE ICA AND TÄTE ARCHIVE).

·G_3.3.a_10·

#HARDWARE ARTE Y ARQUITECTURA



IMAGEN DE LA PÁGINA 69 DEL CATÁLOGO DE LA EXPOSICIÓN *CYBERNETIC SERENDIPITY*, CON EL PROYECTO *INDETERMINATE DIMENSIONS IN ARCHITECTURE*, QUE MOSTRABA LA ESTRUCTURA VISIBLE DE LA PROPUESTA PARA UN HOSPITAL EN NORTHWICK PARK, AL NORTE DE LONDRES, DISEÑADA COMO RESULTADO DE LA APLICACIÓN DE UN PROGRAMA ORIENTADO DE COMPUTADOR. JOHN WEEKS. PRIMAVERA, 1968. LONDRES. FUENTE: REICHARDT, J. (1968). *CYBERNETIC SERENDIPITY: THE COMPUTER AND THE ARTS*. LONDRES, NUEVA YORK: STUDIO INTERNATIONAL, P. 69.

·G_3.3.b_10·

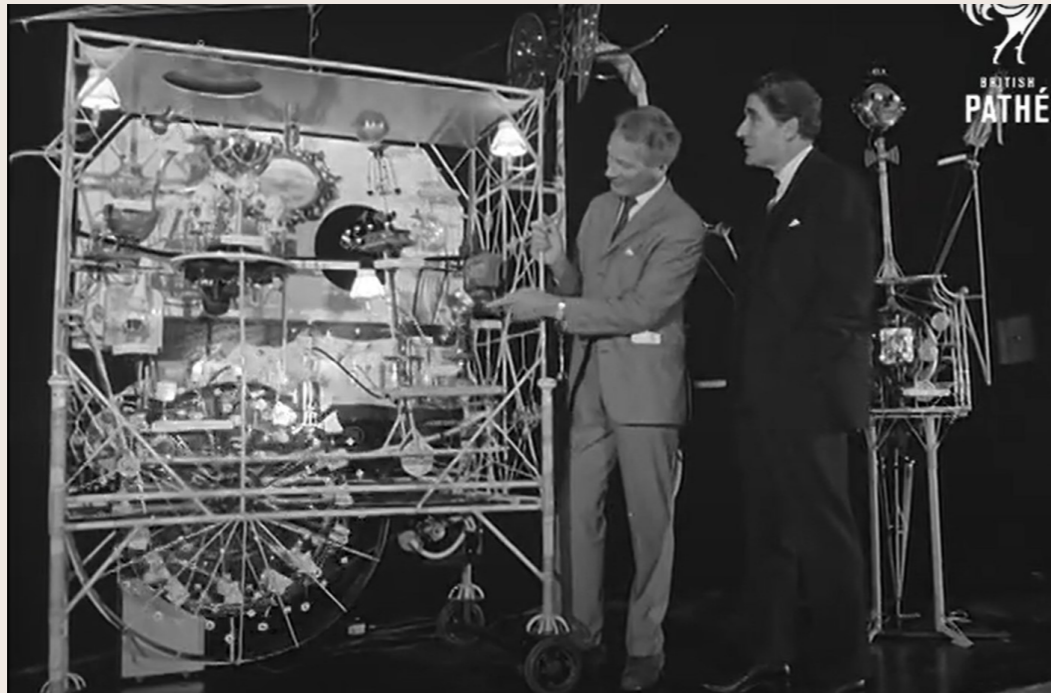
conceptuales entre la computación y la arquitectura se centraron en el hardware. Esta afirmación se había encarnado en la arquitectura de la computación mostrada en el DC/DA de 2001: *Una Odisea del Espacio* (1968), que era un ejemplo paradigmático de cómo la arquitectura se había centrado en el hardware hasta ese momento, en oposición a los nuevos movimientos habitualmente basados en el *software* que desplegaba la arquitectura contenida en *Barbarella* (1968), como veremos en los siguientes apartados. Podemos afirmar entonces que el texto de Banham confirmaba una de las hipótesis defendidas en este gran capítulo de esta tesis doctoral (capítulo 3) al considerar que la arquitectura de la computación presente el filme de Stanley Kubrick 2001 era todo hardware. Esta película fue un claro ejemplo en el cine de ciencia ficción de esos dispositivos tecnológicos computadores que eran a la par arquitectónicos y que eran enormes espacios habitables y recorridos por diferentes cuerpos. En estos DC/DA el hardware era el protagonista.

Siguiendo con esta reflexión de Banham, en los primeros casos de estudio arquitectónicos en los que profundizaremos en el siguiente apartado, como Whirlwind I o CCUM, se puede observar que su desarrollo como DC/DA se centró principalmente en el diseño de su hardware, dejando de lado su dimensión en torno al *software*. El concepto de *software* como un elemento de proyecto en arquitectura apareció tiempo después cuando Richard Buckminster Fuller, junto con John McHale y Shoji Sadao, empezaron a desarrollar el proyecto The World Game (1964-1968), como veremos a continuación.

En esta particular episteme o comprensión espacio-temporal de la historia de la computación, los soportes físicos de los DC coincidían plenamente con los DA. Su soporte físico estaba compuesto por un hardware y un *software* (secundario), en el que el papel de los seres humanos era doble, como hemos visto.

·T_194·

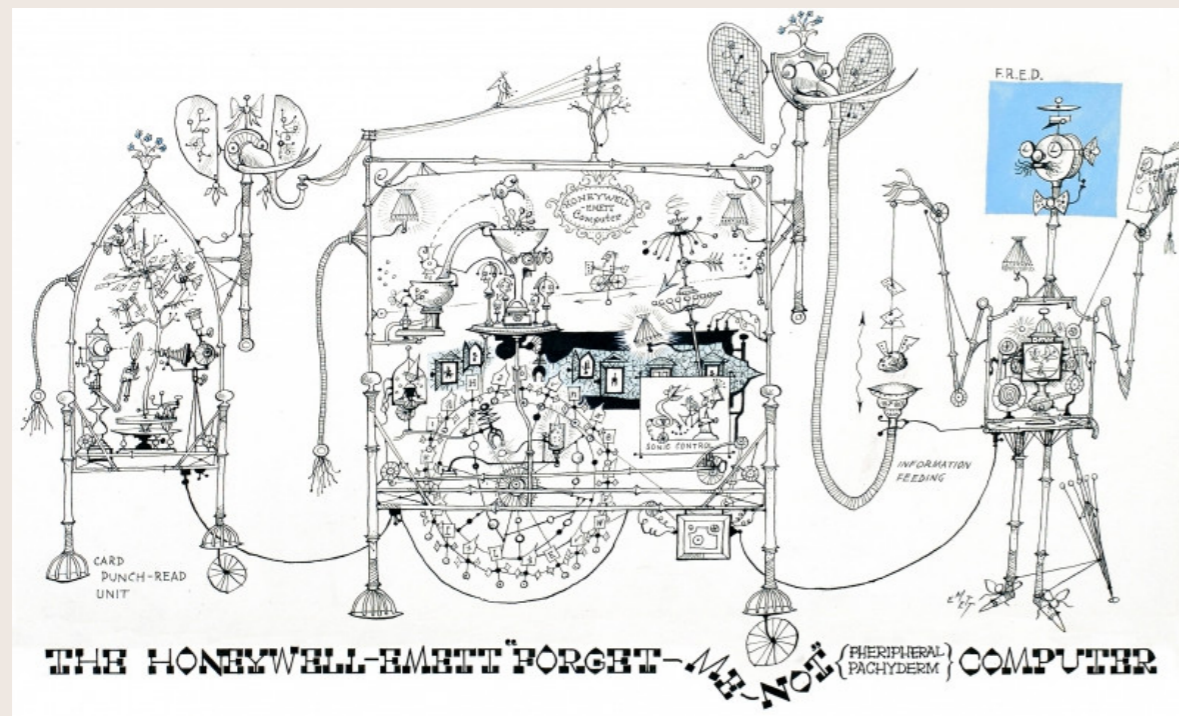
#HARDWARE ARTE Y ARQUITECTURA



THE HONEYWELL EMETT 'FORGET-ME-NOT' COMPUTER (PERIPHERAL PACHYDERM COMPUTER). FREDERICK ROWLAND EMETT. 1966. EXPOSICIÓN *CYBERNETICS SERENDIPITY*. INSTITUTE OF CONTEMPORARY ARTS (ICA). 1968. LONDRES. EL DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTADOR ESTABA MUY CENTRADO EN EL HARDWARE. FUENTE: BRITISH PATHÉ. (13 DE ABRIL DE 2014). THE COMPUTER - BY EMETT (1966) [ARCHIVO DE VÍDEO]. YOUTUBE. [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=YWOR_H260W](https://www.youtube.com/watch?v=YWOR_H260W)

·G_3.3.a_11·

#HARDWARE ARTE Y ARQUITECTURA



THE HONEYWELL EMETT 'FORGET-ME-NOT' COMPUTER (PERIPHERAL PACHYDERM COMPUTER). ALZADO. FREDERICK ROWLAND EMETT. 1966. EXPOSICIÓN *CYBERNETICS SERENDIPITY*. INSTITUTE OF CONTEMPORARY ARTS (ICA). 1968. LONDRES. FUENTE: ACCESO EL 13 DE ABRIL DE 2021 DESDE: [HTTPS://CHRISBEETLES.COM/ARTWORK/12803/THE-HONEYWELL-EMETT-FORGET-ME-NOT-PHERIPHERAL-PACHYDERM-COMPUTER](https://CHRISBEETLES.COM/ARTWORK/12803/THE-HONEYWELL-EMETT-FORGET-ME-NOT-PHERIPHERAL-PACHYDERM-COMPUTER)

·G_3.3.b_11·

Resumen.

Antes de pasar al siguiente punto, resumimos los elementos más relevantes recogidos en este apartado:

- Los DC y DA estaban compuestos principalmente por hardware. El *software* era algo secundario y complementario.
- El hardware estaba compuesto por todo *objeto* que el/la usuario/a-habitante podía tocar y manipular con las manos y todo *sujeto* (que también podía tocar/se con las manos), el ser humano que era un componente indispensable del dispositivo.
- El *software* era lo que no se podía tocar, lo intangible y estaba compuesto por todo *sujeto* que establecía la configuración del DC y por rutinas e instrucciones.
- En las primeras experiencias, estos sujetos eran, principalmente, mujeres.
- Al principio no existía el concepto del *software*. Primero se llamó *set up* (ENIAC), luego *programming* (UNIVAC I) y finalmente, *software*.
- Los seres humanos juegan un doble papel en los DC y DA: son *sujetos* (seres humanos como usuarios/as-habitantes) y son *objetos* (como componentes físicos del hardware y del *software*).
- Nuestros cuerpos y nuestros comportamientos son hardware y *software* a la vez.
- El hardware era mucho más importante y estratégico que el *software*.
- En estos primeros dispositivos tecnológicos computacionales y arquitectónicos el **soporte físico** que constituye su arquitectura **coincide** exactamente **con el hardware y el software**, como un todo indivisible.
- La arquitectura del hardware.

·T_195·

3.4. LA ARQUITECTURA COMO ESPACIO. CASOS DE ESTUDIO ARQUITECTÓNICOS.

·G_3.4.a_1·

#DA/DC QUE SE HABITAN Y SE RECORREN

ARQUITECTURAS DE LA COMPUTACIÓN



DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS (SOPORTE FÍSICO) (*BUILT ARTIFACT*)



ESPACIOS QUE SE HABITAN / SE RECORREN



COMPUTADOR



ESPACIO/EDIFICIO

DISPOSITIVO TECNOLÓGICO ARQUITECTÓNICO (DA) = DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTACIONAL (DC)

DIAGRAMA QUE EXPLICA LA RELACIÓN ENTRE LOS SOPORTES FÍSICOS (*BUILT ARTIFACTS*) DE AMBOS DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS CONTEMPORÁNEOS, ARQUITECTÓNICOS (DA) Y COMPUTACIONALES (DC) EN LA SEGUNDA EPISTEME DE LA COMPUTACIÓN ESTUDIADA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA.

·G_3.4.b_1·

3.4. La arquitectura como espacio. Casos de estudio arquitectónicos.

En este apartado de la tesis vamos a examinar varios casos de estudio de soportes físicos, correspondientes a los dispositivos tecnológicos computadores (DC), pero, sobre todo, a los arquitectónicos (DA).

En esta episteme de la computación, correspondiente al nacimiento de la computación electrónica (digital) a mediados del siglo XX, en 1944 (Wilkes 2003, 548)¹, el vínculo entre la arquitectura y la computación era muy estrecho. En especial, lo era en la materialización de los soportes físicos de los dispositivos construidos por ambas disciplinas, el dispositivo computacional (DC) y el dispositivo arquitectónico (DA) que en los casos de estas primeras arquitecturas de la computación se correspondían y eran coincidentes. Los DC/DA eran espacios habitados y recorridos por distintos seres humanos y no humanos, como veremos.

El nacimiento de la era digital de la computación y el progreso de la arquitectura moderna coincidieron en el tiempo y evolucionaron en paralelo. Al estudiar los espacios de los primeros computadores digitales es donde se vislumbran una serie de características específicas que influyeron o fueron influenciadas por las arquitecturas que se estaban desarrollando en la disciplina puramente arquitectónica, en ese mismo periodo, como un ejemplo de la relación bidireccional entre las dos disciplinas, la arquitectura y la computación.

Uno de los primeros casos de estudio recogido en este apartado, explora y se centra en la arquitectura configurada por los computadores tipo *mainframe* (M), macrocomputadores o unidades centrales², característicos de la pre-generación electrónica (grupo 1, correspondiente al diagrama de Gordon Bell que veíamos en apartados anteriores) así como de la Primera y la Segunda Generación de la computación (Ceruzzi 2003, 555). Todos ellos constituían el origen de las primeras arquitecturas construidas de la computación. En los espacios arquitectónicos de los primeros computadores digitales se observaban una serie de cualidades espaciales concretas que, en el ámbito de la arquitectura, también encontrábamos. De esta manera, se producía un claro intercambio transdisciplinar bidireccional entre ambas disciplinas, la computación y la arquitectura. Unos espacios que, pese a no estar recogidos habitualmente entre los que configuran el relato moderno de la arquitectura, abrían un campo de ensayos interesante, un laboratorio alternativo y complementario al que se venía desarrollando en los espacios puramente disciplinares.

En todos esos casos, el dispositivo tecnológico contemporáneo computacional o computador (DC) se correspondía íntegramente con el dispositivo tecnológico contemporáneo arquitectónico o edificación (DA), al existir una equivalencia entre ambas arquitecturas, constituyendo un único espacio habitado y recorrido.

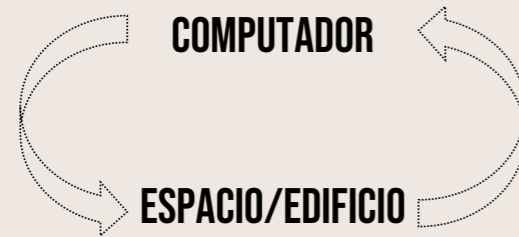
Como señala el investigador e historiador Gerard O'Regan, esas primeras computadoras digitales tipo *mainframe* (M) eran enormes arquitecturas que ocupaban grandes espacios, incluso correspondían a edificios enteros de varias plantas (O'Regan 2012, 24, 25, 35). Constituían unas arquitecturas de la computación completas y complejas, que eran habitables y habitadas, tanto por agentes humanos como por no humanos. En este sentido la cohabitación entre especies humanas y no humanas fue una característica principal de las primeras arquitecturas de la

¹ Fijado por muchos/as autores/as en agosto de 1944, con la construcción y la puesta en funcionamiento del dispositivo computador tipo *mainframe* (M) Harvard Mark I.

² Según el diccionario Collins *mainframe* o *unidad central* es un computador muy potente que puede ser utilizado por muchas personas al mismo tiempo y puede llevar a cabo grandes y complejas tareas. *Collins dictionary*, s.v. "Mainframe," acceso en mayo, 16, 2020, <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/mainframe>. El término se refiere a computadores de mediana y gran escala que contienen un "marco principal", en contraste con otros tipos de dispositivos computadores, como los minicomputadores (Mi), los microcomputadores u computadores personales (PC) o las estaciones de trabajo (E) (Meek 2003, 1068). El nombre proviene de los grandes bastidores metálicos utilizados para montar los circuitos de los computadores en la década de los años 50 del siglo XX (Ceruzzi 2012, 54).

#DISPOSITO ARQUITECTÓNICO (DA) COMO ESPACIO

RELACIÓN DE ANALOGÍA MORFOLÓGICA



DISPOSITIVO TECNOLÓGICO ARQUITECTÓNICO (DA) = DISPOSITIVO TECNOLÓGICO COMPUTACIONAL (DC)

·G_3.4.a_2·

3.4.1. WHIRLWIND I. JAY WRIGHT FORRESTER.

·G_3.4.b_2·

computación. Existe una anécdota muy famosa en el mundo de la informática de la que se ha escrito mucho (Kidwell 1998, 5-9) sobre cómo el 9 de septiembre de 1947, a las 3:45 de la tarde, la programadora estadounidense Grace Murray Hopper y sus colaboradores/as encontraron un insecto (*bug*, en inglés y alemán), en concreto, una polilla muerta, que había cortado uno de los circuitos del DC/DA tipo *mainframe* (M) Harvard Mark II Aiken Relay Calculator (un computador electromecánico). La polilla quedó atrapada en el relé número 70 del panel F y el dispositivo computador se paró, de repente. Hopper y su equipo inspeccionaron el dispositivo y encontraron a este agente no humano ya muerto dentro de la arquitectura del computador. Despegaron el insecto del relé y lo pegaron con cinta adhesiva al libro de registro de la máquina, escribiendo un informe tras el incidente (Hopper 1981, 285-286). Tras la publicación de esta anécdota, se le adjudicó erróneamente a Hopper la utilización, por primera vez, de los términos *bug* y *debug*, con la nueva acepción informática en su definición: un error o un mal funcionamiento de un dispositivo computador. El uso del término *bug*, asociado a este nuevo significado, se le debe atribuir a Thomas Alva Edison que, con anterioridad, en una carta que escribió en 1878 (Shapiro 1984, 164; Shapiro 1987, 377) hizo uso del vocablo con esa intención, la de fallo o error. En cualquier manera, la presencia de seres no humanos en las primeras arquitecturas de la computación, daba inicio a una de las historias más famosas en torno al mundo de la informática y abría un mundo de posibilidades en la coexistencia y cohabitación de especies y entidades en un único espacio compartido. Así, como describe el filósofo italiano Giorgio Agamben, los DC y DA eran *dispositivos*, habitados por *seres vivientes-individuos* y por *sustancias* (Agamben, 2010, 15). El grupo de los/as seres vivientes estaba conformado, por un lado, por agentes humanos, como los/as programadores/as, los/as ingenieros/as y, por otro lado, por los agentes no humanos, como las polillas, los ratones, etc. Todos ellos, por igual, eran considerados individuos. Los otros habitantes de los dispositivos, eran las *sustancias*, entre las que se encontraban los objetos, las cosas, las entidades, los indicadores luminosos, los interruptores, los botones, etc. La coexistencia de ambos grupos, seres vivientes-individuos y sustancias, derivaba en múltiples procesos de subjetivación, dando lugar a sujetos poliédricos y diversos, como los DC/DA. Según Agamben, no hay un solo instante de la vida de los seres vivientes o sustancias que no esté modelado, contaminado o controlado por algún dispositivo (Agamben, 2010, 25), en este caso por un dispositivo computacional y arquitectónico.

3.4.1. Whirlwind I. Jay Wright Forrester.

El primer caso de estudio arquitectónico que se analiza en este capítulo 3, es el correspondiente a una de esas primeras arquitecturas de la computación: el soporte físico (built artifact) de un dispositivo computador tipo *mainframe* (M) (DC/DA), construido bajo las premisas de la Primera Generación de la computación. Se estudia, en concreto, uno de los tres computadores digitales más importantes desarrollados en Estados Unidos: el *Whirlwind I* o *WWI*, un DC/DA construido en el Campus del Massachusetts Institute of Technology (MIT), entre 1945 y 1956, proyectado y dirigido por Jay Wright Forrester y su equipo [Fig.G_3.4.a_3].

El proyecto Whirlwind I o *WWI* se desarrolló dentro del Lincoln Laboratory (inicialmente denominado Servomechanisms Laboratory y posteriormente el MIT Digital Computer Laboratory), del Massachusetts Institute of Technology (MIT), en Cambridge (Estados Unidos). Aunque el proyecto se presentó oficialmente en 1945, se empezó a gestar con anterioridad, durante la Segunda Guerra Mundial, en 1943, cuando el jefe del ejército de la Marina estadounidense pidió ayuda a los ingenieros del MIT para producir estabilizadores y un análisis de control del tráfico aéreo para sus aviones, de cara a la contienda. También querían construir un simulador de vuelo para entrenar bombarderos. Whirlwind I fue uno de los tres proyectos más importantes desarrollados en Estados Unidos, dentro del primer lustro de la década de 1950 (Williams & Roy, 1997, 370). Contó con un presupuesto asignado para su construcción de 1 millón de dólares al

·T_197·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMAGEN EN BLANCO Y NEGRO DEL ESPACIO INTERIOR DEL DC/DA PROYECTO WHIRLWIND I O WWI (1945-1956). VISTA INTERIOR DEL COMPUTER ROOM (CPU), 1952. JAY W. FORRESTER. FUENTE: COLECCIÓN Y ARCHIVOS DE LA COMPAÑÍA MITRE. CORTESÍA DE GWEN BELL. CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102680793).

·G_3.4.a_3·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



JAY WRIGHT FORRESTER, DISEÑADOR DEL DA/DC WHIRLWIND I, SOSTENIENDO UN PANEL DE MEMORIA DE FERRITA, UN COMPONENTE COMO UNA SUPERFICIE. CA. 1951. FUENTE: CORTESÍA DEL MIT MUSEUM Y ACCESO EL 18 DE JULIO DE 2021 DESDE: [HTTPS://HISTINF.BLOGS.UPV.ES/2011/11/21/PROYECTO-WHIRLWIND/](https://histinf.blogs.upv.es/2011/11/21/proyecto-whirlwind/)

·G_3.4.b_3·

año, y recibió esa financiación durante tres años. En sus inicios, el proyecto pretendía construir un dispositivo computador analógico, de propósito único, un DC similar a los que Gordon Bell encuadraba en el grupo 2 de su diagrama, es decir, un computador para calcular las respuestas frente a las acciones de los pilotos en los simuladores de vuelo de la Marina estadounidense y para controlar dichos simuladores en tiempo real. En 1945, tras una inyección muy importante de fondos, el proyecto cambió radicalmente de rumbo para empezar a diseñar, producir y construir un dispositivo digital, de propósito general, en tiempo real, tras la visita de Forrester y otro ingeniero del MIT, Perry Crawford, a una demostración del computador tipo *mainframe* (M) ENIAC, que hemos visto. Forrester imprimió un carácter transformador al proyecto Whirlwind I, gracias a la influencia que recibió en esa visita de las ideas de los creadores del ENIAC, John Von Neumann, John Presper Eckert y John William Mauchly. Tras varios encuentros juntos, Forrester impulsó la implantación de un grupo de trabajo, responsable del proyecto del DC/DA, con un marcado carácter transdisciplinar, como el que estaba desarrollando el ENIAC, en el que trabajaban, de la mano, personas de distintas especialidades (Lane & Sterman, 2019, 115-122), de la misma manera que se estaba empezando a proponer en el campo de la arquitectura, como reflejaban los últimos congresos CIAM celebrados. Forrester era una persona apasionada y ferviente defensora de un acercamiento holístico para la resolución de problemas de diseño y, del mundo, en general (Picon, 2010, 30). Era el equivalente, en el mundo de la computación, a la figura del arquitecto Richard Buckminster Fuller, alguien que apostaba por un enfoque transdisciplinar entre saberes, para desencadenar un pensamiento complejo y completo que hiciera avanzar a la arquitectura, y, en el caso de Forrester, a la computación.

En el DA/DC trabajaron, desde sus inicios entre 1943 y 1945, 175 personas, entre ellas, setenta ingenieros/as y técnicos/as. Como resultado de este trabajo colaborativo y transdisciplinar entre distintas personas de diversos campos del saber, trabajando juntas, en un proyecto común, el DC/DA Whirlwind I incorporó, en su construcción, muchas innovaciones por primera vez. Fue el primer DC/DA digital en mejorar la eficiencia y la eficacia de las válvulas de vacío, con una propuesta en su rediseño, así como el primer dispositivo en integrar un nuevo método de almacenamiento de información, una memoria, más fiable y más económico. Así Forrester y su equipo desarrollaron un nuevo tipo de memoria, la memoria de ferrita o de núcleo, que consistía en una matriz de pequeños anillos o toros cerámicos-magnéticos a través de los cuales se enhebraban hilos que almacenaban información en los anillos, manipulando la polaridad del campo magnético que pasaba por ellos. Es decir, desde 1949 Forrester empezó a pensar en cómo proyectar un dispositivos bidimensional o tridimensional, una nueva geometría tangible de almacenamiento, para sustituir el método unidimensional de la memoria que había implementado en los primeros prototipos del Whirlwind I. En 1953 el DA/DC ya contaba con una memoria de núcleo o de ferrita que duplicó su velocidad de procesamiento, hasta alcanzar los 40 kips, que podía procesar 16 dígitos a la vez, a una velocidad de 20.000 veces por segundo. Forrester solicitó la patente de la memoria de ferrita en 1951 y se le concedió en 1956 [Fig.G_3.4.b_3].

Este tipo de memoria fue la que se implementó, más tarde, en todos los computadores de las misiones Apolo, desarrolladas por Estados Unidos. La memoria de ferrita fue una invención surgida de un proceso de encoger en toda regla. Un encoger físico, ya que los nuevos núcleos de memoria eran superficies planas, en forma de paneles, que necesitaban de mucho menos espacio. Pero también un encoger en su demanda de recursos ya que, a pesar de ser un tipo de memoria mucho más fiable y más rápida, encogía su demanda de energía eléctrica y de materiales para su construcción, abaratando mucho también su precio de producción. De hecho, podríamos decir que el primer proceso de encoger que empleó el concepto de superficie en su estrategia de proyecto fue la invención de la memoria de ferrita, que transformó un componente tridimensional previo, como era el tubo de Williams, en una entidad bidimensional, una superficie, pero que contenía una materialidad espacial en ella (los múltiples toros cerámicos enroscados en un matriz de cables de cobre). En poco tiempo, la memoria de ferrita supuso una innovación trascendental en el proceso de encoger y de miniaturización de todos los DC, además de convertirse en el estándar de memoria empleado para todos los DC construidos

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IZQUIERDA: IMAGEN DE LOS ALZADOS PRINCIPALES DEL COMPUTADOR *MAINFRAME(M)* DC/DA PROYECTO WHIRLWIND I. AVENIDA MASSACHUSETTS, 211, EDIFICIO BARTA (N42), DEL CAMPUS DEL MIT, CAMBRIDGE, MA, 1947. FUENTE: FOTO CORTESÍA DE LA EMPRESA MITRE. CRUISER, EXO. EXO CRUISER: 1950'S COMPUTER LANGUAGE "GEORGE". EXO CRUISER. 2017. [HTTPS://DODLITHR.BLOGSPOT.COM/2017/07/1950S-COMPUTER-LANGUAGES-GEORGE.HTML](https://dodlithr.blogspot.com/2017/07/1950s-computer-languages-george.html). DERECHA: IMAGEN DE LOS ALZADOS PRINCIPALES DEL COMPUTADOR *MAINFRAME(M)* DC/DA PROYECTO WHIRLWIND I. AVENIDA MASSACHUSETTS, 211, EDIFICIO BARTA (N42), DEL CAMPUS DEL MIT, CAMBRIDGE, MA, 1949. FUENTE: FOTO CORTESÍA DEL MIT MUSEUM. "SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM." ACCESO 30 DE MAYO, 2020. [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system).

·G_3.4.a_4·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



GRABADO PINTADO A MANO DEL EDIFICIO BARTA CUANDO ERA LA LAVANDERÍA E&R LAUNDRY BUILDING. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS. 4 DE JUNIO DE 1904. THE AMERICAN ARCHITECT. C. HERBERT MCCLARE. FUENTE: E & R LAUNDRY BUILDING, CAMBRIDGE, MA. ACTION. ACCESO EL 17 DE JULIO DE 2020 DESDE: [HTTPS://WWW.AMAZON.COM/LAUNDRY-BUILDING-CAMBRIDGE-MA/DP/B008FG5JNO](https://www.amazon.com/laundry-building-cambridge-ma/dp/B008FG5JNO)

·G_3.4.b_4·

desde 1953, hasta mediados de 1970-1975 (en 1976 la empleaban el 95% de los DC construidos, de cualquier tipo, computadores tipo *mainframe* (M), supercomputadores y minicomputadores (Mi)). La invención de la memoria de ferrita del DC/DA Whirlwind I y de Forrester supuso un hito en los soportes físicos de los dispositivos computadores, ya que, gracias a ella, junto con la implementación del transistor bipolar, empezó el primer proceso de encoger experimentado por estos dispositivos. Este hecho fue el que inició un proceso de democratización de la computación, para que los DA/DC dejaran de ser espacios de laboratorio para convertirse en dispositivos a la conquista de otros espacios, como el de la oficina o el del espacio doméstico, empezando así el verdadero desarrollo de la computación³. Pero su invención no sólo fue decisiva para el mundo de la informática, sino que también tuvo una influencia muy importante en el de la arquitectura. El invento de Forrester protagonizó una de las portadas de la revista publicada por el colectivo británico de arquitectos visionarios, Archigram, en concreto, el número 7 de su revista (1966), y, años antes, inspiró a Dennis Crompton, uno de sus fundadores, para desarrollar uno de sus proyectos más influyentes en el panorama arquitectónico de la época, Computer City (1964), como veremos en el capítulo 4.

Al inicio del proyecto Whirlwind I, en otoño de 1946, Forrester empezó a pensar en el diseño y la construcción de un DC/DA como un contenedor-edificio que debía contener este nuevo tipo de dispositivo. Para ello, debía buscar un/a arquitecto/a que supervisara la construcción del mismo, antes de la primavera de 1947 (Redmon & Smith, 1975, 62, 176). Durante el desarrollo del proyecto, se previó que el DC/DA tendría cuatro plantas de altura, para albergar, además del computador, un segundo programa, la futura sede del Servomechanisms Laboratory. Para llevar a cabo esta estimación, el grupo transdisciplinar se basó en establecer comparaciones con las dimensiones en planta, de media, de otros laboratorios del MIT de su época. Al principio, el proyecto estuvo pensado para ser un dispositivo tecnológico arquitectónico (DA/DC) de nueva planta.

Con un presupuesto de ejecución disponible bajo, las opciones de construir una nueva edificación, dentro del complejo del Supersonic Laboratory del MIT, dejaron de ser viables y atractivas, por dos motivos: por un lado, por la inversión que suponía realizar y que no era posible, con los fondos disponibles; por otro lado, por los plazos de ejecución que implicaba, que eran inviables con el cronograma que les exigía el departamento de defensa. En ese momento, la idea de rehabilitar un contenedor existente empezó a ganar fuerza y ser una opción interesante a valorar por el equipo de diseño. Antes de finales de agosto de 1947, se empezó a barajar la elección del edificio Barta (N42), como una posible ubicación del proyecto. Finalmente, fue la opción que se adoptó para construir el DC/DA de Forrester. Así, el edificio Barta (N42) se convirtió en una de las primeras arquitecturas de la computación, para transformarse, a través de una rehabilitación, en el DC/DA Whirlwind I [Fig.G_3.4.a_4].

Esta edificación del campus del MIT, que todavía sigue en pie en la actualidad, se encuentra ubicada en el 211 de la avenida Massachusetts. Se construyó en 1904 por el arquitecto C. Herbert McClare, con una planta originalmente en forma de «L» para albergar una lavandería industrial, propiedad de la empresa E&R Laundry (Waugh, 1998) [Fig.G_3.4.b_4]. A colación de la composición y estética de la fachada del edificio original de la lavandería, el arquitecto Stephen Perry, de Perry and Radford Architects, en Cambridge, encargado de la rehabilitación del dispositivo arquitectónico llevada a cabo en 1998, expresaba su asombro. Perry se extrañaba por la estética original de la envolvente, muy ornamentada, elaborada y compleja para ser de una arquitectura meramente industrial de principios del siglo XX, una lavandería.

La edificación existente tenía una planta alargada, orientada norte-sur, con una fachada

³ Si en arquitectura es el compás el elemento que protagoniza, de forma general, el escudo de las escuelas de arquitectura del mundo, en computación, es el diagrama de uno de los nudos de la matriz que compone un panel de memoria de núcleo o de ferrita el icono que se emplea en la mayoría de las Escuelas y Facultades de Informática como escudo, como curiosidad.

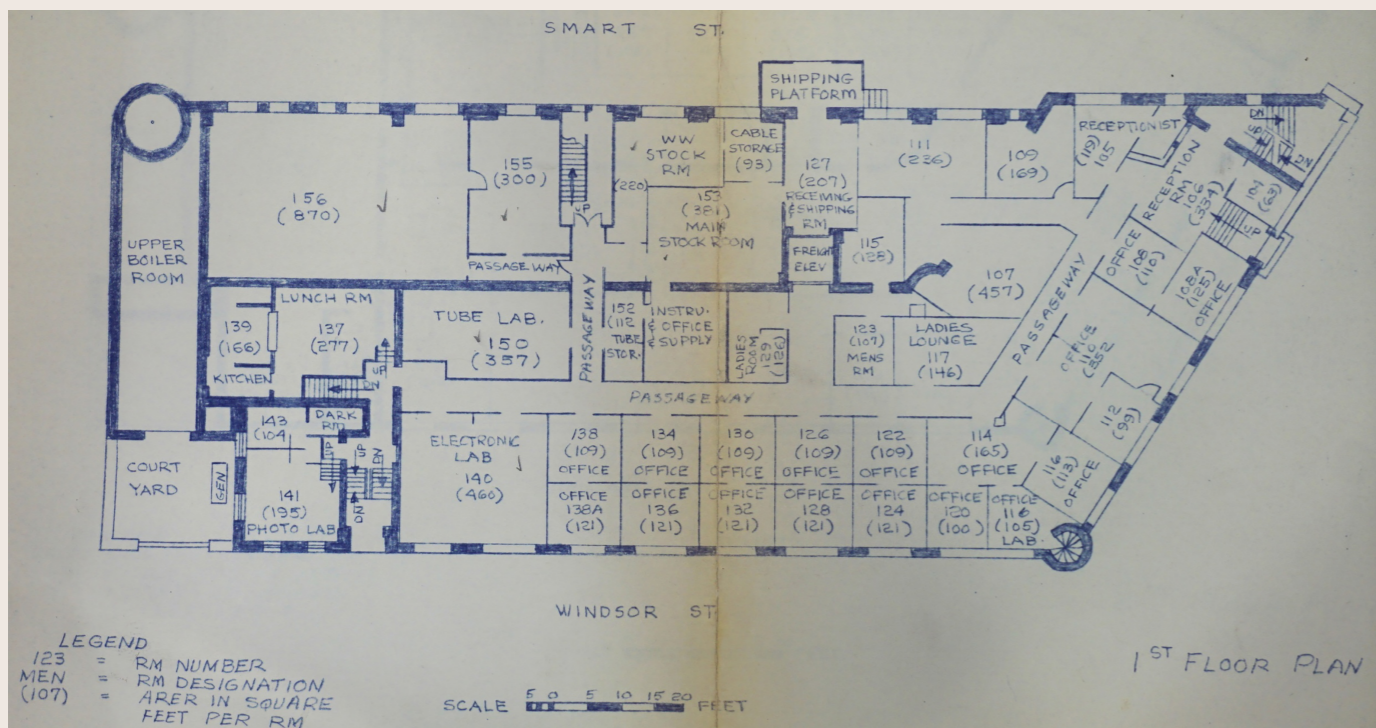
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMAGEN ACTUAL DEL DA/DC WHIRLWIND I. INSTITUTO PARA LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA DEL MIT. 22 DE DICIEMBRE DE 2019. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: FOTOGRAFÍA DE GUY FEDORKOW. CORTESÍA DE GUY FEDORKOW.

·G_3.4.a_5·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PLANTA BAJA INÉDITA, SIN PUBLICAR NI CATALOGAR, DEL DA/DC WHIRLWIND I, EN EL EDIFICIO BARTA (N42). ESTADO ORIGINAL DEL DA/DC CUANDO SE CONVIRTió EN LA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN WHIRLWIND I. CA. 1949. GUY FEDORKOW. FUENTE: CORTESÍA DE GUY FEDORKOW Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: SIN CLASIFICAR).

·G_3.4.b_5·

exterior longitudinal, paralela a la calle Windsor, y una fachada exterior transversal, la principal, que da a la avenida Massachusetts. Con tres plantas sobre rasante, su aspecto exterior está caracterizado por el uso en su envoltorio del ladrillo rojo y sus distintivas gárgolas, molduras, torreones y diversa ornamentación, que enmarca los huecos de fachada y remata las esquinas y los puntos singulares del dispositivo arquitectónico DA/DC como, por ejemplo, su acceso principal. El aspecto de sus fachadas principales se ha mantenido durante sus más de 100 años de vida, a pesar de las transformaciones que ha sufrido el dispositivo en planta, así como la implementación de múltiples super infraestructuras que ha tenido que soportar. También los cambios de uso que ha experimentado a lo largo de su vida útil, al reutilizarse y reciclarse el contenedor en varias ocasiones, así como las obras y las rehabilitaciones a las que ha sido sometido en todos estos años no han hecho que cambie mucho su aspecto exterior y su materialidad. Las carpinterías exteriores seriadas, que hoy podemos observar en un paseo de Google Street View, están formadas por huecos verticales, agrupados en dos o tres ventanas cada uno [Fig.G_3.4.a_5].

Las actuales ventanas, que se pueden observar en las imágenes del siglo XXI, son una réplica de las carpinterías originales, pero fabricadas en aluminio. El resto de elementos de la fachada, así como los materiales y su ornamentación, es decir, todo lo que conformaba la carcasa exterior del dispositivo computador, se ha rehabilitado, preservando su carácter histórico en las últimas intervenciones (las producidas en el contenedor en 1998 y en 2018).

Como en el proyecto inicial, de nueva planta, que ocupó los primeros pensamientos de Forrester, como director del proyecto, se buscó, como alternativa, un contenedor existente que pudiera albergar las cuatro alturas previstas, es decir, el volumen que se había calculado que el DA/DC iba a ocupar. La construcción del DA/DC Whirlwind I comenzó en 1948 y duró tres años, hasta que se puso en funcionamiento el 20 de abril de 1951. En 1948, el proyecto Whirlwind I desplegó sus cuatro plantas en el DA Barta (N42) (Redmond & Smith, 2000, 452), distribuidas de la siguiente manera:

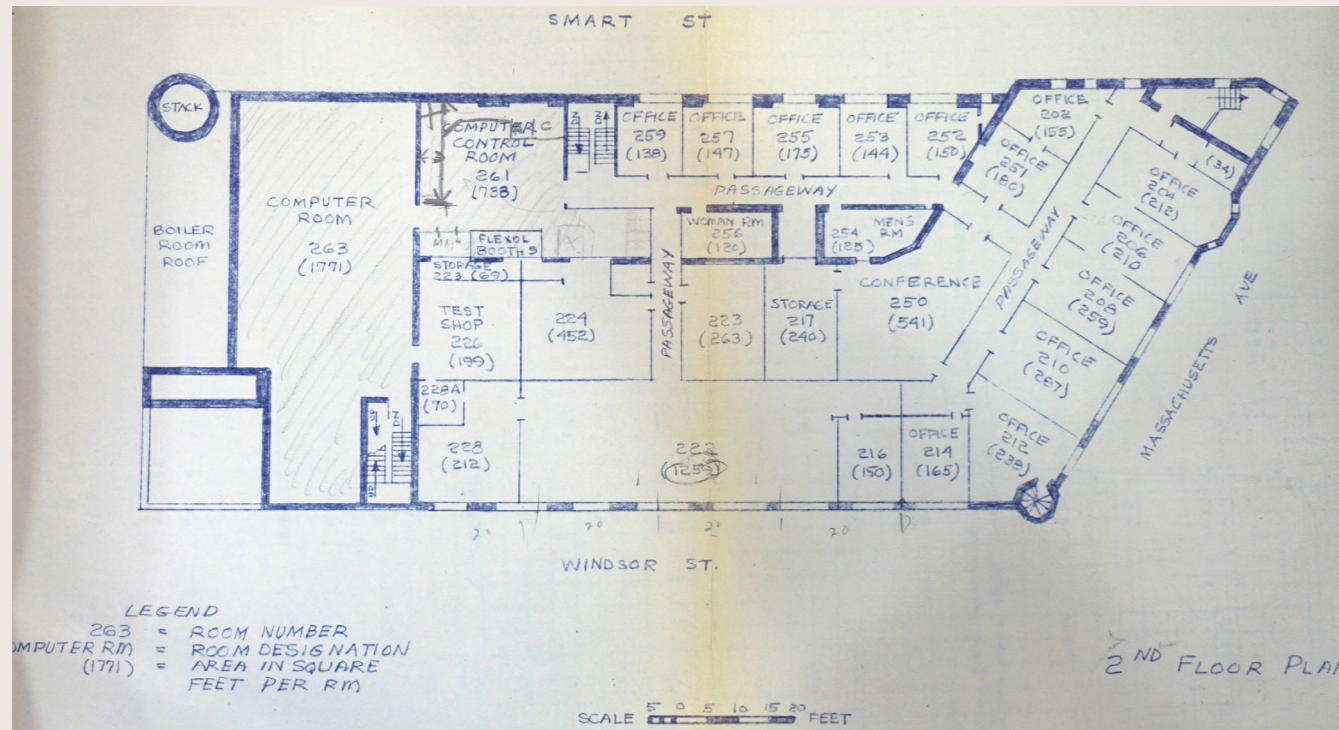
- una planta sótano, que albergaba todas las instalaciones, dedicadas a las centrales de suministro eléctrico del dispositivo (equivalente a la fuente de alimentación del computador, cuya alta demanda energética, de media, estaba entre 100-150 kW, el equivalente a 2.500 dólares de consumo eléctrico al mes, en 1964) (Wolf, 2005, 66) así como algunos laboratorios asociados [Fig.G_3.4.b_6].
- una planta baja, a pie de calle, cuya entrada principal se producía por la avenida Massachusetts, donde se ubicaban el dispositivo de almacenamiento para el computador alternativo, la cafetería, la tienda, la oficina y el almacén [Fig.G_3.4.b_5].
- Una primera planta, en la que se ubicaba la sala del computador o *computer room*, y la sala de control o *control room* asociada (equivalente a la CPU o unidad central de procesamiento de datos, la consola de control y la pantalla CRT) (Ackley, 2003, 1848), además de las oficinas y la zona de administración [Fig.G_3.4.a_6].
- Una planta de cubiertas, en la que se localizaban todas las instalaciones hiperpobladas, dedicadas a la climatización de los espacios del DA/DC [Fig.G_3.4.a_7].

De este modo, las plantas originales en «L» se fueron colmatando paulatinamente, tanto en los tres niveles sobre rasante (planta baja, primera y cubierta), como en la planta bajo rasante. En total, la superficie del contenedor era de unos 3.300 m², sin contar con el área de la cubierta.

Para su construcción, el proyecto, como pieza de arquitectura, necesitó de una colección de dibujos: plantas, alzados, secciones, axonométricas y detalles constructivos formaban parte de la descripción gráfica del mismo. En total el proyecto de ejecución se componía de cuarenta y siete planos [Fig.G_3.4.b_7], de cada una de las plantas, junto con las instalaciones de aire acondicionado y suministro eléctrico, que tanto protagonismo adquirirían en los proyectos de los dispositivos DA/DC.

·T_200·

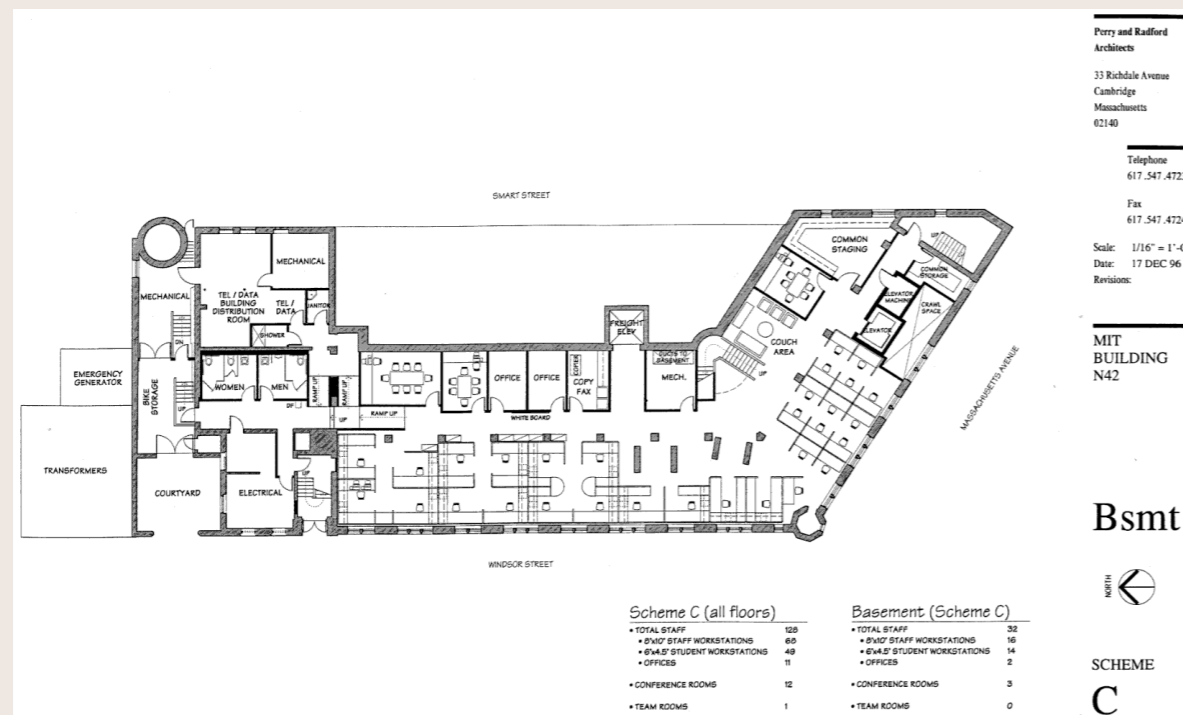
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PLANTA PRIMERA INÉDITA, SIN PUBLICAR NI CATALOGAR, DEL DA/DC WHIRLWIND I, EN EL EDIFICIO BARTA (N42). ESTADO ORIGINAL DEL DA/DC CUANDO SE CONVIRTIÓ EN LA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN WHIRLWIND I. CA. 1949. GUY FEDORKOW. FUENTE: CORTESÍA DE GUY FEDORKOW Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: SIN CLASIFICAR).

·G_3.4.a_6·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PLANTA SÓTANO, CORRESPONDIENTE A LA REHABILITACIÓN LLEVADA A CABO EN 1998 POR PERRY AND RADFORD ARCHITECTS. 1996. ESTADO DEL CONTENEDOR CORRESPONDIENTE AL AÑO 1996: SÓTANO. EL COMPUTADOR YA NO ESTABA UBICADO EN ESTA LOCALIZACIÓN Y SE HABÍAN LLEVADO A CABO VARIAS REMODELACIONES DEL INTERIOR DE ESPACIO. FUENTE: CORTESÍA DE PERRY AND RADFORD ARCHITECTS Y "N42 BASE BUILDING ELEMENTS BLUEPRINTS SCHEME C." ACCESO 20 DE MAYO DE, 2020. [HTTP://WWW.MIT.EDU/~MBARKER/N42/SCHEME.C.HTML](http://www.mit.edu/~mbarker/N42/SCHEME.C.HTML).

·G_3.4.b_6·

Whirlwind I, como el soporte físico del DA/DC era un proyecto grande, cuyo espacio destinado a la sala del computador o *computer room* (donde se ubicaban parte de los componentes principales de la CPU) ocupaba una superficie de más de 300 m² en la planta primera. El DA/DC no fue diseñado y construido para reducir el espacio ocupado en planta. Su extensión pretendía asegurar un funcionamiento perfecto para ganar en fiabilidad: Forrester sabía que ese era el objetivo principal a alcanzar en la construcción y quiso asegurarse que cada componente, cable, hilo y tubo de vacío, fuera de fácil acceso, reparación y sustitución en cualquier momento. Para ello, se diseñó un esquema de distribución en planta de los flujos de los *seres vivientes* en la *computer room*, en forma de espina central, a modo de distribuidor o pasillo principal, del que salían diversos corredores de distribución laterales, como espinas perpendiculares, que daban servicio a los módulos de circuitos y memorias (Fedorkow, 2018) [Fig.G_3.4.a_8].

Forrester proyectó la planta de la sala del computador (*computer room*) como si de un arquitecto del Movimiento Moderno se tratara: con unos espacios servidores (pasillos y distribuidores) y unos espacios servidos (grandes armarios o *racks*, que dejaban a la vista todos los componentes y elementos del sistema, haciendo visible su composición). En 1951, la planta de la CPU estaba ubicada en el primer piso, contenía cinco filas de armarios especializadas, cada una de ellas en un tipo de componente, con distintas funciones, paralelas entre sí y separadas por pasillos servidores. Estos armarios estaban construidos con bastidores metálicos modulares, como si de pilares o montantes metálicos se trataran, todos de las mismas dimensiones para facilitar la implementación de los distintos componentes del dispositivo. Su planta estaba perfectamente zonificada y distribuida por funciones específicas (fila C, A, E, F y P) (Fedorkow, 2018) [Fig.G_3.4.b_8, Fig.G_3.4.a_9].

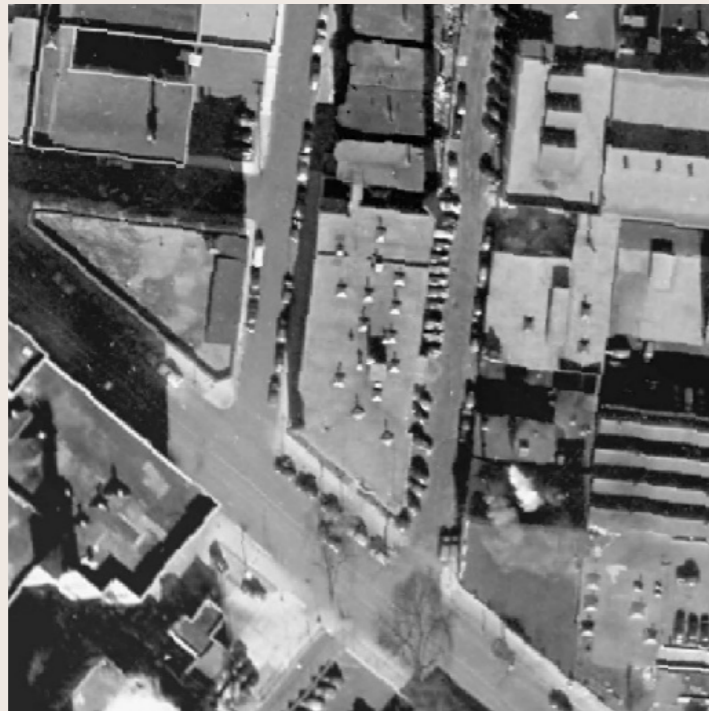
Por los techos de los pasillos servidores, discurría descolgada y a la vista, la potente instalación de climatización y de refrigeración de aire acondicionado (O'Regan, 2016, 26), ocupando toda la parte alta de los espacios vivideros. El aire contenido por los soportes físicos de estas primeras arquitecturas de la computación debía diseñarse y controlarse cuidadosamente. Así sus condiciones higrotérmicas eran objeto de estudios muy específicos, ya que conformaban una infraestructura muy potente y con mucha presencia física y que iba acompañada de mucha documentación técnica, en forma de planos y diagramas. Esta parte del proyecto arquitectónico adquiría un peso mucho mayor con respecto a otros proyectos con programas más convencionales desarrollados durante la misma época. La importancia específica en relación a las instalaciones, con respecto a la toma de decisiones, así como en el porcentaje del presupuesto de ejecución material destinado a su construcción era muy elevada. Esta infraestructura iba acompañada de muchos documentos técnicos para su desarrollo e implementación en el soporte físico DA/DC [Fig.G_3.4.b_9, Fig.G_3.4.a_10, Fig.G_3.4.b_10].

El aire acondicionado debía funcionar 24 horas al día para intentar revertir la concentración de calor que se producía en sus espacios interiores, producto del calor emitido por los componentes tecnológicos empleados en su construcción, los tubos de vacío. Estas primeras arquitecturas de la computación eran verdaderas arquitecturas *non-stop*. De hecho, Forrester también rediseñó este material básico de estas primeras arquitecturas de la computación. Como si de un departamento de I+D+i en materiales, Forrester se dio cuenta de que, si quería aumentar la fiabilidad, la eficacia y la eficiencia del dispositivo, debía poner atención en el principal componente material con el que estaba construido el espacio: la válvula de vacío. De media, una válvula o tubo de vacío fallaba cada 500 horas de funcionamiento (Whirlwind I estaba construido con unas 4.000 unidades de tubos), lo que significaba que los fallos se sucedían constantemente. Estudió el proceso de fabricación del elemento base, y descubrió que el causante de la baja eficiencia de este material constructivo era el níquel que se empleaba en su

⁴ Jay W. Forrester era apodado el *arquitecto* de las computadoras (Forrester & Everett, 1990, 904). Recordemos también que Forrester escribió un libro muy importante en el urbanismo de los años 60 del siglo XX, *Urban Dynamics* (Forrester, 1969).

·T_201·

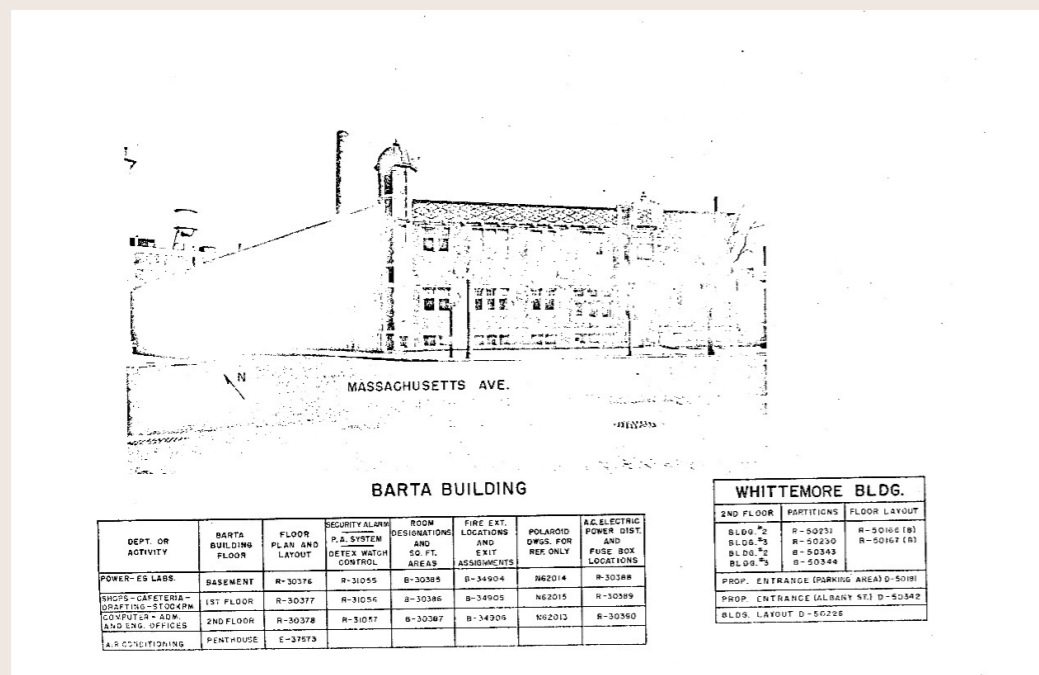
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



ORTOFOTO EN BLANCO Y NEGRO DE LA PLANTA DE CUBIERTAS, ANTES DE INSTALAR EL EQUIPO DE CLIMATIZACIÓN EN LA CUBIERTA DEL EDIFICIO. 1947. 211, AVENIDA DE MASSACHUSETTS. CAMBRIDGE. FUENTE: CARTOGRAFÍA DEL AYUNTAMIENTO DE CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS.

·G_3.4.a_7·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



LISTADO DE PLANOS DEL PROYECTO WHIRLWIND I, RELACIONADOS CON CADA PLANTA Y LA DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA QUE ALBERGABA CADA ESTANCIA DEL DISPOSITIVO. DOSIER DE PLANOS DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DEL WHIRLWIND I. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: DOSSIER WHIRLWIND I, MASTER DRAWING LIST AND GENERAL RACK LAYOUT O COMPUTER. 1 DE OCTUBRE DE 1951. MIT. DIGITAL COMPUTER LABORATORY. DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING. CAMBRIDGE 39, MASSACHUSETTS, P. 2. FUENTE: "WHIRLWIND." ACCESO 20 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTP://WWW.BITSAVERS.ORG/PDF/MIT/WHIRLWIND/](http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/). CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM Y BITSAVERS.ORG

·G_3.4.b_7·

construcción para refinar, de una manera más sencilla, el silicio con el que estaban fabricadas. Al implementar en las válvulas de vacío cátodos de silicio libres de níquel en su fabricación, los tubos pasaron a tener una vida útil de 500.000 horas de funcionamiento sin errores, de media. Este descubrimiento, basado en un acercamiento complejo y holístico de un problema, fue un factor clave y decisivo para que el proyecto Whirlwind I siguiera adelante y llegara a completarse totalmente. Para poder dotar de suministro eléctrico a esta nueva arquitectura de la computación electrónica, se debía, igualmente, diseñar e hiper equipar al DA/DC con una infraestructura que superaba, con creces, las instalaciones arquitectónicas convencionales. Así, la fuente de alimentación (*power room*) del dispositivo computador ocupaba, casi, la mitad de la planta sótano de la edificación existente y tenía 150.000 vatios de potencia eléctrica [Fig.G_3.4.b_11].

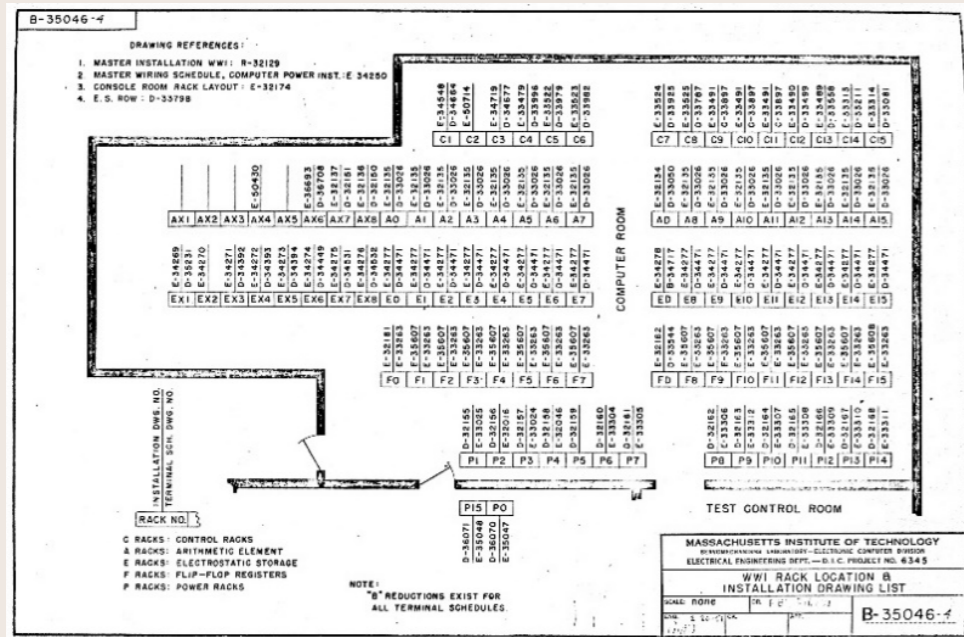
Como puede observarse en muchas de las imágenes de estas primeras arquitecturas de la computación, las instalaciones se mostraban sin trasdosar, registrables, como una parte esencial de las estéticas desplegadas por las mismas. Así, el diseño de las instalaciones adquiría un papel muy importante. Todos estos sistemas eran primordiales para el correcto funcionamiento de los DA/DC, para asegurar la fiabilidad de los mismos, cualidad fundamental para este tipo de espacios. Por ejemplo, Whirlwind I estuvo parado un mes entero, entre el 15 de diciembre de 1949 y el 15 de enero de 1950, por un fallo en las instalaciones eléctricas, específicamente en su fuente de alimentación, situada en la planta sótano (Redmond & Smith, 2000, 32).

Pero lo más interesante de este dispositivo computador es que era una arquitectura que se habitaba y por la que se caminaba; se podía andar por su interior y ver desplegados todos los componentes que la constituían, como bien describió Forrester. Comparó los espacios del Whirlwind I con las estancias-vestidores de las viviendas de clase alta, donde se podía caminar por el interior de los armarios, de grandes dimensiones, que mostraban desplegada y visible toda la ropa de sus dueños/as (Forrester & Everett, 1990, 904). Los nuevos tipos de computadores *mainframe* (M), como DA/DC, eran enormes espacios arquitectónicos habitables y habitados, no solo por miles de tubos de vacío (la tecnología en la que estaban basados la mayoría de los DC de la Primera Generación de la computación), sino también por múltiples y diversos cuerpos de seres vivientes, que configuraban y constituían una parte fundamental de los mismos. Los/as individuos-usuarios/as habitaban el DA/DC, permaneciendo largos periodos de tiempo en su interior, trabajando, programando y operando. Estos seres vivientes eran capaces de recorrerlo y atravesarlo a modo de flujos: de personas, junto con los de energía e información. De esta manera, los agentes humanos y no humanos estaban *en* el dispositivo digital, *dentro* del computador, inaugurando el uso de estas dos nuevas preposiciones en la relación entre las dos disciplinas, la arquitectura y la computación. Los cuerpos de los individuos-sustancias-seres vivientes-habitantes se relacionaban de una forma nueva con los dispositivos que recorrían, para constituir nuevas y diversas subjetividades y sujetos. Estos ejemplos de dispositivos computadores digitales constituían nuevas configuraciones arquitectónicas, nuevas tipologías, nuevos tipos, nuevos ejemplos de relaciones espaciales y de relaciones entre el cuerpo y el espacio, nuevas articulaciones entre partes, nuevas proporciones, nuevas materialidades, etc. Eran enormes prototipos (Fedorkow, 2018) habitados y recorridos, que definían estas nuevas arquitecturas de la computación.

Pero estos nuevos dispositivos digitales no sólo eran enormes arquitecturas, sino que sus dimensiones no acababan en la envoltura de su edificación, en este caso, el edificio Barta. Los 3.300 m² de superficie en planta eran, en realidad, más de 29.000 km². Esta arquitectura de la computación se extendía a lo largo del territorio de la bahía de Massachusetts, desplegando su red física rizomática, de nodos conectados entre sí, cuyo centro director se ubicaba en el 211 de la avenida de Massachusetts. Esta nueva arquitectura de la computación era una arquitectura transescalar, no hablaba solo de la escala micro sino también de la hiper. Tras varios años de construcción y materialización del proyecto, finalmente, la puesta en marcha de Whirlwind I se realizó coincidiendo, justo, con el inicio de la nueva década: en junio de 1950 el proyecto arrancó con éxito y en 1951 sirvió para vincular una red de radares estadounidenses, denominada

·T_202·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PLANTA DE UNA PARTE DEL DA/DC PROYECTO WHIRLWIND I, CORRESPONDIENTE AL *COMPUTER ROOM*, SITUADO AL NORTE, EN LA PRIMERA PLANTA, CON LA DISPOSICIÓN EN ESPINA DE PEZ DE LOS ESPACIOS SERVIDORES, 1945. (FILA C: RACKS DE LÓGICA DE CONTROL, FILA A: RACKS DE LÓGICA ARITMÉTICA, FILA E: RACKS DE MEMORIA ELECTROESTÁTICA DE 2.048 PALABRAS, FILA F: RACKS DE REGISTROS FLIP-FLOP, FILA P: RACKS DE CONTROLADORES DE POTENCIA). DOSIER DE PLANO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN DEL WHIRLWIND I. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: DOSSIER WHIRLWIND I, MASTER DRAWING LIST AND GENERAL RACK LAYOUT OF COMPUTER. 1 DE OCTUBRE DE 1951. MIT. DIGITAL COMPUTER LABORATORY. DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING. CAMBRIDGE 39, MASSACHUSETTS, P. 15. FUENTE: "WHIRLWIND." ACCESO 20 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTP://WWW.BITSAVERS.ORG/PDF/MIT/WHIRLWIND/](http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/). CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM Y BITSAVERS.ORG.

·G_3.4.a_8·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMAGEN EN BLANCO Y NEGRO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INTERIOR DE LA SALA DEL COMPUTADOR (*COMPUTER ROOM*), CON LOS PASILLOS SERVIDORES Y LOS ESPACIOS SERVIDOS, LOS ARMARIOS O RACKS PARA CADA COMPONENTE DEL DA/DC WHIRLWIND I. LOS BASTIDORES METÁLICOS, COMO SI DE PILARES SE TRATARA, ERAN TODOS DE LAS MISMAS DIMENSIONES Y SERVÍAN PARA DAR SOPORTE A LOS ARMARIOS. 2 DE SEPTIEMBRE DE 1948. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C. (1980). EN SMITH T. M. (ED.), *PROJECT WHIRLWIND: THE HISTORY OF A PIONEER COMPUTER*. BEDFORD: BEDFORD DIGITAL PRESS, P. 97.

·G_3.4.b_8·

Cape Cod System, durante la Guerra Fría, una trama que fue la versión reducida del programa SAGE (Semi-Automatic Ground Environment). Este programa conformó la mayor red de radares conectados de Estados Unidos, un precursor de la proto red, ARPAnet y lo que hoy es internet, como veremos (Ackley, 2003, 1848).

El DA/DC Whirlwind I, con el edificio Barta (N42) situado en el campus del MIT como nodo centinela, se conectaba con otros 15 radares de larga distancia (Eames & Eames, 1990, 151), localizados a más de 160 km de distancia como, por ejemplo, el nodo ubicado en el cabo Cod o en la isla Martha's Vineyard [Fig.G_3.4.a_12].

La arquitectura de la computación a través del Proyecto Whirlwind I (WWI)

El proyecto Whirlwind I se ha escogido como caso de estudio para este capítulo 3 por ser un modelo de estas primeras arquitecturas de la computación (Gil Lopesino, 2020, 47) que se habitaban y se recorrían. A continuación, se enumeran las principales características de esta arquitectura de la computación de la primera episteme de la informática estudiada. Por todas estas consideraciones arquitectónicas y de diversa índole el DA/DA Whirlwind I fue importante:

- 1) Por ser pionero:** su desarrollo arrancó con el inicio de la Primera Generación de la Computación (alrededor del 1950) y es uno de sus principales ejemplos. Charles y Ray Eames lo consideraron el ejemplo más influyente de las primeras computadoras digitales (Eames & Eames, 1990, 12). El DA/DC Whirlwind I era el dispositivo tecnológico más rápido de su época, ya que era 10.000 veces más rápido que el Harvard Mark I o IBM Automatic Sequence Controlled Calculator (ASCC), desarrollado solo seis años antes (Forrester & Everett, 1990, 903). También era el DA/DC de mayores dimensiones y volumetría construida, ya que era mayor que el computador tipo *mainframe* (M) ENIAC (Randell, Wilkes & Ceruzzi, 2003, 551). También era el primero dispositivo computador de propósito general que trabajaba en tiempo real, siendo esta característica, la base de todos los computadores comerciales actuales. Por ejemplo, el tipo de memoria inventada e implementada de segundas para el Whirlwind I, la memoria de núcleo magnético, se utilizó durante los veinte años siguientes para construir todos los DC, hasta los años 70 (November, 2004, 127). De hecho, Whirlwind I está considerado como el precursor de los computadores tipo minicomputadores (Mi) comerciales, que surgirían varios años después. Incluso, está considerado, a pesar de sus imponentes dimensiones, en términos contemporáneos, un minicomputador de 16-bits en toda regla, siendo su primer ejemplo (Rojas & Hashagen, 2000, 209). El DA/DC fue concebido y construido como un prototipo (Wurster, 2003, 23) para futuros dispositivos que vendrían después, conectado en red con múltiples nodos, para incorporar a su arquitectura una condición transescalar, que trabajaba, a la par, a una escala edificatoria, medida en metros, y a una escala territorial, medida en kilómetros. Whirlwind I, gracias a su condición de espacio de culto, que, a veces, adquieren con el tiempo estos dispositivos, se ha tornado en una arquitectura que la historia se ha empeñado en conservar, en reconstruir y en reconvertir en una especie de museo (a veces, fundaciones y otras instituciones). A pesar de ello, ha sufrido muchas transformaciones que han hecho de ella un fantasma y una especie de fetiche urbano de lo que fue, fruto del desmontaje, la mutilación y la descontextualización que han experimentado gran parte de sus componentes y elementos arquitectónicos [Fig.G_3.4.a_13]. Por ejemplo, el proyecto Whirlwind I se conserva, por partes, en diversos museos de Estados Unidos. Por un lado, parte de sus componentes se encuentran donados al antiguo The Computer Museum, en Boston, ahora denominado Computer History Museum (CHM), en California, uno de los principales museos del mundo destinado a la computación. Algunos de sus componentes se exponen en la muestra permanente de CHM, *Revolution: The First 2000 Years of Computing*. Otros elementos están ubicados en el MIT Museum, así como en la Smithsonian Institution, que conserva

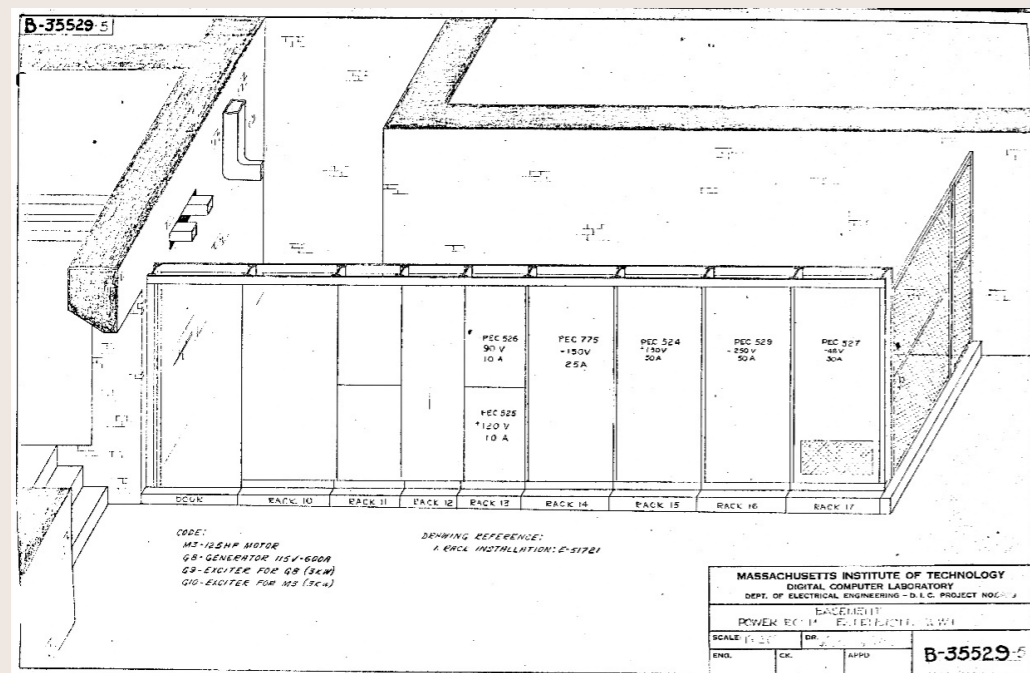
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMAGEN EN BLANCO Y NEGRO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL INTERIOR DE LA SALA DEL COMPUTADOR (COMPUTER ROOM). LOS/AS TRABAJADORES COMIENZAN A INSTALAR EL CABLEADO DE LA UNIDAD ARITMÉTICA DEL DEL DA/DC WHIRLWIND I. OTOÑO DE 1948. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C. (1980). EN SMITH T. M. (ED.), *PROJECT WHIRLWIND: THE HISTORY OF A PIONEER COMPUTER*. BEDFORD: BEDFORD DIGITAL PRESS, P. 98.

·G_3.4.a_9·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PERSPECTIVA CABALLERA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL DA/DC PROYECTO WHIRLWIND I, UBICADA EN EL SÓTANO DEL EDIFICIO BARTA. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: DOSSIER WHIRLWIND I, MASTER DRAWING LIST AND GENERAL RACK LAYOUT O COMPUTER. 1 DE OCTUBRE DE 1951. MIT. DIGITAL COMPUTER LABORATORY. DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING. CAMBRIDGE 39, MASSACHUSETTS, P. 13. FUENTE: "WHIRLWIND." ACCESO 20 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTP://WWW.BITSAVERS.ORG/PDF/MIT/WHIRLWIND/](http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/). CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM Y BITSAVERS.ORG.

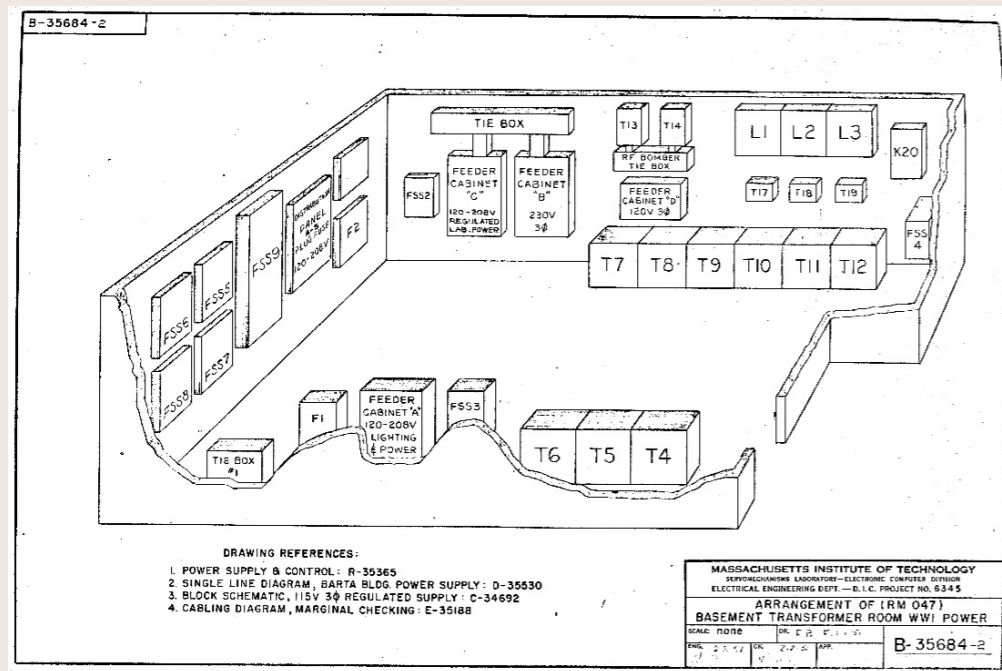
·G_3.4.b_9·

muchos de los componentes de esta arquitectura. También fue un DA/DC adquirido por una empresa privada, como veremos, que lo empleó, entre otras muchas funciones, para desarrollar y diseñar parte del software de uno de los siguientes casos de estudio, el proyecto The Whole Earth, del arquitecto Richard Buckminster Fuller. Whirlwind I, como una nueva arquitectura de la inmediatez, estaba conectada, en tiempo real, era una arquitectura *on line*. Su soporte físico influyó decisivamente en el desarrollo de muchos dispositivos tecnológicos DA/DC, como los propios edificios masivos de hormigón que constituían cada nodo de cuatro plantas del programa SAGE, así como en el proyecto de otro computador tipo *mainframe* (M), el SSEC (IBM's Selective Sequence Electronic Calculator) (1946-1952). Pero también lo hizo en muchos DA proyectados y construidos por arquitectos, como veremos. Así fue como Eliot Noyes (Harwood, 2003) proyectó el Laboratorio de Desarrollo de IBM, en Poughkeepsie (1955), o el Westinghouse Tele-Computer Center, en Pittsburgh (1964), entre otros.

2) Porque su arquitectura es el hardware: En las primeras arquitecturas de la computación lo que prima es el *hardware*, como hemos visto. Las envolventes exteriores se convierten en la carcasa del computador, el sótano en la fuente de alimentación, la cubierta en el ventilador y las oficinas, la cafetería o el almacén, en las interfaces periféricas del DA/DC. Es una arquitectura que se reapropia del patrimonio arquitectónico existente, apostando por la rehabilitación. Es un hardware fiable y funcional, que propone espacios de grandes dimensiones. Y para alcanzar esta condición, se convierte en una arquitectura transparente, que visibiliza y muestra, sin trasdoses, todas sus infraestructuras e instalaciones y las hace accesibles desde cualquier lugar, descajanegrizando el espacio. Así es como sus principales componentes y elementos de construcción, tales como las válvulas de vacío, la memoria, los conductos de ventilación y climatización, los hilos y el cableado son visibles en todas sus fachadas interiores (Forrester & Everett, 1990, 904). Es una arquitectura hiper dimensionada, luminosa y sonora, ya que como explicaba Joe Thompson, uno de los seres vivos-habitantes que lo experimentó, era un espacio fenomenológico en toda regla (Brock, 2018), al estar plagado de indicadores y luces artificiales y emitir sonidos constantemente para comunicarse, como una interfaz, con los seres vivos que la habitaban [Fig.G_3.4.b_13, Fig.G_3.4.a_14]. De esta forma, es la primera arquitectura de la computación que incluye una interfaz, basada todavía en el nivel del hardware. Esta constaba de una pantalla CRT, es decir, una pantalla de tubos de rayos catódicos (CRT) Stromberg-Carlson Charactron, una especie de proto-monitor, que contaba ya con una resolución de 256x256 puntos, además de un lápiz óptico (*light-pen*), ambos creados por el colaborador más estrecho de Forrester en el desarrollo de Whirlwind I, Robert R. Everett. Estos objetos y artefactos periféricos del DA/DC Whirlwind I, servían como mecanismos para facilitar la comunicación entre el ser humano y el dispositivo. La interfaz, entendida como detalle constructivo, transformó el DC/DA hasta convertirlo en un dispositivo tecnológico, con el que los/as seres vivos-habitantes podían interactuar (Randell, Wilkes & Ceruzzi, 2003, 14) [Fig.G_3.4.b_14, Fig.G_3.4.a_15], siendo este elemento el primer ejemplo de lo que Nicholas Negroponte llamó 20 años más tarde «la interfaz de la arquitectura máquina» (Negroponte, 1970, 101) [Fig.G_3.4.b_15, Fig.G_3.4.a_16]. El DA/DC Whirlwind I es una arquitectura basada en el nivel del hardware, resultado del trasvase, la reutilización y el reciclaje entre las innovaciones y los materiales utilizados en la industria militar y la arquitectura civil. Es una arquitectura que recicla las técnicas, los materiales y los métodos que habían sido desarrollados para el ejército, impulsando la transferencia entre los hallazgos producidos en el ámbito militar y en la arquitectura de la computación hacia la sociedad civil, a través, en parte, de su arquitectura prosaica (Colomina, 2006, 12). Incluso, estas primeras arquitecturas de la computación (DA/DC) comparten materialidades con la arquitectura más tradicional (DA): el acero, el aluminio, el cobre, el ladrillo, el hormigón, el vidrio, el plástico, etc., son materiales de los que están construidos ambos dispositivos. Tan evidente es la correspondencia entre el DA

·T_204·

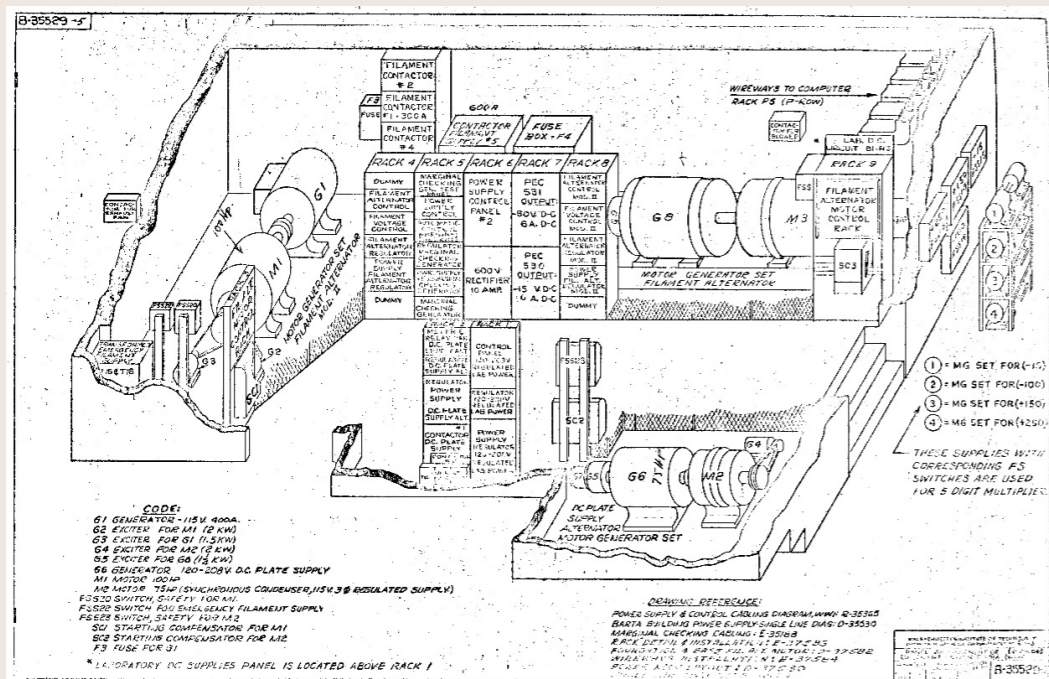
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PERSPECTIVA CABALLERA DEL TRANSFORMADOR ELÉCTRICO DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL DA/DC PROYECTO WHIRLWIND I, UBICADA EN EL SÓTANO DEL EDIFICIO BARTA. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: DOSSIER WHIRLWIND I, MASTER DRAWING LIST AND GENERAL RACK LAYOUT O COMPUTER. 1 DE OCTUBRE DE 1951. MIT. DIGITAL COMPUTER LABORATORY. DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING. CAMBRIDGE 39, MASSACHUSETTS, P. 14. FUENTE: "WHIRLWIND." ACCESO 20 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTP://WWW.BITSAVERS.ORG/PDF/MIT/WHIRLWIND/](http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/). CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM Y BITSAVERS.ORG.

G_3.4.a_10

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PERSPECTIVA CABALLERA DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL DA/DC PROYECTO WHIRLWIND I, UBICADA EN EL SÓTANO DEL EDIFICIO BARTA. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: DOSSIER WHIRLWIND I, MASTER DRAWING LIST AND GENERAL RACK LAYOUT O COMPUTER. 1 DE OCTUBRE DE 1951. MIT. DIGITAL COMPUTER LABORATORY. DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING. CAMBRIDGE 39, MASSACHUSETTS, P. 12. FUENTE: "WHIRLWIND." ACCESO 20 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTP://WWW.BITSAVERS.ORG/PDF/MIT/WHIRLWIND/](http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/). CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM Y BITSAVERS.ORG.

G_3.4.b_10

y el DC que, cuando se empezó a pensar en su desmantelamiento, porque el computador había quedado obsoleto, William M. Wolf, uno de sus programadores que había trabajado en Whirlwind I, pidió adquirirlo. En concreto, lo hizo el 1 de abril de 1959. El MIT le indicó que para hacerlo debía comprar el edificio en su totalidad. Y fijó un precio, estaría dispuesto a venderse por 250.000 dólares, estableciendo un conjunto indivisible entre ambos dispositivos (Wolf, 2005, 63-64).

3) Porque sus habitantes son el software: En estas primeras arquitecturas, el *software* adoptaba un papel marginal y secundario, como hemos visto. El agente humano era un componente indispensable para el funcionamiento del DA/DC, era un engranaje más, ya que se diseñó como un sistema cerrado en el que los componentes humanos estaban completamente integrados en el ciclo mecanizado de detección, decisión y reacción del dispositivo (Wurster, 2002, 23-25). El ser viviente-habitante-humano era parte del *hardware* que constituía su arquitectura y, además, era parte de su *software*, ya que lo hacía funcionar con un determinado programa. Introducía, leía e interpretaba las entradas (*inputs*) y las salidas (*outputs*) del dispositivo computador. Así fue como verbos y acciones tales como: enchufar, perforar, conmutar o accionar configuraron una coreografía, una especie de *software* analógico. Fueron formas físicas de contacto, de relación y de interacción, que conformaban parte de esos primeros interfaces persona/computador, orientados tanto al *hardware* como al *software*. Si se observan las fotografías de las primeras arquitecturas de la computación, la presencia de seres vivientes-sustancias-habitantes era una constante en todas ellas ya que su existencia era necesaria para su funcionamiento [Fig.G_3.4.b_16, Fig.G_3.4.a_17]. Así, lo carnal, aparecía en casi todas sus fotografías, no como un elemento u objeto para dar escala y poder comparar las dimensiones de ambos elementos entre sí, sino como un componente más de la tecnología desplegada para su correcto funcionamiento. El humano siempre estaba *dentro* y *en* el dispositivo tecnológico, habitando ese espacio de la computación. Las dimensiones humanas de diversos miembros son la base de los orígenes de los computadores. Su configuración sirve como modelo de diseño y estructura para las arquitecturas de la computación y para la arquitectura moderna, además de un modelo dimensional para sus elementos, como una especie de Modulor, que utiliza las dimensiones de los cuerpos que las van a habitar, humanizando esos espacios y acercándolos a nuestra cotidianidad. De esta forma, el Modulor de Le Corbusier alcanzaba con el brazo extendido los 2,26 metros de altura y los armarios y *racks* del Whirlwind I, fueron diseñados por Forrester para que no sobrepasen los 2,44 metros. Así, sólo era necesario emplear una pequeña escalera doméstica para alcanzar todos sus componentes del DA/DC [Fig.G_3.4.b_17, Fig.G_3.4.a_18]. Los *racks* se diseñaron para ser similares a los armarios de cualquier vivienda, usando muchos referentes asociados a lo doméstico por sus dimensiones o apariencia visual (Forrester & Everett, 1990, 904). De esta forma, esta primera arquitectura de la computación también estaría adelantado una de las estrategias de proyecto que se desplegarían en el diseño de los soportes físicos de los DC y los DA en la siguiente episteme e de la computación, cuando se fijó la atención en el espacio doméstico y sus condiciones y características para aplicar a los proyectos.

4) Por ser flexible y reprogramable: Estas primeras arquitecturas de la computación trabajan con la prefabricación y la modulación, utilizando elementos y materiales de catálogo, estandarizados, como muchas de las arquitecturas modernas, facilitando su flexibilidad para adaptarse a nuevas configuraciones. Así, la construcción del Whirlwind I se completó gracias a su condición modular y prefabricación, que dotaba de fiabilidad y

⁵ Lo carnal, aparece en casi todas sus fotografías, no como un elemento u objeto para dar escala y poder comparar las dimensiones de ambos elementos entre sí, sino como un componente más de la tecnología desplegada para su correcto funcionamiento.

T_205

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

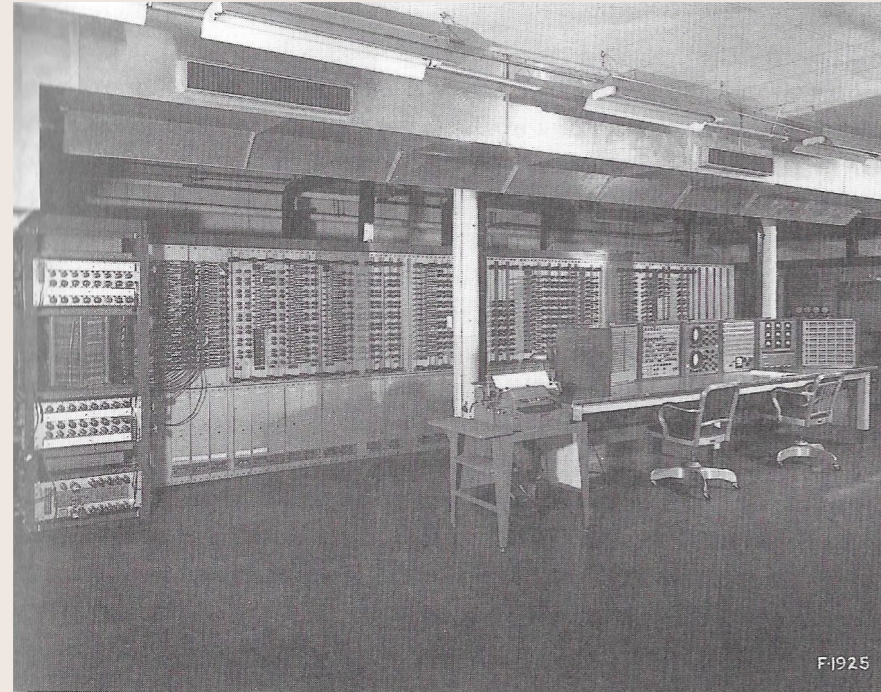
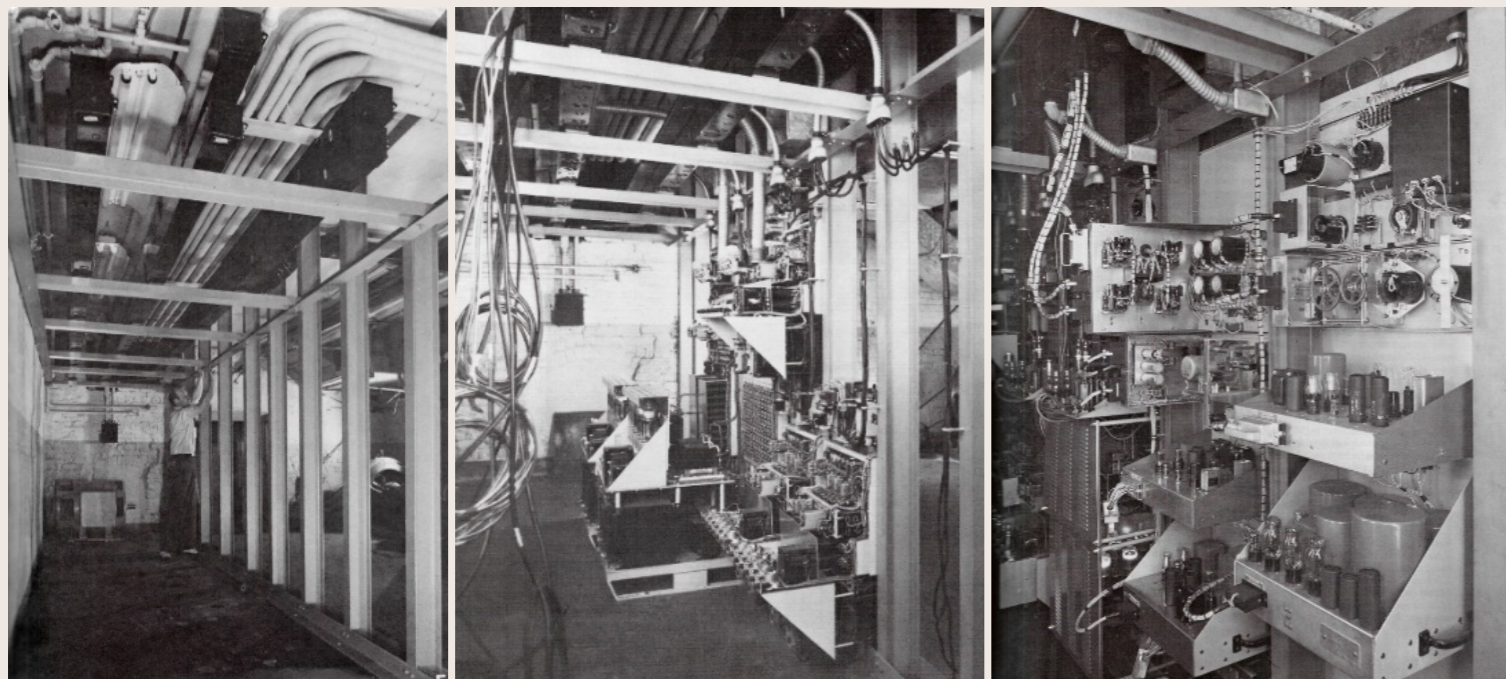


IMAGEN DEL INTERIOR DE LA SALA DEL COMPUTADOR (COMPUTER ROOM), CON LA HIPER DIMENSIONADA RED DE CLIMATIZACIÓN CON EL AIRE ACONDICIONADO PARA EL DA/DC WHIRLWIND I. EN PRIMER PLANO EL MEMORY TEST COMPUTER. CA. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C., & SMITH, T. M. (2000). *FROM WHIRLWIND TO MITRE: THE R&D STORY OF THE SAGE AIR DEFENSE COMPUTER*. CAMBRIDGE: THE MIT PRESS., P. 175.

·G_3.4.a_11·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMÁGENES EN BLANCO Y NEGRO DE TRES MOMENTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL DA/DC WHIRLWIND I, SITUADA EN EL SÓTANO DEL SOPORTE FÍSICO DEL EDIFICIO. TENÍA 150.000 VATIOS DE POTENCIA ELÉCTRICA. DE IZQUIERDA A DERECHA: SEPTIEMBRE DE 1948, NOVIEMBRE DE 1948, ESTADO EN 1950. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C. (1980). EN SMITH T. M. (ED.), *PROJECT WHIRLWIND: THE HISTORY OF A PIONEER COMPUTER*. BEDFORD: BEDFORD DIGITAL PRESS, P. 89, 90, 91.

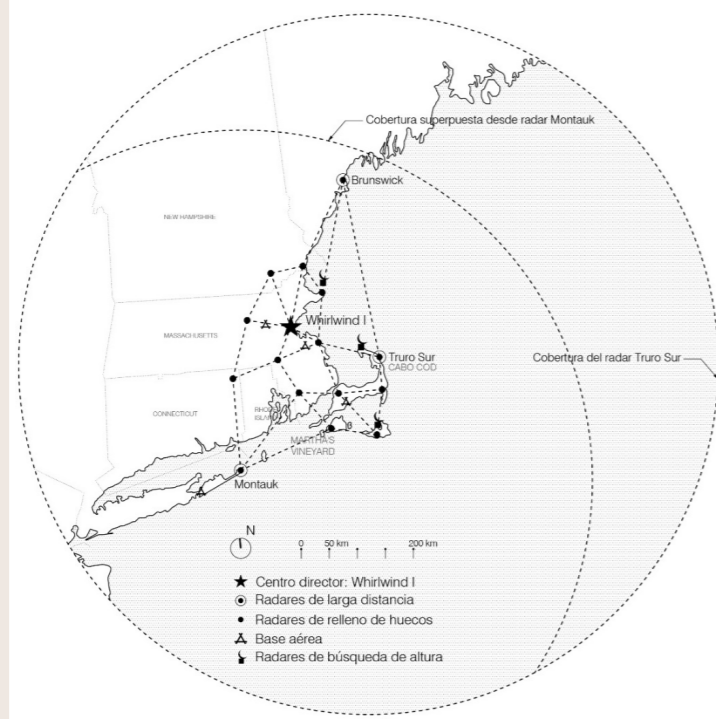
·G_3.4.b_11·

coherencia al sistema. Cualquier circuito, componente o elemento individual de un panel que fallara, se podía localizar rápidamente y reemplazar antes de que causara un error, como el ladrillo de un muro. Redmond y Smith comparan el uso de tubos de vacío con el uso de ladrillos de arcilla para construir estas arquitecturas de la computación (Redmond & Smith, 2000, 132) [Fig.G_3.4.b_18, Fig.G_3.4.a_19]. Así, las válvulas de vacío, unas 4.000 en total en el caso de Whirlwind, al igual que los ladrillos eran materiales constructivos tradicionales (los tubos de vacío eran un elemento importado de la radio), que puestos a trabar todos juntos, creaban entidades más complejas. Al proyectarse en un periodo de postguerra, el DA/DC hacía muy patente su confianza en la tecnología, y eso se tradujo en la implementación de estrategias de proyecto basadas en la prefabricación, la modulación, la flexibilidad y las uniones, el empleo de nuevos materiales y la funcionalidad, elementos que también serían clave en la arquitectura moderna del momento. En ese sentido los DC y los DA compartían obsesiones y estrategias proyectuales similares. Whirlwind I albergaba un programa nuevo, sin explorar, que permitía una cierta reprogramación, reutilización y reciclaje de la arquitectura que le daba soporte a lo largo del tiempo, sin apenas modificar su envoltorio y estructura. De esta forma, pasó de ser una lavandería, a configurar uno de los primeros computadores digitales, para, con posterioridad, pasar a ser un taller, una nave industrial, un aula, un edificio departamental, hasta finalmente llegar a convertirse en un centro de investigación biomédica, programa que alberga en pleno siglo XXI. Y todo ello en el transcurso de 116 años, más de un siglo. Parte de su hardware mutó durante su vida útil: fue lavandería (desde principios de s. XX hasta mediados de los años 40); se convirtió en la primera arquitectura de la computación estudiada en esta tesis (1945 a 1959); fue un taller de diseño gráfico (1960 hasta 1996); luego fue un aula de estudios universitarios con mediateca (1996 a 2000); más tarde llegó a ser el Departamento de Sistemas de Información, del MIT (2000 a 2018) para ser, en la actualidad, el Instituto para la investigación Biomédica del MIT (2018 a 2020). Otra parte de su hardware se dispersó hasta ubicarse en West Concorde para desarrollar parte del proyecto The World Game, de Fuller, como veremos (Wolf, 2005, 81). Y todo ello a pesar de la rígida zonificación programática que parecía dominar su planta pero que, a la vez, facilitaba cualquier intercambio entre elementos. La tipología y la configuración del propio edificio existente es la que dota al DA/DC de dicha flexibilidad, junto con el uso de componentes prefabricados y modulares.

5) Por ser inclusivo: Esta arquitectura es colaborativa, inclusiva hacia el mayor número de agentes posibles y se reconoce como tal. Está hecha por grandes equipos transdisciplinares, por empeño de su diseñador Forrester. Fue así como en el proyecto de diseño del DA/DC Whirlwind I trabajó un equipo transdisciplinar de más de 30 personas, siendo esta condición uno de sus puntos fuertes, deudora de la influencia de John Von Neumann (Forrester & Everett, 1990, 910) [Fig.G_3.4.a_20, Fig.G_3.4.b_20]. A diferencia de la arquitectura moderna recogida en las historias, que promulgaba ser individual, es decir, emergía gracias a la acción heroica del arquitecto (normalmente hombre, blanco, caucásico, occidental, austero, pulcro, serio, etc.) (Colomina, 2006, 12), las primeras arquitecturas de la computación eran el resultado de un esfuerzo compartido. Además, es una arquitectura democrática, inclusiva para otros cuerpos y seres vivientes-sustancias, y plural, en comparación con otros espacios arquitectónicos de la modernidad y entornos laborales de la época [Fig.G_3.4.a_21, Fig.G_3.4.b_21]. El DA/DC Whirlwind I fue el primero en incorporar a un programador-operador afroamericano en su diseño y desarrollo, con la contratación, en 1951, del ingeniero estadounidense Joe Thompson (Brock, 2019). Esta situación que, en pleno siglo XXI, podría parecer menor, no lo era, ya que las personas afroamericanas estadounidenses no pudieron votar en su país hasta 1965. Whirlwind I, además de ser un espacio inclusivo en cuestión de raza también lo era en cuestiones de género y es que la presencia de personas de género femenino era bastante habitual en estas primeras arquitecturas de la computación, no solo en

·T_206·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



PLANO DE SITUACIÓN CON LA LOCALIZACIÓN DEL DA/DC PROYECTO WHIRLWIND I (SEÑALADO CON LA ESTRELLA), COMO CENTRO DIRECTOR DE LA RED CAPE COD SYSTEM QUE CONECTABA MÁS DE 15 RADARES, SITUADOS A MÁS DE 160 KILÓMETROS DE DISTANCIA. UNA ARQUITECTURA ELECTRÓNICA TRANSESCALAR. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA BASADA EN "SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM." ACCESO 30 DE MAYO, 2020. [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM.](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system)

·G_3.4.a_12·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

- 1) PIONERO
- 2) SU ARQUITECTURA ES EL HARDWARE
- 3) SUS HABITANTES SON EL *SOFTWARE*
- 4) FLEXIBLE Y REPROGRAMABLE
- 5) INCLUSIVO

·G_3.4.b_12·

puestos secundarios, sino también en trabajos productivos de relevancia. Esta situación era considerada normal en este tipo de DA/DC, ya que constituía un tipo de espacio sin explorar, que parecía no contener connotaciones asociadas a la raza, género u otra condición. Aunque, como bien apunta la arquitecta Beatriz Colomina, estos espacios arquitectónicos no eran neutrales, sin afección hacia sus seres vivientes-sustancias (Colomina, 1992), todo espacio tiene unos sesgos determinados. Whirlwind I, así como otras de estas primeras arquitecturas sirvieron de laboratorio para ensayar e incorporar a los espacios arquitectónicos otro tipo de cuerpos y desplegar otras posibles relaciones, entre sí. Por ejemplo, la programadora canadiense Gwendolyn Lee, que, durante la década de 1960, habitaba y trabajaba en una de estas primeras arquitecturas de la computación afirmó: «Al computador no le importaba que yo fuera una mujer o que fuera negra. La mayoría de las mujeres lo tuvieron mucho más difícil» (Thompson, 2019).

Por todas estas razones, por su influencia, sus dimensiones, su peso, su materialidad, su configuración espacial, sus leyes físicas, Whirlwind I constituía una verdadera arquitectura de la computación, que merece ser reivindicada como un espacio disciplinar, que nos ayuda a comprender la formación, la representación, la comunicación y la recepción de la arquitectura del siglo XX.

El DA/DC Whirlwind I es, a la vez, un computador y un edificio, como también el edificio es el computador: es un lugar habitable, un espacio habitado, vivido, recorrido y configurado por distintos tipos de seres vivientes que están *en* él. Whirlwind I, materializado en el edificio Barta, no es una edificación más del campus del MIT, es un dispositivo tecnológico arquitectónico, un computador, que tiene escala y dimensiones edificatorias y territoriales. Sus fachadas exteriores y las redes que despliega son, en este caso, la carcasa del computador. Sus usos, distribuidos en salas, sus pasillos, su cubierta, su sótano, sus instalaciones, son el *hardware*. Y parte de los seres vivientes-habitantes-usuarios/as que lo habitan, constituyen el *software* que lo pone en funcionamiento. Así se describe este primer ejemplo de la arquitectura de la computación como un dispositivo tecnológico arquitectónico (DA).

3.4.2. Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM). Miguel Fisac Serna.

El siguiente caso de estudio que vamos a recoger en este apartado de la tesis corresponde a un ejemplo de estas primeras arquitecturas de la computación localizado específicamente en España. Corresponde al Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM), ubicado en el Paraninfo de la Ciudad Universitaria de Madrid, que empezó a proyectarse casi a la vez que The World Game al otro lado del océano Atlántico. El CCUM introdujo la supercomputación en España y normalizó el uso de la informática en los procesos de investigación en múltiples áreas de conocimiento (López, Aramis & Munárriz, 2021, 14).

El CCUM fue uno de los primeros computadores construido e instalado en España⁶, el primero que ya no estaba destinado a operar ni para el ejército (como Whirlwind I) ni para labores

⁶ El primer computador que funcionó en suelo español estuvo erradicado en la Junta de Energía Nuclear (JEN), lo que hoy en día es el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). Fue un UNIVAC Solid State 90 o UNIVAC SS90 (1958) y se adquirió en torno a marzo de 1960. Ese mismo año la Agencia Tributaria española adquirió un dispositivo científico económico para labores administrativas, un IBM 1620 (que la empresa comercializó desde octubre de 1959 y cuyo contrato de compraventa con IBM se cerró en 1958). A finales del año 1960 también fue Renfe la que compró otro computador IBM 1620. Todos ellos tenían dimensiones enormes pero muy poca capacidad de cálculo. Por ejemplo, el UNIVAC SS90 tenía una capacidad de 20.000 bites. Solo la unidad central de este dispositivo tenía una altura de 2 metros y una planta de 2 m x 1 m. A finales de 1969, unos meses más tarde de que se inaugurara el CCUM, se instaló en el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de Madrid, un IBM 7070 un dispositivo casi tan potente como el computador del centro; véase, *Nuevo Diario*, Madrid, a 13 de diciembre de 1969. Ver entrevista con Florentino Briones en los anexos de esta tesis doctoral.

·T_207·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMAGEN DE CUANDO EL DA/DC WHIRLWIND I FUE ADQUIRIDO POR EL INGENIERO, PROGRAMADOR Y EMPRENDEDOR WILLIAM M. WOLF O BILL WOLF. FUE DESMANTELADO DURANTE SEIS MESES, TROCEADO EN TRES GRANDES MÓDULOS, DE 18 TONELADAS CADA UNO, Y TRANSPORTADO POR LA EMPRESA DE MUDANZA JOHN PRICE, POR 25.000 DÓLARES. SE DEMOLIÓ PARTE DE LA FACHADA ESTE DEL EDIFICIO BARTA PARA HACER POSIBLE LA OPERACIÓN CON UNA GRÚA. LOS TRES GRANDES MÓDULOS EN LOS QUE SE TROCEO EL DISPOSITIVO WHIRLWIND I ESTUVIERON DOS AÑOS ALMACENADOS EN UNAS NAVES ARRENDADAS AL EJERCITO DE LA MARINA ESTADOUNIDENSE, EN LA TERMINAL DEL PUERTO SUR, DE BOSTON. FINALMENTE, WHIRLWIND I FUE DE NUEVO ENSAMBLADO EN UN EDIFICIO DE NUEVA PLANTA EN LA CIUDAD DE CONCORD, MASSACHUSETTS, EN LA ROUTE 2, PROYECTADO POR EL ESTUDIO THE ARCHITECTS' COLLABORATIVE, EN CAMBRIDGE, LA FIRMA EN LA QUE ESTUVO TRABAJANDO WALTER GROPIUS SUS ÚLTIMOS AÑOS DE VIDA. LOS ARQUITECTOS FUERON BILL GEDDIS Y ALEX CJIVANOVIC Y CONSTRUYERON UNA CARCASA NUEVA DE BLOQUES DE CEMENTO RECUBIERTOS Y SELLADOS DE UN MORTERO TIPO BOSTIK, CON ARENA, EPOXY Y UN COLORANTE DE COLOR ARCILLOSO, QUE RESULTÓ SER UN NUEVO CONTENEDOR PARA EL DC MUY ATRACTIVO (WOLF, 2006). 1957. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102622578).

·G_3.4.a_13·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



FOTOGRAMA DEL DOCUMENTAL *MAKING ELECTRONS COUNT* EN EL QUE SE APRECIA LA ESTÉTICA, LA GAMA CROMÁTICA Y EL ESPACIO FENOMENOLÓGICO DE ESTA PRIMERA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN. DA/DC WHIRLWIND I. JAY WRIGHT FORRESTER. CA. 1950. MIT. FUENTE: MIT (PRODUCER), & MIT (DIRECTOR). (1950). *MAKING ELECTRONS COUNT*. [VIDEO/DVD] CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: MIT.

·G_3.4.b_13·

puramente administrativas. Fue la primera supercomputadora de nuestro país. El centro pretendía ser una institución que estuviera disponible para el uso y al servicio de todas las universidades, centros superiores, de investigación y de educación secundaria del país destinado a ciertas actividades. La gestión del tiempo de computación para cada institución sería decidida por el director del centro (López, Aramis & Munárriz, 2021, 27). Como rezaban las *notas* elaboradas por Florentino Briones Martínez⁷ como parte de su candidatura a director y propuesta de memoria de funcionamiento del futuro centro de cálculo universitario entregadas al rector de la Universidad de Madrid Enrique Gutiérrez Ríos el 4 de enero de 1966, los cuatro tipos de actividades que podían preverse en el centro eran: cálculo (actividad mínima prevista por la IBM), información y enseñanza (independientes entre sí) e investigación (consecuencia lógica de la tercera)⁸ (Briones Martínez, 1966, 2) [Fig.G_3.4.b_22]. La restricción a estos cuatro tipos de actividad fue una condición impuesta por IBM España⁹ en el borrador del contrato de cesión del dispositivo computador al estado español. Esta restricción se mantuvo hasta el final en la negociación y se recogió en el acuerdo finalmente firmado entre las partes. En opinión de Briones, dicha cláusula fue clave para definir la orientación de la actividad desarrollada en el centro a través de los seminarios, tan única, original, vanguardista y relevante en sus primeros años de vida.

Este dispositivo tecnológico fue la primera arquitectura de la computación de nueva planta, en España. Fue proyectada exprofeso por el arquitecto manchego Miguel Fisac Serna, desde finales de 1965, con la presentación de un anteproyecto al rector en enero de 1966 y su posterior aprobación el 20 de enero del mismo año¹⁰, hasta su inauguración oficial, el viernes 7 de marzo de 1969 (Castaños Alés & Camacho Martínez, 2000, 90; López, Aramis & Munárriz, 2021, 42)¹¹, un año después de su puesta en carga y funcionamiento (en algún momento del primer trimestre de 1968)¹².

Para el desarrollo del proyecto el arquitecto no contó con referentes previos, salvo con el decálogo y la guía de estilo y diseño global suministrada por IBM, como veremos más adelante, lo que lo convierte en un caso de estudio a tener en cuenta en esta investigación.

Fue en ese año 1965 cuando se inició el proceso de tener un supercomputador en España, como estaba ocurriendo en el resto de Europa. Había dos posibles vías para ello: construir una con los recursos propios de cada estado o comprar un computador a una de las grandes compañías internacionales, como IBM, General Electric, Siemens, Olivetti o Bull, por aquel entonces. Como ya hemos visto, eran las primeras décadas del uso generalizado de grandes

⁷ Florentino Briones Martínez fue un ingeniero informático español que fue propuesto como primer director del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid por IBM España y posteriormente aprobado por el rector de la Universidad de Madrid. Actuó como director del CCUM durante sus primeros siete años de actividad, desde sus inicios en 1967 hasta que dejó el cargo para trabajar en el Banco de España, en 1974. Se puede consultar la entrevista realizada a Florentino Briones Martínez en el Anexo 8.1 de esta tesis doctoral.

⁸ Así lo atestigua la documentación «Nota sobre el Centro Español Universitario de Cálculo» con fecha del 4 de enero de 1966, elaborada por Briones. Esta *nota* ha sido consultada y cedida por cortesía del mismo, perteneciente al material sin publicar, archivado y escaneado correspondiente a su documentación privada.

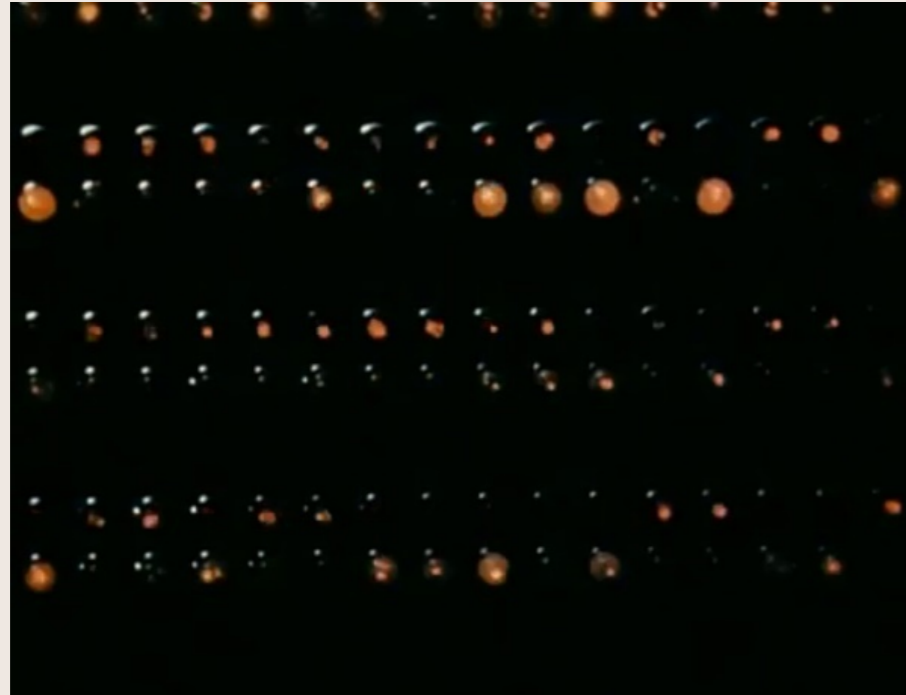
⁹ Como describe Florentino Briones en la entrevista concedida a esta doctoranda.

¹⁰ El primer anteproyecto presentado al rector y firmado por el arquitecto Miguel Fisac tenía fecha de enero de 1966, sin especificar día, como recoge la documentación disponible consultada en el archivo del estudio de Miguel Fisac (Fundación Fisac, Ciudad Real). La memoria consultada de dicho anteproyecto, perteneciente al archivo personal de Briones, se titulaba «Anteproyecto de Pabellón para Ordenador 70/90 IBM en la Ciudad Universitaria de Madrid» (Documentación cedida y escaneada por Briones). En su memoria se describía su tamaño: un total de tres plantas, sótano, planta baja y planta primera superior con un total de 1968,35 m² (sótano: 619,4 m² + planta baja: 614,51 m² + planta superior: 734,44 m²). Fisac estimaba un presupuesto de doce millones de pesetas.

¹¹ Para leer más sobre la inauguración oficial, sus asistentes y el contenido de sus discursos ver el capítulo «¿Qué fue el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid? Publicaciones» (López, Aramis & Munárriz, 2021, 42) y la tesis doctoral *Los orígenes del arte cibernético en España: el seminario de Generación Automática de Formas Plásticas del Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid: (1968-1973)* (Castaños Alés & Camacho Martínez, 2000, 90).

¹² Según explica en la entrevista Florentino Briones.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



FOTOGRAMA DEL DOCUMENTAL *MAKING ELECTRONS COUNT* EN EL QUE SE APRECIA LA ESTÉTICA, LA GAMA CROMÁTICA Y EL ESPACIO FENOMENOLÓGICO DE ESTA PRIMERA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN. DA/DC WHIRLWIND I. JAY WRIGHT FORRESTER. CA. 1950. MIT. FUENTE: MIT (PRODUCER), & MIT (DIRECTOR). (1950). *MAKING ELECTRONS COUNT*. [VIDEO/DVD] CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS: MIT.

·G_3.4.a_14·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

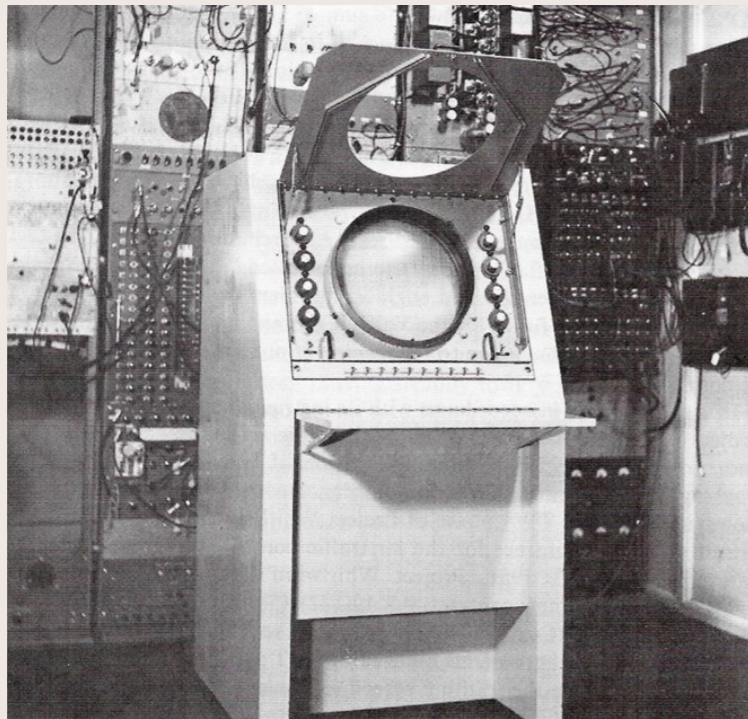


IMAGEN DEL DETALLE CONSTRUCTIVO DE LA INTERFAZ EN FORMA DE OBJETO Y ARTEFACTO PERIFÉRICO, LA PANTALLA CRT O DE TUBO DE RAYO CATÓDICO DE 16 PULGADAS CON UN OSCILOSCOPIO, DEL DA/DC WHIRLWIND I. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C. (1980). EN SMITH T. M. (ED.), *PROJECT WHIRLWIND: THE HISTORY OF A PIONEER COMPUTER*. BEDFORD: BEDFORD DIGITAL PRESS, P. 192.

·G_3.4.b_14·

computadores o *mainframes*, donde las administraciones estatales, grandes compañías, universidades y centros de investigación se convertían en los destinatarios de estos dispositivos tecnológicos.

¿Cómo acabó Miguel Fisac proyectando el primer DA/DC *ad hoc* en España?

Los inicios de la creación del CCUM en España.

La propuesta para que el arquitecto Miguel Fisac proyectara esta primera arquitectura de la computación *ad hoc* en España vino directamente de la mano de IBM España, según afirma Florentino Briones. Fue esta empresa quien le propuso al rector las primeras dos figuras claves para acometer este proyecto: Fisac y Briones. También parece ser que fue otra pareja la que fue muy importante para el desarrollo del CCUM: Andrés Bujosa Roger¹³, matemático e informático, y Mario Fernández Barberá¹⁴, matemático y con amplia experiencia con computadores, ambos trabajadores de IBM España (IBM S.A.E., International Business Machines Sociedad Anónima Española) en ese momento, quienes fueron los que sugirieron el nombre de Miguel Fisac para acometer ese proyecto durante el tiempo en que se empezó a gestar el acuerdo entre la compañía, el estado y la Universidad de Madrid.

Bujosa y Fernández Barberá, actuando en representación y en nombre de IBM España, fueron claves en el proyecto de la primera arquitectura de la computación en España.

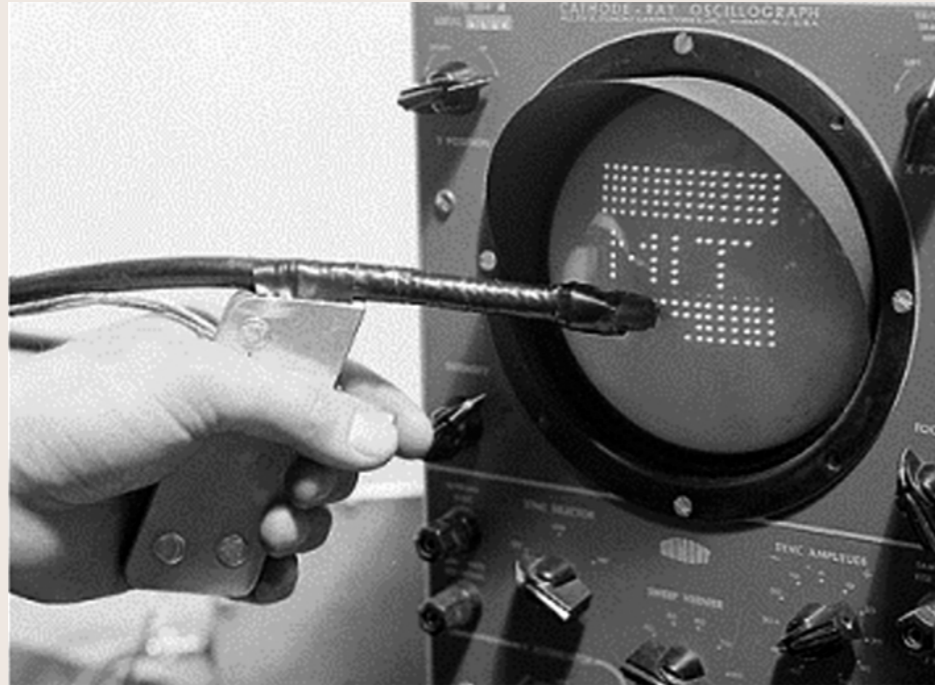
El primero lo fue, entre otras cosas, por ser, junto con Barberá, el responsable de elegir y proponer los nombres de las personas que, más tarde, serían claves en estos dispositivos

¹³ Andrés Bujosa Roger trabajó en la Junta de Energía Nuclear (JEN), junto con Florentino Briones y Luis García de Viedma (persona que presentó a Ernesto García Camarero a Florentino Briones para ocupar el puesto de subdirector del CCUM desde su creación). Bujosa se incorporó al JEN tres meses después de que lo hiciera Florentino Briones, en 1964. Bujosa, que no estuvo en esa institución más de un semestre, fue contratado posteriormente por IBM España para trabajar en la sede que tenía la compañía de Fernando de Asúa en la calle Serrano, 27 de Madrid. Durante su trabajo en IBM España, Bujosa fue quien sugirió el nombre de su antiguo compañero Briones para proponerle como director del CCUM frente al rector de la Universidad de Madrid. Cuando Florentino Briones volvió a España durante las vacaciones de navidad de 1965, Bujosa quien por aquel entonces era uno de sus buenos amigos, le contactó y le ofreció la posibilidad de proponerle para el cargo de director del futuro Centro de Cálculo Universitario, cuyo acuerdo se estaba negociando en esos momentos entre IBM España y el estado español, a través de la Universidad de Madrid. Briones estaba desde 1964 en Ispra (Italia), trabajando en el Centro Europeo de Tratamiento de la Información Científica, CETIS, en la Biblioteca ENEA de Programas de Cálculo (dependiente de la OCDE), que era el Servicio de Cálculo principal del Eurotom y del Mercado Común (Centro de Cálculo del Centre Commun de Recherche de la Comunidad Europea en materia de energía atómica -Eurotom-), con el mismo dispositivo computador que previsiblemente se iba a ceder a España, un IBM 7090 más una calculadora IBM 1401. Briones, que contaba con una brillante trayectoria en investigación, aceptó la propuesta que le hacía Bujosa en representación de IBM España y presentó un programa de funcionamiento del centro muy adecuado a las experiencias de anteriores centros que la compañía tenía en Europa (López, Aramis & Munárriz, 2021, 27). Con posterioridad, Andrés Bujosa se convirtió en el primer director del Instituto de Informática.

¹⁴ Mario Fernández Barberá era la persona que designó IBM España para estar permanentemente de enlace de la empresa en el Centro de Cálculo. Era el *destacado* de IBM en el CCUM, como explicaba Briones. Era matemático e informático y se había formado entre Madrid y Aachen, habiendo vivido también en varias ciudades europeas. Era técnico de IBM y fue el responsable designado por la empresa para la gestión de los acuerdos de la compañía con la Universidad de Madrid, además de ser uno de los responsables del proyecto CCUM. Su misión era la de servir de enlace y facilitar la ayuda de IBM al personal del centro en todo aquello que pudieran necesitar y coordinar la presencia de la corporación en el funcionamiento del Centro de Cálculo. Fue una persona fundamental en el desarrollo del mismo, engranaje no sólo entre IBM España y la Universidad de Madrid sino también entre creadores y científicos. Como explica Briones, a su experiencia en informática, se añadía su interés personal y las muchas amistades que tenía en el mundo del arte, hecho que fue determinante en la actividad desarrollada dentro del dispositivo computador CCUM (Briones Martínez, 2012, 25-27). Fernández Barberá había trabajado previamente en IBM Francia, donde hizo muchos contactos y gracias a él se pudieron programar conferencias y participaciones en forma de textos en la vida del CCUM como la de Abraham Moles, por ejemplo [Fig.G_3.4.a_53]. Fernández Barberá atesoraba una colección de arte contemporáneo personal muy importante por su cantidad y por su calidad.

·T_209·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



DETALLE CONSTRUCTIVO DEL DA/DC WHIRLWIND I. PISTOLA DEL LÁPIZ ÓPTICO QUE LOS/AS OPERADORES/AS PODÍAN USAR PARA ESCRIBIR Y SEÑALAR DATOS EN LA INNOVADORA PEQUEÑA PANTALLA GRÁFICA CRT O TR DE 16" QUE UTILIZABA EL WHIRLWIND I COMO INTERFAZ DE USUARIO/A. LABORATORIO LINCOLN, ROBERT R. EVERETT, 1952. FUENTE: "WHIRLWIND COMPUTER." ACCESO 20 DE MAYO DE, 2020. [HTTPS://HISTORY-COMPUTER.COM/MODERNCOMPUTER/ELECTRONIC/WHIRLWIND.HTML](https://history-computer.com/moderncomputer/electronic/whirlwind.html).

·G_3.4.a_15·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

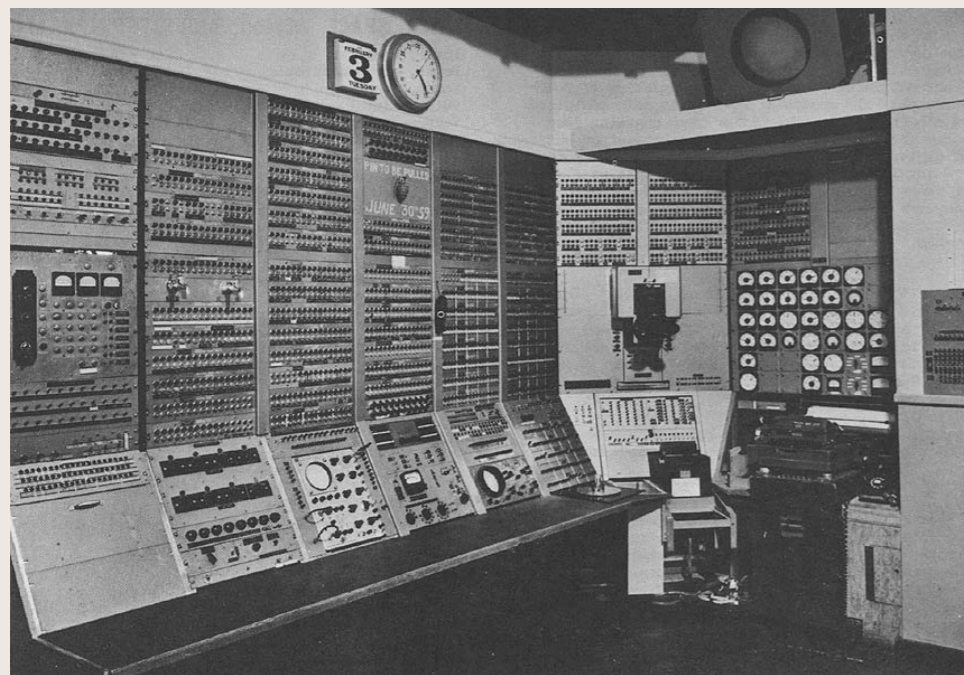


IMAGEN GENERAL DE LA CONSOLA DE CONTROL DEL DA/DC WHIRLWIND I. PLANO DE SITUACIÓN CON LA LOCALIZACIÓN DEL DA/DC PROYECTO WHIRLWIND I (SEÑALADO CON LA ESTRELLA), COMO CENTRO DIRECTOR DE LA RED CAPE COD SYSTEM QUE CONECTABA MÁS DE 15 RADARES, SITUADOS A MÁS DE 160 KILÓMETROS DE DISTANCIA. UNA ARQUITECTURA ELECTRÓNICA TRANSESCALAR. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA DE LA AUTORA BASADA EN "SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM." ACCESO 30 DE MAYO, 2020. [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system).

·G_3.4.b_15·

tecnológicos, como Florentino Briones¹⁵ o Miguel Fisac, y porque fue el que asesoró (un poco en la sombra, al parecer) al propio Fisac en los primeros desarrollos del proyecto en una colaboración y un intercambio transdisciplinar muy relevante, como veremos.

Y el segundo lo fue por ser uno de los individuos-habitantes-seres vivientes que habitaron y recorrieron esta arquitectura de la computación patria durante gran parte de sus años de esplendor, y por imprimir un cariz especulativo e innovador en todas las actividades llevadas a cabo dentro del CCUM. Su figura formó parte de la idiosincrasia del Centro e impulsó en gran medida e imprimió su influencia a las temáticas más innovadoras y transgresoras a los seminarios¹⁶ (junto con la dirección de Briones y la subdirección de García Camarero), promoviendo y comisariando el desarrollo de las actividades más destacadas y significativas del mismo, como fueron las distintas exposiciones, entre otras muchas acciones (López, Aramis & Munárriz, 2021, 37). A Fernández Barberá le interesaba personalmente mucho el arte contemporáneo y la convergencia que pudiera darse entre Ciencia, Arte y Tecnología en esos momentos. Fue el promotor de la incorporación de las artes visuales a los seminarios, publicaciones y actividades, siendo el comisario de todas las muestras de arte que se promovieron en el CCUM. Su conocimiento personal del mundo artístico además del trato previo que tenía con muchos artistas españoles, añadida a su amplia formación científica propició, siempre en coordinación y con el apoyo del resto de miembros de la dirección del centro, ese carácter innovador que supuso fundir y entrelazar áreas de conocimiento tan dispares en lo que supuso un intercambio transdisciplinar en toda regla. Fue ese interés personal el que contagió posteriormente a Florentino Briones y a Ernesto García Camarero (primer subdirector desde su creación, a las órdenes de Briones, encargado de los Seminarios y la publicación de un boletín, persona que participaba en todas las sesiones de los mismos y que fue posteriormente el director del centro desde 1973, cuando Briones dejó su cargo para empezar a trabajar en el Banco de España en 1974). La figura de Fernández Barberá fue determinante en la creación, por ejemplo, del «Seminario de Análisis y Generación Automática»¹⁷ de Formas Plásticas» (SAGAF-P) (cuya primera reunión se celebró el 18 de diciembre de 1968), gracias a su contacto con el artista José Luis Alexanco¹⁸, junto con Briones y García Camarero, remontándose sus orígenes a marzo de 1968 (López, Juan Aramis, 2012, 107). Fruto de sus contactos y sugerencias de posibles nombres de jóvenes artistas visuales y plásticos para ocupar algunas de las becas¹⁹ ofertadas por IBM España para el centro, contempladas en el acuerdo firmado, fue como surgió este seminario entorno al arte, que se sumaba a los primeros ya creados sobre arquitectura y

¹⁵ A Florentino Briones Martínez le contactaron desde IBM, Andrés Bujosa en concreto, en el invierno del año 1965. Fue propuesto directamente por IBM España (por Andrés Bujosa y probablemente por Mario Fernández Barberá), pidiendo el apoyo para su candidatura presentada al Ministerio de Educación Nacional, representado por la Universidad de Madrid, a varios catedráticos españoles (ver entrevista de los Anexos) junto con la ayuda también de su padre -quien escribió una carta al rector, al que conocía, para que tuviese en consideración su candidatura. Como hemos visto, fue aceptado y nombrado posteriormente por el rector de la universidad como primer director (López, Aramis & Munárriz, 2021, 27; Briones Martínez, 2012, 25).

¹⁶ La organización de la actividad relativa a la «Enseñanza» del centro entorno a posibles seminarios ya estaba recogida en las notas de Florentino Briones del 4 de enero de 1966 y posteriormente en el acuerdo firmado por IBM España y la Universidad de Madrid, pero no así las temáticas sobre las que versarían los mismos, hecho sobre el que tuvo mucha influencia la persona de Fernández Barberá.

¹⁷ La palabra *Automática* se añadió al tiempo de su creación.

¹⁸ Fue la persona que contactó, sugirió los nombres y atrajo a muchos de los artistas de arte conceptual coetáneos cuya obra podía estar relacionada de alguna manera con la computación. Por ejemplo, entre otras cosas Fernández Barberá fue el que propuso el nombre del pintor Manuel Barbadillo para que éste solicitara una de las becas ofertadas por IBM España para el CCUM, según Briones. También fue la figura que impulsó el origen del seminario de música puesto que, en el momento de arrancar los seminarios, estaba trabajando con el compositor Luis de Pablo en el desarrollo de su obra conjunta *Soledad interrumpida* (1971) y fue quien le sugirió a de Pablo crear este seminario.

¹⁹ Para saber más sobre la organización y categorías de estas becas puede verse el apartado «La gestión del Fondo IBM para la iniciación y ayuda a la investigación» (López, Aramis & Munárriz, 2021, 61-62).

·T_210·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

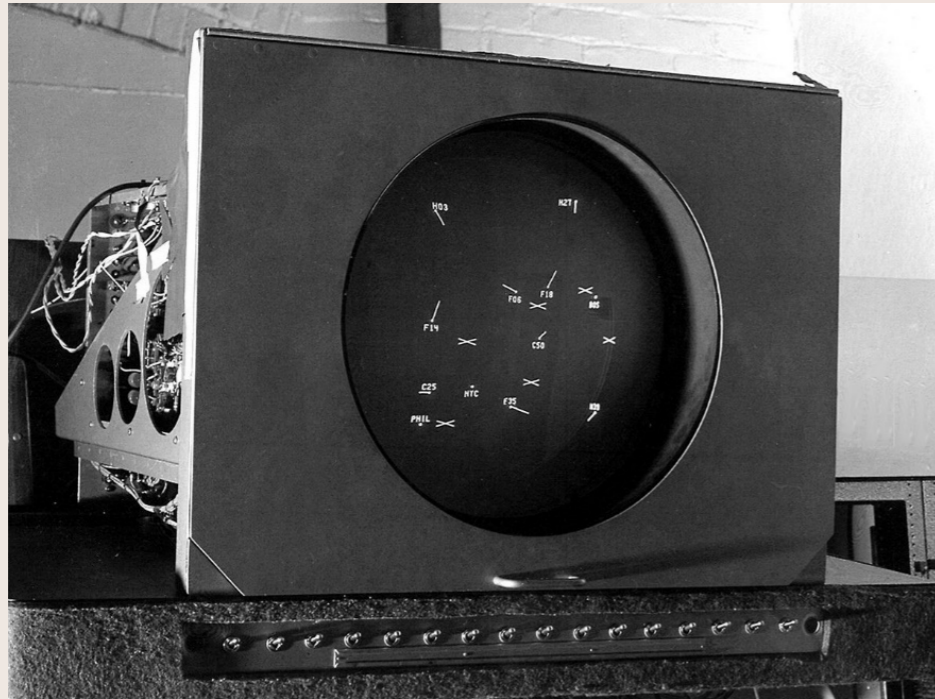
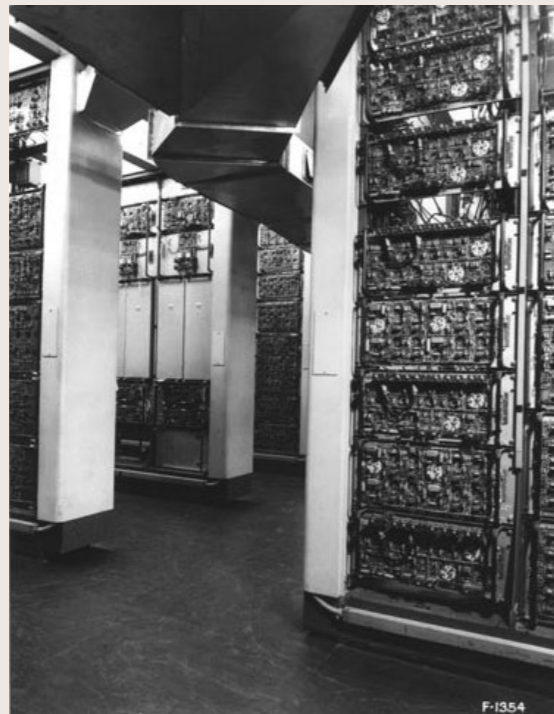


IMAGEN DE LA PROTO PANTALLA CRT O DE TUBO DE RAYO CATÓDICO DE 16 PULGADAS, CON UNA RESOLUCIÓN DE 256X256 PUNTOS, CON UN OSCILOSCOPIO, DEL DA/DC WHIRLWIND I. ESTA MISMA PANTALLA SERÍA LA QUE SE IMPLEMENTARÍA EN EL SISTEMA SAGE AL IGUAL QUE EL LÁPIZ ÓPTICO (LIGHT-PEN). JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: ACCESO EL 18 DE JULIO DE 2021 DESDE: "SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM." ACCESO 30 DE MAYO, 2020. [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM.](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system)

·G_3.4.a_16·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



DETALLE CONSTRUCTIVO QUE MUESTRA LA VISTA POSTERIOR INTERNA DE LOS MÓDULOS ELECTRÓNICOS Y EL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DESCOLGADO. 1952. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102622511).

·G_3.4.b_16·

lingüística²⁰ (sugeridos estos dos por el arquitecto Javier Seguí de la Riva y el lingüista Víctor Sánchez de Zavala)²¹ (López, Juan Aramis, 2012, 26). El SAGAF-P tuvo una gran repercusión mediática en su época²² y fue la prueba de las importantes oportunidades que brindaban estas primeras arquitecturas de la computación como espacios que se habitaban y se recorrían. Fernandez Barberá fue una persona que contribuyó muchísimo a que las actividades del centro se desarrollaran satisfactoriamente ya que se ocupaba de las necesidades de las personas que participaban de la vida diaria del mismo,

Fisac ya estaba trabajando para IBM España, desarrollando varios trabajos para la empresa desde abril de 1965 (varios informes técnicos y *due diligences* de solares para construir posteriormente la sede central para las oficinas de IBM en España)²³ y parecía la figura indicada

²⁰ Como explica Aramis López esta importancia del lenguaje como eje central de la investigación en el siglo XX fue una de las vías más importantes en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid. Las obras del lingüista y filósofo Avram Noam Chomsky *Syntactic Structures* (1957), *Aspects of the Theory of Syntax* (1965) y *Cartesian Linguistics* (1965) centran las conversaciones en los seminarios de este campo y en los encuentros de lógica (López, Juan Aramis, 2012, 18).

²¹ Como explica Briones y se recoge en varios libros, Javier Seguí (arquitecto, psicólogo y profesor universitario, promotor, en parte, y participante muy activo de muchos de los seminarios), junto a su estudiante Guillermo Searle y también Sánchez de Zavala habían asistido a unos cursos de programación durante seis meses que se impartían en la sede de IBM España sobre el lenguaje de máquina *Assembler* (López, Aramis & Munárriz, 2021, 144). Fue allí mediante la mediación de Mario Fernández Barberá como trabajador de IBM cuando se enteraron de la inminente puesta en marcha del nuevo Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid en 1968 y la posibilidad de continuar en él su formación informática. Como Seguí (con su estudiante Searle) y Sánchez de Zavala querían seguir investigando sobre las posibilidades de la computación, la cibernética y los algoritmos en sus respectivos campos, les sugirieron a Briones y García Camarero poder hacerlo en el CCUM. Explorar las posibilidades de la relación bidireccional entre la arquitectura y la computación y la lingüística y la informática le parecieron a Briones, como director y a García Camarero, como subdirector, dos temas estupendos y muy pertinentes para materializarse en los dos seminarios del centro. Dieron origen a «Ordenación de la Construcción» (se inició el 27 de noviembre de 1968), primero, y a «Seminario de Composición de Espacios Arquitectónicos con ordenadores» (que luego pasó a llamarse «Seminario de Análisis y generación automática de formas arquitectónicas», se inició el 29 de noviembre de 1968), más tarde, y «Seminario de Lingüística matemática» (se inició el 18 de diciembre de 1968), que junto con el «Seminario de Valoración del aprendizaje» y el «Seminario de Análisis y Generación Automática de Formas Plásticas» fueron los que tuvieron lugar en el CCUM en un primer momento y así está recogido en el primer Boletín del CCUM de diciembre de 1968.

Seguí había terminado la carrera de arquitectura en 1964 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM), que por aquel entonces pertenecía al todavía Instituto Politécnico de Madrid (que luego sería la Universidad Politécnica de Madrid a partir de 1971), doctorándose en arquitectura en la misma institución en 1966 y diplomándose en psicología por la Universidad de Madrid dos años más tarde, en 1968. En septiembre de 1967 comenzó a dar clases de «Proyecto» en la ETSAM, tras haber puesto en marcha un estudio profesional junto a los arquitectos Manuel de las Casas y S. López Hernández.

²² El CCUM, su dirección y muchos de los participantes en los seminarios fueron invitados a todo tipo de eventos internacionales (exposiciones, reuniones, conferencias, coloquios, jornadas, etc.), lo que demostraba la dimensión internacional que el centro y las actividades que se desarrollaban en su interior adquirieron a lo largo de los años. Todas esas actividades se pueden consultar en las memorias de actividades que el centro publicaba, los Boletines del Centro de Cálculo que se conservan en el Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid.

²³ El primer encargo de IBM España (IBM S.A.E., International Business Machines Sociedad Anónima Española) a Miguel Fisac se denominó «Technical Study on Sites: Génova – Monte Esquinza, Castellana, Juan Bravo For The Construction Of An Office Building In Madrid For IBM, S.A.E.», Architect: Miguel Fisac, fechado en abril de 1965 (Documentación consultada en la Fundación Fisac, Ciudad Real). Consistía en un estudio técnico y la posterior elaboración de un informe sobre posibles solares y dos palacetes para ubicar su futura sede en España, así como la realización de pequeños tanteos de proyectos arquitectónicos en las posibles ubicaciones disponibles en Madrid que la promotora FINCOSA (Financiera e Inmobiliaria Internacional, Sociedad Anónima) -con la construcción de ENTRECANALES y TAVORA S.A.-, le iba ofreciendo a IBM para construir su buque insignia en nuestro país. La empresa IBM estuvo valorando cuatro parcelas disponibles en la capital para ubicar su principal sede en España: uno en la Calle Génova, 27 vuelta con Calle del Monte Esquinza, 2 (solar 1), otro en el Paseo de la Castellana, 36-38 (solar 2), otro en la Calle Juan Bravo, Calle Claudio Coello y Calle Lagasca (solar 3) y el último en el Paseo de la Castellana, 4 (solar 4). Finalmente, tras consultar la *due diligence* realizada por Miguel Fisac, adquirieron la parcela correspondiente al solar 4, la situada en el Paseo de la Castellana, 4. La compra del solar se hizo a cargo de la empresa FINCOSA (Financiera Inmobiliaria Internacional, S.A.), cuya sede social estaba en la Avenida de Felipe IV, 9, en Madrid y firmó la compra formal Rafael García, de IBM España. Según Florentino Briones, posiblemente FINCOSA fuera otra de las empresas de la familia de Fernando de Asúa, director por aquel entonces de IBM España, que funcionaba como una empresa independiente de la filial de Estados Unidos ya que dicha empresa no

·T_211·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



DETALLE CONSTRUCTIVO DE LOS ESPACIOS SERVIDORES. JAY FORRESTER (EXTREMO IZQUIERDO, DE PIE) Y NORMAN TAYLOR (EXTREMO IZQUIERDO, SEÑALANDO) INSPECCIONANDO EL BASTIDOR DE ELEMENTOS ARITMÉTICOS. JOHN A. O'BRIEN, CHARLES L. CODERMAN Y NORMAN L. DAGGETT TRABAJANDO CON SONDAS EN EL ESTANTE DE ALMACENAMIENTO ELECTROSTÁTICO Y MIRANDO UN OSCILOSCOPIO. 1952. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102707442).

·G_3.4.a_17·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

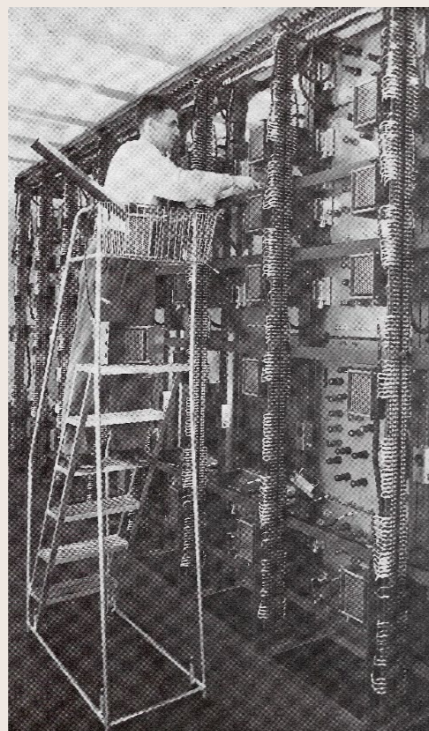


IMAGEN EN BLANCO Y NEGRO DE UN SER VIVIENTE-HABITANTE SUBIDO A UNA ESCALERA PARA CONECTAR LOS CABLES DE LA ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA A LOS DIFERENTES TIPOS DE COMPONENTES. NOVIEMBRE DE 1948. DA/DC WHIRLWIND I. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C. (1980). EN SMITH T. M. (ED.), *PROJECT WHIRLWIND: THE HISTORY OF A PIONEER COMPUTER*. BEDFORD: BEDFORD DIGITAL PRESS, P. 99.

·G_3.4.b_17·

para poder desarrollar un anteproyecto con rapidez para poder así presentárselo al rector a principios de 1966 para que le diera su visto bueno y empezara el desarrollo del proyecto²⁴, tras la firma del acuerdo entre IBM, el estado y la Universidad²⁵, una semana antes. Seguramente fue en los meses anteriores, noviembre y diciembre de 1965, cuando Bujosa y Fernández Barberá sugirieron el nombre de Fisac para acometer el proyecto del CCUM y entró en la ecuación de su desarrollo, junto con la figura de Florentino Briones, que pasó a ser la opción escogida por IBM para la dirección en cuanto éste aceptó la propuesta que se le hizo en diciembre de 1965.

Durante la firma del contrato final entre la IBM España y la Universidad de Madrid, las únicas propuestas que se presentaron al rector para definir el futuro Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (CCUM), fueron aquellas compuestas, por un lado, por el anteproyecto del soporte físico del DA/DC, elaborado por Miguel Fisac, «Anteproyecto de Pabellón para Ordenador 7090IBM en la Ciudad Universitaria de Madrid» (enero 1965) y, por otro lado, el proyecto funcional que describía el funcionamiento y las actividades para el futuro centro, contenido en las «Notas sobre el centro español universitario de cálculo» (4 de enero de 1965) elaboradas por Florentino Briones. Como explican Aramis López y Jaime Munárriz en su libro ambos proyectos fueron elegidos por la Universidad de Madrid no habiendo constancia en el Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid de que su hubieran presentado otras propuestas (López, Aramis & Munárriz, 2021, 34). Ambos proyectos, como hemos visto, habían sido propuestos al rector por IBM España.

Parece ser que la creación de un Centro de Cálculo universitario vino promovida por un acuerdo firmado al principio entre el Ministerio de Educación Nacional (Intervención General de la Administración del Estado), con Manuel Lora Tamayo de ministro, junto con la Dirección General de Enseñanza Universitaria, con su director, Juan M. Martínez Moreno (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965), la filial de la empresa estadounidense IBM en España (IBM S.A.E., International Business Machines Sociedad Anónima Española), cuyo presidente-director general era en aquel momento Fernando de Asúa Sejournat y, posteriormente, la Universidad de Madrid (actual Universidad Complutense de Madrid), cuyo rector en ese momento era Enrique Gutiérrez Ríos.

Los primeros contactos se iniciaron a principios de 1965 con el Ministerio de Educación Nacional, siguiendo las pautas marcadas desde la sede central de IBM en Nueva York, que indicaban que la primera comunicación debía hacerse con el gobierno nacional, que debía a su vez establecer qué entidad o institución educativa o de investigación recibiría el DC (López, Aramis & Munárriz, 2021, 24).

IBM España se había puesto en contacto con José García Santesmases²⁶, catedrático de Física Industrial en la Universidad de Madrid, como demuestra el primer documento sobre la constitución del Centro de Cálculo en el Archivo de la Universidad Complutense de Madrid, una carta fechada el 29 de septiembre de 1965. En ella de Asúa Sejournat escribía al rector Gutiérrez Ríos para hablar sobre el posible ofrecimiento a la Universidad por parte de la corporación estadounidense de un computador de alta capacidad (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965, 1). En esa carta se encontraba la notación de que los tres, García Santesmases, De Asúa y Gutiérrez Ríos habían almorzado para tratar del tema el 9 de octubre de ese mismo año (López, Aramis & Munárriz, 2021, 26). Junto con la carta fechada de

funcionaba como una delegación dependiente de la compañía de Nueva York. Asúa logró la representación de IBM en España para una sociedad suya, una empresa familiar, la IBM S.A.E.

²⁴ Fue aprobado por el rector Enrique Gutiérrez Ríos el 20 de enero de 1966.

²⁵ Dicho acuerdo se firmó el 13 de enero de 1966 (Briones Martínez, 2012, 25).

²⁶ García Santesmases fue uno de los pioneros en Informática en nuestro país. De hecho, el Museo de Informática de la Facultad de Informática de la Universidad Complutense de Madrid, lleva su nombre hoy en día, Museo de Informática García Santesmases (MIGS), institución que se ha visitado para esta tesis doctoral, junto también con la entrevista efectuada a su actual director, el investigador y profesor Jose M. Mendías, que ha informado en parte esta investigación durante su año de sabático en la Universidad Complutense.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

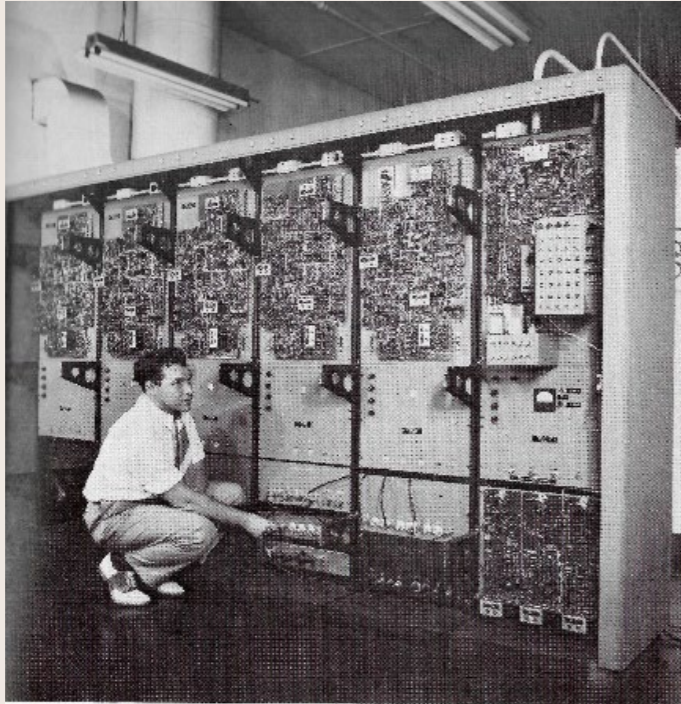
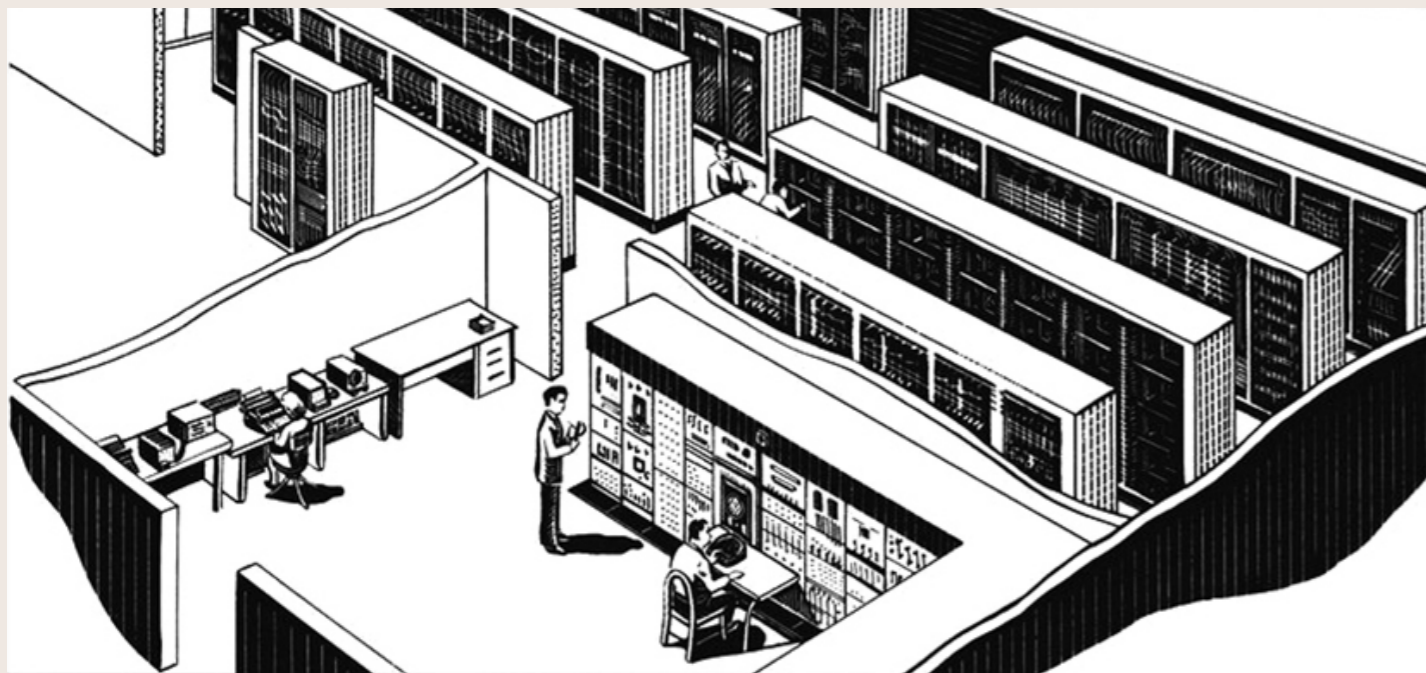


IMAGEN EN BLANCO Y NEGRO DE UN SER VIVIENTE-HABITANTE COMPROBANDO LOS DISTINTOS TIPOS DE COMPONENTES. SE PUEDE OBSERVAR LA RELACIÓN ENTRE LAS DIMENSIONES HUMANAS Y LOS ARMARIOS QUE ASPIRABAN A TENER DIMENSIONES CERCANAS A LAS DOMÉSTICAS. NOVIEMBRE DE 1948. DA/DC WHIRLWIND I. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: REDMOND, K. C. (1980). EN SMITH T. M. (ED.), PROJECT WHIRLWIND: THE HISTORY OF A PIONEER COMPUTER. BEDFORD: BEDFORD DIGITAL PRESS, P. 71.

·G_3.4.a_18·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



AXONOMÉTRICA QUE OCUPABA LA PORTADA DEL INFORME EXPLICATIVO DEL PROYECTO WHIRLWIND I, DONDE SE OBSERVA EL CENTRO DE CONTROL EN PRIMER PLANO (CONTROL ROOM) Y EL COMPUTER ROOM. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: DOSSIER WHIRLWIND I. A HIGH-SPEED ELECTRONIC DIGITAL COMPUTER. ELECTRONIC COMPUTER DIVISION. SERVO MECHANISMS LABORATORY, MASSACHUSETTS. INSTITUTE OF TECHNOLOGY. CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS. FUENTE: "WHIRLWIND." ACCESO 20 DE MAYO DE 2020 DESDE: [HTTP://WWW.BITSAVERS.ORG/PDF/MIT/WHIRLWIND/](http://www.bitsavers.org/pdf/mit/whirlwind/). CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM Y BITSAVERS.ORG.

·G_3.4.b_18·

septiembre de Asúa, se adjuntaba un borrador de contrato proforma dirigido al Ministerio de Educación Nacional en un primer momento, no a la Universidad de Madrid, con los términos del acuerdo de cesión del computador. Fue nueve días más tarde de la reunión entre el rector, Asúa y Santesmases, cuando el director de IBM España remitió al rector un documento en el que ya no es el ministerio sino la universidad la parte contratante, fechada el 18 de octubre de 1965 (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965, 1). De nuevo, 8 días más tarde, el 26 de octubre de 1965 fue cuando el rector Enrique Gutiérrez Ríos escribió al ministro de Educación Nacional en ese momento, Manuel Lora Tamayo y al director general de Enseñanza Universitaria, Juan M. Martínez Moreno, para hacerles llegar la copia del contrato con IBM España y para informarles de que el contenido del mismo es similar a los firmados con las universidades de Milán, Copenhague y Londres (según el escrito de los archivos UCM) (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965).

Fue a partir de ese momento cuando el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid comenzó su andadura oficial.

El convenio, en principio de cinco años de duración (López, Aramis & Munárriz, 2021, 21) de 1968 a 1973, consistía en la cesión a la universidad por parte de la compañía IBM de parte del soporte físico de un DC usado y obsoleto para los estándares del momento en el mercado estadounidense, pero muy novedoso e innovador en el mercado virgen europeo. El contrato solicitaba a la institución la construcción del resto del soporte físico que debía acoger dicha cesión (a dicha edificación se la denominó en los primeros documentos *pabellón*). El ministerio debía habilitar un local en la Ciudad Universitaria de Madrid, según las indicaciones técnicas de IBM para ubicar el dispositivo (López, Aramis & Munárriz, 2021, 27). Es por ello que seguramente Fisac recibió el asesoramiento y tuvo una comunicación muy estrecha con IBM España desde el inicio del proyecto, como se desprende de las anotaciones en los primeros croquis en planta del CCUM. En esos primeros acuerdos IBM no indicaba qué modelo de computador se cedería, sólo se hacía alusión a que sería de *alta capacidad* (López, Aramis & Munárriz, 2021, 27). Aunque no se reflejara por escrito en el contrato final, debió ser en algún momento a finales de 1965 cuando se debió decidir el modelo de computador a ceder puesto que Briones fue escogido por haber trabajado con el mismo modelo y porque en la primera *supuesta* planta hecha por Fisac en el invierno de 1965 ya se disponían en planta los componentes tecnológicos correspondientes al modelo finalmente cedido.

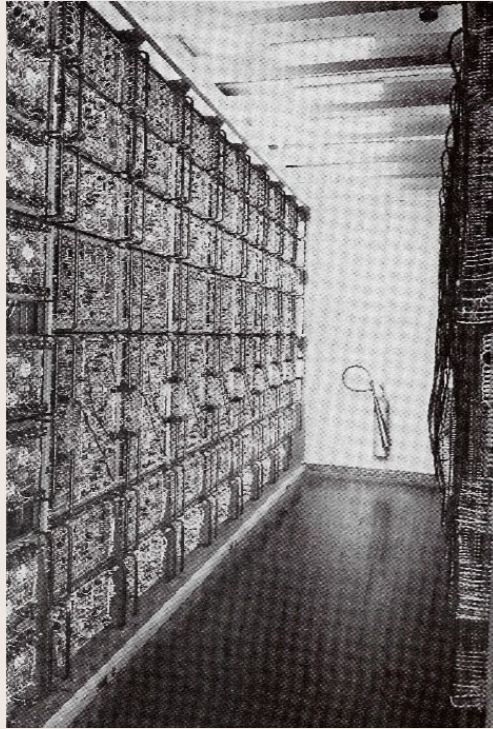
Finalmente, IBM cedió a la Universidad de Madrid un computador IBM 7090 Data Processing System²⁷ (anunciado el 30 de diciembre de 1958 y comercializado el 14 de julio de 1959), un IBM 1401 Data Processing System²⁸ (1959-1971) y todo el equipo auxiliar necesario (Briones Martínez,

²⁷ Este computador de propósito general era un *mainframe* correspondiente a la Segunda Generación de la Computación, el primer gran computador con tecnología de estado sólido, que ya hacía uso de transistores bipolares, reemplazando a los tubos de vacío. Poseía una velocidad de procesamiento y cálculo seis veces mayor que la de su predecesor de tubos de vacío, el IBM 709 y siete veces y media la del IBM 704. En una sola jornada el equipo completo podía desarrollar más de 240 programas (Briones Martínez, 1968). Contaba con 50.000 transistores, una memoria de ferrita, la creada en Whirlwind I. Concebido para el cálculo científico, se usó en los proyectos espaciales Mercury, Gemini y Saturn de la NASA, simulando el vuelo de este último cohete a la Luna múltiples veces antes del vuelo real unos años antes (López, Aramis & Munárriz, 2021, 175). Tuvo una respuesta comercial exitosa a pesar de su elevado precio, aproximadamente unos tres millones de dólares estadounidenses (2.898.000 dólares), que al cambio serían unos 190 millones de pesetas o 1.132 millones de euros como cifra actual (López, Aramis & Munárriz, 2021, 23, 177). En la información aparecida en el periódico *Nuevo Diario* de Madrid, el 13 de diciembre de 1969, fijaba esta cifra en 280 millones de pesetas. También podía alquilarse por una cuota mensual de 63.400 dólares estadounidenses. Se producía en el IBM Poughkeepsie Design Center, de Nueva York, donde Eliot Noyes y su equipo tenían instalado The White Cube para los talleres de testeo de diseño, como vimos. Era capaz de procesar y leer *cual inputs* 250 tarjetas perforadas por minuto. Para saber más sobre el IBM 7090 se puede leer el capítulo «7.2. La máquina», de Isidro Ramos (Ramos Salavert, 2021, 174).

²⁸ Esta parte del equipo era una enorme calculadora con una capacidad lectora de 800 tarjetas por minuto que además venía acompañada de una impresora que era capaz de imprimir 600 líneas por minuto.

·T_213·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



DETALLE CONSTRUCTIVO DE LOS ESPACIOS SERVIDORES, DENOMINADOS *CALLEJONES (ALLEY)*, CON LOS PANELES POSTERIORES DEL DA/DC WHIRLWIND I, CON TODAS LAS CONEXIONES Y EL CABLEADO VISIBLE, ASÍ COMO SUS COMPONENTES DISCRETOS PRINCIPALES. 1952. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: CORTESÍA DE GWEN BELL Y CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102622549).

·G_3.4.a_19·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

«AL COMPUTADOR NO LE IMPORTABA QUE YO FUERA UNA MUJER O QUE FUERA NEGRA. LA MAYORÍA DE LAS MUJERES LO TUVIERON MUCHO MÁS DIFÍCIL.» (THOMPSON, 2019).

·G_3.4.b_19·

2012, 25)²⁹ [Fig.G_3.4.b_23, Fig.G_3.4.a_24].

El DC provenía de la Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg (Universidad de Heidelberg), en Alemania, donde había estado instalado provisionalmente un año, pero previamente había estado en el Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (CERN) de Ginebra (López, Aramis & Munárriz, 2021, 24). Podríamos ya afirmar que esta primera arquitectura de la computación española era, en cierta medida, una arquitectura transescalar, conectada con múltiples lugares, que trascendían a su soporte físico concreto, antes incluso de su construcción.

El IBM 7090 ya sufrió un proceso de encogimiento con respecto a sus predecesores: el IBM 709 e IBM 704. Era un DC más pequeño y tenía una demanda energética menor, necesitaba menos potencia eléctrica que los dispositivos disponibles en el mercado en ese momento. Su diseño era modular, como todas estas primeras arquitecturas de la computación, compuesto por módulos verticales equipados con ruedas fácilmente extraíbles que daban acceso a los múltiples componentes discretos que la componían, facilitando su funcionalidad, su mantenimiento, su accesibilidad, todo ello complementado con la aparición en sus espacios de una prescripción del suelo técnico y del falso techo registrable (López, Aramis & Munárriz, 2021, 176), como ya ocurrió en el SSEC, que empezaba a cajanegrizar y ocultar a la vista los componentes de estos dispositivos tecnológicos.

La política de IBM en España.

El convenio entre IBM España y la Universidad de Madrid (institución escogida por el Ministerio de Educación Nacional para ser la sede de la cesión) estaba dentro de la estrategia comercial que la empresa estaba desplegando en Europa para ampliar su potencial cuota de mercado de distribución en este continente³⁰. Dicho plan consistía en ceder DC desfasados (ya usados) a algunos países europeos, como Italia, Francia, Reino Unido, Alemania o España, entre otros, mediante la firma de acuerdos y contratos de alquiler, de formación de personal, de mantenimiento de equipos y máquinas, la incorporación o sustitución de las piezas necesarias para su correcto funcionamiento, el suministro de consumibles (cintas de papel, tarjetas perforadas, plóteres, etc.) con la compañía.

Dichos convenios y contratos ya aseguraban alianzas con los gobiernos centrales de estos países para, a partir de ese momento, establecer su expansión captando nuevos clientes esta vez privados, enfocado, principalmente, en la realización de tareas administrativas, que podrían llevarse a cabo con el nuevo modelo IBM Serie 360 (verano de 1965) que la empresa acababa de lanzar al mercado, más económico y de mayores prestaciones. Además de la cesión de parte de un soporte físico del computador ya usado, IBM solicitaba a la institución la construcción del resto del soporte físico para darle cobijo, además de la firma de un contrato por esos cinco años con ellos, que incluía la formación del personal que sería el que luego operaría y trabajaría en los dispositivos tecnológicos vendidos a otras empresas e instituciones nacionales. Un punto muy importante en este tipo de acuerdos firmados entre IBM y diversos países europeos, incluía una cláusula (la estipulación octava en el contrato español) en la que se advertía que IBM debía ser informado de cualquier invención llevada a cabo por el personal del futuro CCUM, y que IBM podía hacer uso de dicho invento sin el pago de canon alguno. Este hecho era muy rentable para IBM puesto que, de esta manera, la investigación en instituciones y universidades *en y dentro* de

²⁹ Parte de estos componentes tecnológicos del soporte físico de la primera arquitectura de la computación en España se encuentran en la actualidad ubicados en Museo de Informática García Santesmases (MIGS), dependiente de la Universidad Complutense de Madrid, ubicado en los pasillos de su Facultad de Informática. Está dirigido por el investigador y profesor Jose M. Medías.

³⁰ Para saber más sobre la estrategia de mercadotecnia de IBM en Europa se puede leer el punto «2.1. Un centro de cálculo es un centro de cálculo» y «2.2.1. Cómo llegó la computadora a la Universidad de Madrid», del libro *El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1968-1973): Ciencia, Arte y Creación Computacional*, de Aramis López y Jaime Munárriz (López, Aramis & Munárriz, 2021).

·T_214·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



IMAGEN DEL INTERIOR DEL DA/DC WHIRLWIND I, CUANDO SE CONVIRTIÓ EN EL NODO 6 DE LA RED CAPE COD SYSTEM. LOS/AS INVESTIGADORES/AS REALIZABAN UN SEGUIMIENTO ESTROBOSCÓPICO EN UN TABLERO DE TRAZADO MANUAL PARA EL SECTOR EXPERIMENTAL SAGE (ESS), UBICADO EN LA SALA DE TALLER Y LABORATORIO LOCALIZADA EN LA PLANTA SÓTANO, JUNTO A LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DEL DISPOSITIVO COMPUTADOR. CA. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: CORTESÍA DE LA MITRE CORPORATION. "SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM." ACCESO 30 DE MAYO, 2020. [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system).

·G_3.4.a_20·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I

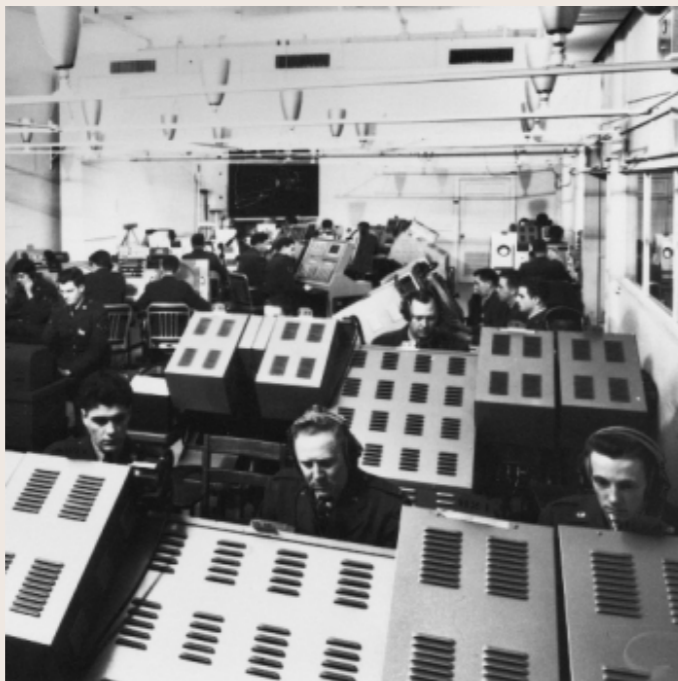


IMAGEN DEL PROTOTIPO DE LA SALA DE MONITORES DE INTERCEPCIÓN EN EL NODO CENTINELA DEL CAPE CODE SYSTEM Y POSTERIOR SAGE, EN EL DA/DC WHIRLWIND I, EN SU SÓTANO. CA. 1951. JAY WRIGHT FORRESTER. FUENTE: CORTESÍA DE LA MITRE CORPORATION. "SAGE: SEMI-AUTOMATIC GROUND ENVIRONMENT AIR DEFENSE SYSTEM." ACCESO 30 DE MAYO, 2020. [HTTPS://WWW.LL.MIT.EDU/ABOUT/HISTORY/SAGE-SEMI-AUTOMATIC-GROUND-ENVIRONMENT-AIR-DEFENSE-SYSTEM](https://www.ll.mit.edu/about/history/sage-semi-automatic-ground-environment-air-defense-system).

·G_3.4.b_20·

estos dispositivos tecnológicos arquitectónicos/computacionales suponía descubrir y explorar sus posibilidades, añadir más funcionalidades y nuevas posibilidades de venta (López, Aramis & Munárriz, 2021, 28). Además, también se estipulaba que, tras la finalización del plazo de cinco años del primer acuerdo, IBM España podía disponer de nuevo del equipo cedido.

En resumen, parte de estos contratos incluían la construcción de una especie de *showroom* que pudiera ser ocupado y habitado por la tecnología informática producida por IBM, normalmente en puntos estratégicos del país designado para la cesión (en el caso de España, en Madrid, en el corazón del país). Es así como IBM desplegaba una estrategia comercial basada en la demostración real *in situ non-stop* (veinticuatro horas al día, trescientos sesenta y cinco días al año) del potencial y las infinitas posibilidades de aplicación y uso de estos nuevos dispositivos tecnológicos, para así aumentar sus ventas y su presencia comercial fuera de las fronteras de Estados Unidos [Fig.G_3.4.b_24]. Esta estrategia era similar al *marketing* que utilizaban otras empresas como Tupper Home o Thermomix para captar clientes.

Esta estrategia de mercadotecnia también era la que la compañía llevaba utilizando en todas sus grandes sedes en suelo estadounidense³¹, incluso antes de que empezara a colaborar con ellos el arquitecto Eliot Noyes, cuando estableció un decálogo completo de diseño utilizado en toda la empresa, que incluía estrategias de marketing aplicadas a la arquitectura, el diseño, la gráfica corporativa, etc., como ya vimos anteriormente en este capítulo.

La estrategia dictaba que las plantas bajas de todas las edificaciones de IBM en contacto con el nivel de la calle, debían ser diáfanos, transparentes, permitiendo una visibilidad completa de su espacio interior, que a su vez debía equiparse con multitud de dispositivos computadores y otros artefactos. En los casos de estudio correspondientes al diseño de dispositivos tecnológicos computadores de IBM, tanto en suelo estadounidense como en suelo español, sólo en las plantas en contacto con el peatón, debían diluirse los límites entre el interior/exterior, entre la calle/edificación [Fig.G_3.4.a_25], como vimos que ocurría también con las propuestas de los Geoscopes de Fuller, a diferencia de cómo operaba Whirlwind I, cuya carcasa o envolvente era un límite claro, rotundo y opaco.

IBM mostraba directamente sus productos para que sus potenciales clientes-usuarios-habitantes pudieran experimentar, ver, tocar, habitar y recorrer todos estos dispositivos tecnológicos. Podríamos entonces afirmar que los DA/DC, en el caso de IBM, siempre eran proyectados para ser grandes escaparates tecnológicos o *showrooms*, espacios que invitaban a su uso, experimentación y recorrido.

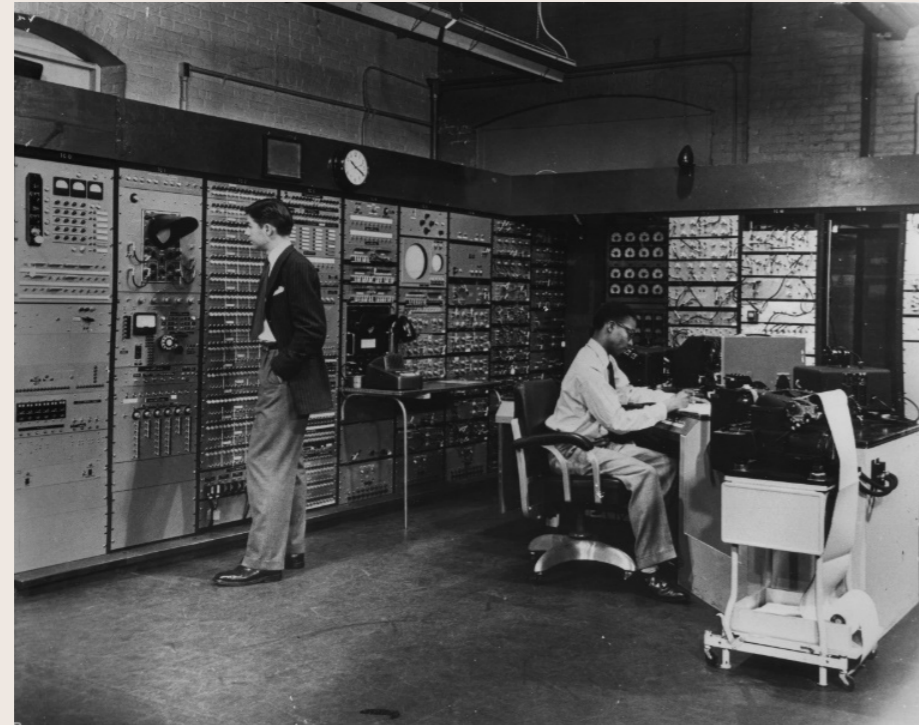
Esta política era la que iba a ser aplicada en los dos proyectos que la empresa iba a desarrollar en España en esa época: el edificio para albergar la sede central y el edificio de oficinas IBM en España³², denominada originalmente como «Proyecto de Edificio Comercial en el Paseo de la Castellana C/V A Hermosilla, Propiedad de FINCOSA» (1965-1966-1969) (nº. inventario: caja / proyecto 233, fecha: 1967, consultado en el archivo del estudio de Miguel Fisac conservado en la Fundación Miguel Fisac, Ciudad Real, España)³³ y el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid, denominado «Centro Universitario de Cálculo Electrónico IBM En La Ciudad Universitaria de Madrid» (1965-1969) (nº. inventario: caja/proyecto 223, fecha: 1966, consultado en el archivo del estudio de Miguel Fisac conservado en la Fundación Miguel Fisac, Ciudad Real, España),

³¹ Ver el vestíbulo de entrada en la planta baja de la sede central de IBM en Estados Unidos, donde estaba instalado el dispositivo IBM SSEC, en el 570 de Madison Avenue en Manhattan, Nueva York (1946-1952) o, por ejemplo, los dos pabellones de IBM para las Ferias Internacionales de Nueva York (Eero Saarinen, 1964) y la de San Antonio, en Tejas (Eliot Noyes, 1968), esta última desarrollada a la vez que los dos proyectos españoles que estudiaremos a continuación.

³² Se inauguró en 1969 como indica la memoria de actividades de IBM en Europa. Fuente: Acceso el 28 de febrero de 2022 desde: <https://www.ibm.com/ibm/history/documents/pdf/emea.pdf>.

³³ Para profundizar en este proyecto se puede leer el apartado «1.3. Los centros de cálculo y los contenedores informáticos.» del libro *Miguel Fisac: Arquitecturas para la investigación y la industria*, del arquitecto y presidente de la Fundación Fisac, Diego Peris Sánchez (Peris Sánchez, 2015).

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



DETALLE INTERIOR DE LA SALA DE CONTROL, DONDE SE MUESTRA LA CONSOLA DE MANDO, EL TELETIPO Y UN OSCILOSCOPIO. JOE THOMPSON, SENTADO, FUE ENTRENADO COMO UNO DE LOS DOS PRIMEROS OPERADORES DEL COMPUTADOR EN 1951. CA. 1950. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102622503.).

·G_3.4.a_21·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/WHIRLWIND I



DETALLE INTERIOR DE LA SALA DE CONTROL. DE IZQUIERDA A DERECHA: STEPHEN J. DODD, JAY W. FORRESTER, ROBERT R. EVERETT Y RAMONA FERENZ. LA SALA DE CONTROL ESTABA REPLETA DE HILOS, CABLES, INTERRUPTORES, PALANCAS E INDICADORES QUE EMITÍAN SONIDOS Y LUCES PARPADEANTES CONSTANTEMENTE. FUENTE: CORTESÍA DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102680797).

·G_3.4.b_21·

como veremos.

Así fue como se aplicó esta estrategia espacial a los proyectos que IBM desarrolló en España en esa época de la mano de Fisac. Al que hemos mencionado primero, la sede central de la empresa en nuestro país, ubicada finalmente en el número 4 del Paseo de la Castellana y a nuestro caso de estudio, el Centro de Cálculo universitario. El encargo directo de IBM para su sede central consistía en proyectar una edificación de nueva planta destinada a las oficinas españolas, que operara también como *showroom* de los dispositivos comerciales de cálculo vendidos por IBM y, para ello, se debía proponer un espacio lo más diáfano posible (Arqués Soler, 1996, 222), especialmente en el nivel en contacto con la calle. De esta forma, la sede española de la empresa contaba con una planta baja y una entreplanta diáfanas, con grandes ventanales de vidrio transparentes, que dejaban a la vista su interior e invitaban a traspasar el límite físico, recorrer y habitar el gran escaparate [Fig.G_3.4.b_24, Fig.G_3.4.a_25].

Como contaba Miguel Fisac, el zócalo de las oficinas de IBM en España debía ser un zócalo acristalado que mostrara al peatón los primeros computadores en funcionamiento (Fernández-Galiano, 2003, 84) [Fig.G_3.4.b_25].

Cabría destacar aquí que una de las condiciones que hizo que estas dos piezas arquitectónicas construidas por IBM en España tuvieran un carácter tan diferente al resto de las sedes europeas de la compañía, especialmente el CCUM, lugar y espacio avanzado de encuentro e intercambio de información fue su relación con desarrollos artísticos que exploraban las posibilidades de la computación en relación a la creación, en una serie de intercambios transdisciplinarios entre saberes como la arquitectura, el arte, la música, la lingüística y la informática, entre otros. Todo ello justo en el mismo momento en el que en ciertos lugares del planeta estaban emergiendo los primeros proyectos de arte computacional (la conferencia *Architecture and the Computer*, en Boston, en diciembre de 1964 o la exposición *Cybernetic Serendipity*, en Londres, inaugurada el 2 de agosto de 1968, por ejemplo), como si España no hubiera estado inmersa en un aislamiento científico, social y cultural a causa de la dictadura franquista.

Un acuerdo para construir la primera arquitectura de la computación ad hoc en España.

Como se explica en el libro *El Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1968-1973): ciencia, arte y creación computacional*, en nuestro país IBM no era una sucursal de la central de la empresa en Nueva York, como sí ocurría en otros países europeos. IBM en España (IBM S.A.E., International Business Machines Sociedad Anónima Española) era una compañía de la familia Asúa, una empresa familiar, radicada, totalmente autóctona y en cierta medida autónoma, que representaba a la marca estadounidense en nuestro país. Fue así como las decisiones y el desarrollo de las estrategias comerciales fueron distintas en España (López, Aramis & Munárriz, 2021, 37).

Otro punto clave y diferenciador que caracterizó especialmente el singular caso del DA/DC español venía determinado por una de las condiciones que contenía el citado acuerdo de IBM con España. Éste incorporaba, además de lo anteriormente citado, una cláusula en la que IBM España debía dotar anualmente al Centro con cierta cantidad de dinero para becas de investigación (inicialmente la cifra se fijó en tres millones de pesetas por año, en total, quince millones para los cinco años de duración del acuerdo) (López, Aramis & Munárriz, 2021, 28-29), cuyo fondo era gestionado por el Patronato del Centro, compuesto por el Rector de la Universidad de Madrid, el presidente de IBM (Fernando de Asúa) y varios catedráticos³⁴.

³⁴ Para saber más sobre el contenido del convenio firmado entre IBM España y las instituciones españolas puede verse el apartado «2.3.3. Apoyo a la investigación universitaria» (López, Aramis & Munárriz, 2021, 49-50).

3.4.2. CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (CCUM). MIGUEL FISAC SERNA

·G_3.4.a_22·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN GENERAL DEL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID, JUSTO CUANDO SE ESTABAN TERMINANDO LAS OBRAS DE LA CARCASA DEL SOPORTE FÍSICO DEL DISPOSITIVO TECNOLÓGICO. TODAVÍA NO SE HABÍA TRASLADADO LOS COMPONENTES DE IBM. LA FOTOGRAFÍA FUE TOMADA EL 30 DE ENERO DE 1968, Y ESTA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN SE INAUGURÓ OFICIALMENTE EL 7 DE MARZO DE 1969. FOTÓGRAFO: MARÍN SANTOS YUBERO. CORTESÍA DEL ARCHIVO REGIONAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID (ID: 0025536).

·G_3.4.b_22·

Esa financiación dentro del acuerdo fue clave para la consecución de los encuentros interdisciplinares que se sucedieron en el interior del DA/DC, así como para la incorporación al CCUM de individuos-usuarios-habitantes-seres vivientes con perfiles de campos muy dispares como beneficiarios de esas becas de investigación y formación. Algunos de sus becarios en 1968 fueron, por ejemplo, los pintores, escultores y artistas conceptuales españoles Manuel Barbadillo (Cazalla de la Sierra) o José María Yturralde (Cuenca), entre otros.

El presupuesto del acuerdo, incluido en la carta con fecha del 28 de octubre de 1965, distribuía las aportaciones que ambos organismos iban a hacer en cinco años para poner en marcha el CCUM de la siguiente manera (López, Aramis & Munárriz, 2021, 29):

- Aportación de IBM durante cinco años:
 - Equipo informático: 192 millones de pesetas³⁵.
 - Becas para formación: 3 millones de pesetas con un total de 15 millones en cinco años.
 - Aportación extraordinaria del primer año: 600.000 pesetas.
 - El descuento del 20% en el mantenimiento: 550.000 pesetas, 2,75 millones en cinco años³⁶.
 - Cesión de cuatro técnicos: 9,6 millones de pesetas³⁷.
 - **TOTAL IBM: 218 millones de pesetas inicialmente, 219.950.000 pesetas corregido al final³⁸ (aproximadamente 84% del total).**
- Aportación de la Universidad de Madrid:
 - Construcción de la carcasa del soporte físico del edificio: 8 millones de pesetas³⁹.
 - Instalación del equipo de refrigeración: 1 millón de pesetas.
 - Consumibles (cintas magnéticas, tarjetas perforadas): 5.800.000 millones de pesetas.
 - Coste del personal (15 personas inicialmente): 15 millones de pesetas⁴⁰.

³⁵ El cambio de moneda en 1965 establecía que un dólar equivalía aproximadamente a sesenta pesetas. Si el equipo de IBM 7090 *nuevo* tenía un coste de casi tres millones de dólares, de ahí se obtiene la cifra en pesetas en ese momento. Esta cifra no era cierta ya que el IBM 7090 cedido no era nuevo y seguramente ya estaba más que amortizado al haber sido utilizado en el CERN de Ginebra y en la Universidad de Heidelberg previamente.

³⁶ Cifra corregida en una carta posterior, ya que en el presupuesto inicial sólo se contempló el descuento aplicado al primer año del acuerdo.

³⁷ Entre los cuales se encontraba Mario Fernández Barberá.

³⁸ Cifra final corregida en una carta posterior al incluir los cuatro años de descuento que faltaban en el primer presupuesto.

³⁹ Fisac había presupuestado en la memoria de su anteproyecto que el dispositivo costaría en torno a los 12 millones de pesetas, dos meses después de este acuerdo, tres millones más de lo originalmente contemplado en el mismo, si tenemos en cuenta que la partida de climatización de 1 millón de pesetas se había contemplado aparte en este primer borrador entre los dos organismos.

⁴⁰ Con Florentino Briones como director y las otras 14 personas que él mismo había estimado en sus notas fechadas del 4 de enero de 1966 para configurar el equipo humano del CCUM en su periodo inicial, hasta alcanzar las ocho horas diarias de trabajo del IBM 7090 (18 personas en total, 15 pagadas por la universidad y 4 por IBM). Este equipo estaría compuesto por 1 director, 7 programadores, 3 operadores, 3 perforistas, 1 secretaria y 4 técnicos de sistemas (los pagados por IBM). Nótese que en las primeras notas de Briones no se contemplaba la figura de un subdirector en el centro, puesto que luego recayó en Ernesto García Camarero, escogido y propuesto por Briones. Cuando el CCUM empezó su actividad informalmente en 1968 (el centro se inauguró oficialmente el 7 de marzo de 1969 y ya llevaba un año en funcionamiento) su equipo estuvo formado por 24 personas, todas dependientes de la Universidad de Madrid. El personal se repartió de la siguiente manera: 1 director, 1 subdirector, 7 analistas, 7 operadores, 1 jefe de operadores, 3 perforistas, 3 secretarías y 1 administrador (como rezan los registros de personal del CCUM del Archivo de la Universidad Complutense de Madrid (Fuente: Personal CCUM, acceso el 26 de febrero de 2021 desde: <https://biblioteca.ucm.es/data/cont/media/www/pag-120280//Personal%20CCUM.pdf>). De esas veinticuatro personas, diez era mujeres lo que suponía un 42% de la plantilla, casi paridad.

·T_217·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

¿CÓMO ACABÓ MIGUEL FISAC PROYECTANDO EL PRIMER DA/DC *AD HOC* EN ESPAÑA?

·G_3.4.a_23·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN EN UN ESCAPARATE DEL COMPUTADOR IBM 7090 DATA PROCESSING SYSTEM. CA. 1958. CORTESÍA DE GWEN BELL Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102646612).

·G_3.4.b_23·

- **TOTAL Universidad de Madrid: 40,8 millones de pesetas (aproximadamente 16% del total).**

• **Total ambas instituciones: 260.750.000 pesetas**

Como veremos luego, el presupuesto de ejecución material del soporte físico de este DA/DC fue menor, encogió con respecto a las previsiones iniciales, aunque la parte destinada a la climatización y el acondicionamiento del aire principalmente focalizada a dar servicio a los componentes tecnológicos del mismo, fue considerablemente mayor al millón de pesetas.

Según cuenta Miguel Fisac en una entrevista, fue el presidente de IBM en España, Fernando de Asúa Sejournat, quien entró en contacto con su estudio y le encargó en primer lugar la valoración de varios solares disponibles para proyectar la sede de IBM en Madrid, tras estudiar una lista de posibles arquitectos españoles que pudieran llevar a cabo dicho proyecto⁴¹. Fue entonces cuando en abril de 1965 Fisac comenzó su relación laboral con IBM España, realizando primero el informe técnico antes citado para el desarrollo de las oficinas de la compañía en el centro de la capital. Los dos proyectos que IBM estaba empezando a llevar a cabo en nuestro país parece ser que se fueron proyectando en paralelo en la oficina de Fisac, como demuestra la correlación de fechas de los diversos documentos elaborados para ambos proyectos y la documentación intercambiada entre las dos cajas de proyectos en su estudio⁴², existente en el archivo histórico del estudio de Miguel Fisac custodiado en la fundación que lleva su nombre⁴³.

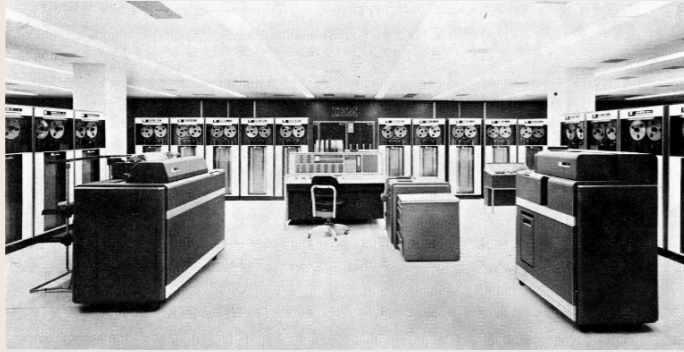
⁴¹ Según contaba Fisac, la promotora FINCOSA (Financiera e Inmobiliaria Internacional, Sociedad Anónima) -con la construcción de ENTRECANALES y TAVORA S.A.-, les estaba ofreciendo a IBM S.A.E. (International Business Machines Sociedad Anónima Española) una parcela (solar 4) con un proyecto asociado, diseñado por otro arquitecto español, otro Miguel, Miguel de Oriol e Ybarra (autor de la Torre Europa en AZCA (1974-1985). En el solar 4, correspondiente al del Paseo de la Castellana número 4, junto a la plaza de Colón, ya se habían comenzado las obras con algunas excavaciones. El proyecto para el solar 4 (no redactado por el recién contratado Fisac) se había descartado en su totalidad desde la central estadounidense porque proponía una fachada al oeste completamente acristalada que no se protegía del sol de poniente de Madrid (Fernández-Galiano, 2003, 84). IBM ya había tenido muy malas experiencias con una solución arquitectónica similar en varias de sus sedes con fachadas acristaladas a poniente, llevadas a cabo por Eero Saarinen (seguramente la IBM Manufacturing and Administrative Center, Rochester, Minnesota; 1956-1958 y el Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, Nueva York; 1961), arquitecto para llevar a cabo estas sedes, sugerido por Eliot Noyes y seleccionado junto con Walter Gropius, que solía ser uno de los componentes de las comisiones encargadas de escoger a los arquitectos de los proyectos desarrollados por IBM. Saarinen había ya aplicado los preceptos de la estrategia de diseño recién estrenada de Noyes. Tras estas experiencias y con el descarte del primer proyecto para el solar de Castellana, Estados Unidos solicitó a Asúa la elaboración de una lista de posibles arquitectos que pudieran acometer el proyecto. Tras visitar lo que esos arquitectos habían hecho, le seleccionaron a él para realizar los informes o *due diligences* de los posibles solares y los dos palacetes que IBM estaba valorando para ubicar finalmente su sede (Fernández-Galiano, 2003, 85). A pesar de la independencia con la que contaba IBM España de la sede de Nueva York de la empresa, fueron los que vetaron el proyecto de Miguel de Oriol e Ybarra. También la elección de Miguel Fisac para proyectar la sede de IBM en España pudo no darse ya que existían precedentes en la empresa en los que Eliot Noyes había desdeñado la lista de arquitectos locales para llevar a cabo una sede en suelo europeo y se había decantado por un arquitecto de su confianza, ejerciendo en Estados Unidos. Fue este el caso del IBM Francia cuando para proyectar el Research Center of IBM (1961) en ese país, Eliot Noyes no escogió a ninguno de los arquitectos franceses que le había presentado la delegación francesa de la compañía y designó a Marcel Breuer para elaborar el proyecto y llevarlo a cabo.

⁴² Existía documentación relativa a las oficinas de IBM en el Paseo de la Castellana (proyecto n.º. 233) que estaba archivada en las cajas del proyecto del CCUM (proyecto n.º. 223) como los planos estructurales de los pórticos y nudos metálicos de la planta ático. E igualmente ocurría al revés, por ejemplo, croquis, documentación relativa a las patentes de las vigas-hueso y varias fotografías del interior del dispositivo tecnológico arquitectónico / computacional del Centro de Cálculo estaban archivadas en las carpetas del proyecto de ejecución de las oficinas. De hecho, algunas de estas fotos se han publicado y rotulado como parte de la documentación correspondiente a la sede de IBM en Castellana, siendo imágenes correspondientes al proyecto construido del CCUM. Véase el AV Monografías 101 (2003) *Miguel Fisac*, página 86.

⁴³ La doctoranda visitó el archivo documental de la Fundación Fisac el 14 de julio de 2021 (cuando el Colegio y la Fundación reabrió para visitas externas y se levantaron parte de las restricciones sobrevenidas a causa de la pandemia de la covid-19). Está ubicada en la demarcación de Ciudad Real del Colegio Oficial de Arquitectos de Castilla-La Mancha (Colegio de Arquitectos de Ciudad Real), presidida por el arquitecto Diego Peris Sánchez, junto con el también arquitecto Javier Navarro Gallego, como secretario. Esta doctoranda quiere agradecer toda la ayuda prestada por ambos y por el

·T_218·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IBM 1401 Data Processing System

ARRIBA: IMAGEN DEL IBM 7090 DATA PROCESSING SYSTEM DEL MANUAL DE REFERENCIA DEL EQUIPO 22-6528-4, P. 6, MARZO DE 1962. FUENTE: CONSULTADO A TRAVÉS DE LA DOCUMENTACIÓN CONSERVADA EN LA WEB BITSAVERS.ORG. ACCESO EL 22 DE FEBRERO DE 2022 DESDE: [HTTPS://BITSAVERS.ORG/PDF/IBM/7090/22-6528-4_7090MANUAL.PDF](https://bitsavers.org/pdf/ibm/7090/22-6528-4_7090MANUAL.PDF). ABAJO: IMAGEN PUBLICITARIA DEL IBM 1401 DATA PROCESSING SYSTEM. CA. 1959. CORTESÍA DE GWEN BELL Y DEL COMPUTER HISTORY MUSEUM (ID: 102649695).

·G_3.4.a_24·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN NOCTURNA DE LA SEDE DE IBM ESPAÑA EN EL PASEO DE LA CASTELLANA, 4, MADRID, ESPAÑA. PLANTA BAJA Y ENTREPLANTA DIÁFANA REPLETA DE LOS DISPOSITIVOS PRODUCIDOS POR IBM. OBSÉRVESE LA DISOLUCIÓN DE LÍMITES DE LA EDIFICACIÓN AL DESPLAZAR Y RETRANQUEAR LOS PILARES ESTRUCTURALES CON RESPECTO A LOS PLANOS DE LAS TRES FACHADAS PRINCIPALES DE LA PLANTA RECTANGULAR DEL PROYECTO. PROYECTO DE EDIFICIO COMERCIAL EN EL PASEO DE LA CASTELLANA C/V A HERMOSILLA, PROPIEDAD DE FINCOSA (1965-1966-1969) (PROYECTO CAJA 233). MIGUEL FISAC SERNA. CORTESÍA DEL ARCHIVO DE LA FUNDACIÓN FISAC, CIUDAD REAL (ID: IMG463).

·G_3.4.b_24·

Mientras se desarrollaba la compra del solar para construir la sede central de la empresa en España, primer encargo en firme de IBM a Fisac, se gestó el acuerdo de cesión de DC al estado español. Probablemente fueron Bujosa y Fernández Barberá, trabajadores de IBM por aquel entonces y encargados de ambos proyectos en la empresa, los que propusieron también el nombre de Miguel Fisac para llevar a cabo el CCUM. De esta manera, desarrollar ambos proyectos a la vez, reduciendo el número de agentes en la ecuación interlocutando con un solo arquitecto para ambos proyectos. Cuando el proceso de uno de los proyectos se paraba momentáneamente, Fisac trabajaba en el otro y viceversa. Y aunque el primero que arrancó formalmente en la oficina fue la sede de Castellana en abril de 1965, el proyecto del Centro de Cálculo fue el que se desarrolló con mayor celeridad (también porque era un proyecto de menor entidad). Es así como, seguramente, el anteproyecto del primer DA/DC de nueva planta en España, se desarrolló en el otoño de 1965, presumiblemente durante los meses de noviembre y diciembre de ese año (se recuerda que el acuerdo formal para la construcción del primer dispositivo tecnológico computacional *ad hoc* en España se estaba gestando con el intercambio de cartas en durante el mes de octubre de 1965). Fisac ya había proyectado y construido otras edificaciones tecnológicas e industriales hasta la fecha, como por ejemplo la Factoría para Colomer Munmany en Vich, Barcelona (1961)⁴⁴, la sede social de Bioter en Alcalá de Henares (1964) y sus almacenes (1965) y estaba empezando a desarrollar los laboratorios Jorba en Madrid (1965), pero no tenía ninguna experiencia con los dispositivos tecnológicos computacionales. En ese momento se produjo una relación transdisciplinar seguramente bidireccional para proyectar el soporte físico de esta primera arquitectura de la computación en España. Durante el invierno de 1965 el ingeniero informático-cliente Andrés Bujosa de IBM estuvo asesorando al arquitecto Miguel Fisac en sus tanteos, como demuestra la anotación «Sr. Bujosa» sobre los primeros croquis de la planta baja de la propuesta y las múltiples correcciones en medidas, ubicaciones y anotaciones a lápiz y rotuladores de colores que se observan en los tanteos a mano que se conservan en la Fundación Fisac [Fig.G_3.4.a_27].

Este intercambio bidireccional, cuyo principal objetivo no era otro que el buen desarrollo del proyecto del Centro de Cálculo, se dio desde el inicio del mismo, puesto que Bujosa corregía las plantas que Fisac le debía ir enseñando, seguramente en sus encuentros y reuniones durante la evolución de las gestiones para llevar a cabo la adquisición del solar definitivo para ubicar el otro proyecto de la empresa, su sede central en Castellana.

Este hecho parece que se constató también cuando Florentino Briones se sorprendió por la precisión y el acierto alcanzado por el anteproyecto desarrollado por Miguel Fisac en relación a los requerimientos espaciales, arquitectónicos y tecnológicos que debía tener el Centro

equipo de la fundación y, en especial, a Diego Peris, su presidente, por compartir su tiempo y conocimiento al contestar a todas mis preguntas y dudas, por trasladarme en su coche y por los libros sobre la obra de Miguel Fisac que me regaló y que han servido para profundizar más en la obra de este arquitecto español.

⁴⁴ Relación que fructificó posteriormente con la fundación de la empresa HUECO S.A. (1967-1971) para el desarrollo y la producción de las patentes de las piezas y vigas-hueso huecas postesadas (Fernández-Galiano, 2003, 7, 60). La empresa se fundó entre ambos, arquitecto y cliente: Miguel Fisac y Andreu Colomer Munmany, presidente de la compañía Colomer Munmany, que se dedicaba a curtir cueros, con la involucración del ingeniero Carlos Barredo, de Procedimientos Barredo y Construcciones Barredo. Fue un intento finalmente fallido para comercializar las invenciones desarrolladas por el equipo, implementadas en muchas obras del primero. Una de las primeras obras en las que Fisac utilizó estas piezas hueso fue en las propias fábricas que el arquitecto construyó para la compañía en Vich (1961, 1968), posteriormente también en la de Montmeló (1968), además de su puesta en obra en la nave del conocido edificio para el Centro de Estudios Hidrográficos, en Madrid (1960-1963). Esas primeras piezas eran pretensadas por adherencia y las producía otra empresa, PEIRO S.A. Como no podía ser de otra manera, en medio de este proceso de investigación para encontrar piezas prefabricadas multifuncionales, las piezas que más tarde fueron producidas y comercializadas por HUECO S.A., también se utilizaron en los proyectos desarrollados para IBM, pero las correspondientes a los modelos de utilidad presentados por Vicente Peiró (piezas denominadas «Valladolid» (CCUM) y «Búmeran» (Oficinas de IBM). Configuraron e imprimieron un carácter y una estética específica e inconfundible a la cubierta de la carcasa del CCUM y a las tres fachadas principales de las oficinas del Paseo de la Castellana. Para leer más sobre las piezas hueso de Miguel Fisac y su evolución puede leerse la tesis doctoral «Los Huesos de Fisac: La búsqueda de la pieza ideal» (González Blanco, 2009).

·T_219·

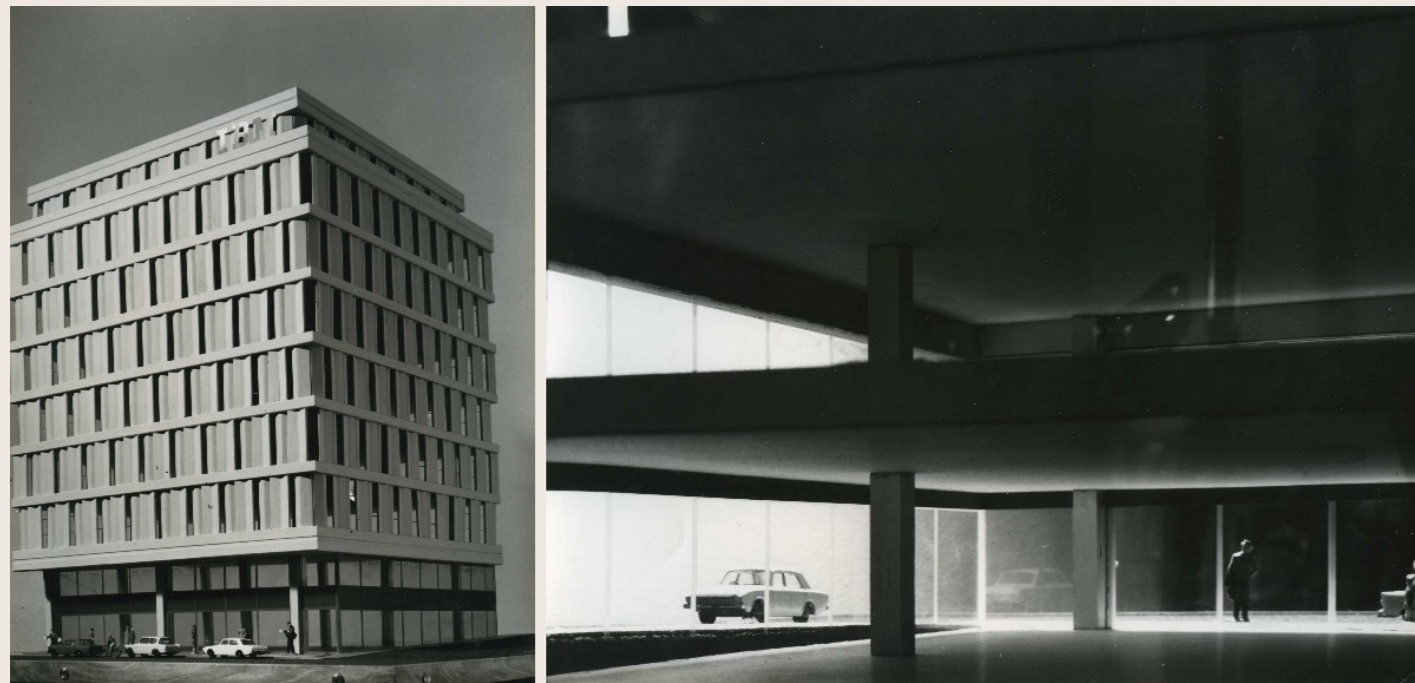
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN DE DETALLE DE LA ESQUINA DE LA PLANTA BAJA EN CONTACTO CON LA CALLE DE LA SEDE DE IBM ESPAÑA EN EL PASEO DE LA CASTELLANA, 4, MADRID, ESPAÑA. PLANTA BAJA, COMPLETAMENTE ACRISTALADA, TRANSPARENTE QUE DEJABA VER CLARAMENTE SU INTERIOR E INVITABA A ENTRAR Y RECORRER EL ESPACIO REPLETO DE LOS DISPOSITIVOS PRODUCIDOS POR IBM. OBSÉRVESE LA DISOLUCIÓN DE LAS ESQUINAS AL DESPLAZAR LOS PILARES ESTRUCTURALES DE LOS VÉRTICES DE LA PLANTA RECTANGULAR DEL PROYECTO. PROYECTO DE EDIFICIO COMERCIAL EN EL PASEO DE LA CASTELLANA C/V A HERMOSILLA, PROPIEDAD DE FINCOSA (1965-1966-1969) (PROYECTO CAJA 233). MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO DE LA FUNDACIÓN FISAC, CIUDAD REAL (ID: IMG473).

·G_3.4.a_25·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMÁGENES DE LA MAQUETA DE LA CARCASA EXTERIOR DEL EDIFICIO DE OFICINAS DE IBM EN EL PASEO DE LA CASTELLANA, 4 EN MADRID CON EL ZÓCALO COMPLETAMENTE ACRISTALADO EN LA PARTE INFERIOR DE LA ENVOLVENTE, A LA VISTA DE LOS PEATONES, FRENTE AL HERMETISMO Y OPACIDAD DE LA FACHADA DE LAS PLANTAS SUPERIORES. NÓTESE QUE EN LA MAQUETA SE MATERIALIZA PRINCIPALMENTE LA CARCASA EXTERIOR DE LA PROPUESTA Y SE UTILIZÓ PARA HACER ESTUDIOS SOBRE SOLEAMIENTO EN LA FACHADA. CA. 1967. PROYECTO DE EDIFICIO COMERCIAL EN EL PASEO DE LA CASTELLANA C/V A HERMOSILLA, PROPIEDAD DE FINCOSA (1965-1966-1969) (PROYECTO CAJA 233). MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO DE LA FUNDACIÓN FISAC, CIUDAD REAL (ID: IMG482, IMG481).

·G_3.4.b_25·

para contener un IBM 7090⁴⁵. Uno de los hechos que más sorprendió a Briones fue que dicho anteproyecto contuviera plantas y planos técnicos muy ajustados a las necesidades por él descritas y entregadas al rector sólo dieciséis días antes (del 4 de enero al 20 de enero de 1966). Briones estaba enormemente asombrado por su coincidencia y adecuación arquitectónica ya que ambas propuestas se ajustaban entre sí como un guante.

Según cuenta Briones en la entrevista recogida en esta tesis, él había estado preparando la memoria y las notas con su propuesta para un posible centro de cálculo universitario equipado con un computador IBM 7090 y una calculadora IBM 1401 durante las navidades de 1965 a 1966, momento en el que había viajado a España desde Ispra (Italia) para pasar las vacaciones de Navidad. Todo ello en base al conocimiento y experiencia que atesoraba gracias a su trabajo, hasta ese momento, en el Centro Europeo de Tratamiento de la Información Científica, que el Servicio de Cálculo principal del Eurotom y el Mercado Común tenían en Ispra (Italia) [Fig.G_3.4.b_27], donde trabajaban 98 personas.

Durante su estancia en España se produjo un encuentro en diciembre de 1965 con su amigo íntimo por aquel entonces, Andrés Bujosa, en donde éste último le ofrecía ser el candidato a primer director del futuro centro de cálculo, propuesto por IBM España al rector de la Universidad de Madrid. Sus notas fueron remitidas al rector el 4 de enero de 1966 y aprobadas el 13 de enero de 1966 (Briones Martínez, 2012, 25). Fisac por su parte elaboró su anteproyecto durante los meses de diciembre y enero de 1966, y fue presentado al rector de la Universidad de Madrid, Enrique Gutiérrez Ríos, en algún momento entre el 13 de enero y el 20 de enero de 1966, fecha final en la que fue aprobado por el mismo, cuando además le encargó oficialmente la elaboración del proyecto definitivo a Fisac. Así lo atestigua el documento firmado por el rector con salida del Registro General de la Universidad de Madrid con fecha 21 de enero de 1966 (Nº. 3-166-6440) [Fig.G_3.4.a_28].

Briones nunca había coincidido con Fisac ni había mantenido contacto alguno con él durante esos meses de invierno de 1965, pero la coincidencia y sintonía entre los dos proyectos, como hemos visto, era patente. Posiblemente todo ello fue debido a las transferencias bidireccionales que presumiblemente se produjeron entre Miguel Fisac y Andrés Bujosa, a quien Briones también había enviado una copia del dossier con su propuesta funcional antes de remitirlo el 4 de enero de 1966 al rector, como explica Briones en la entrevista concedida a esta doctoranda. Seguramente Bujosa le hizo llegar dicha copia a Fisac para que, durante enero de 1966, éste elaborara su anteproyecto ajustándose lo máximo a las premisas y necesidades funcionales recogidas por Briones en su memoria (a modo de *briefing* o programa del encargo). También cabría destacar que Andrés Bujosa Roger y Mario Fernández Barberá desde IBM España (como coordinadores y personas de confianza de la división española de IBM, desempeñando funciones ejecutivas para alcanzar la consecución del acuerdo con el estado español y la Universidad de Madrid y, posteriormente, en la puesta en marcha del CCUM) que propusieron al rector de la Universidad de Madrid a las dos personas encargadas de poner en pie el primer soporte físico de la computación en España (Briones y Fisac), debían ser los primeros interesados en mostrar una imagen de coordinación y alineamiento perfectos entre ambos proyectos ante su futuro posible cliente, la universidad. Bujosa y, posiblemente, Fernández Barberá, hicieron de mediadores y enlace entre las dos disciplinas, la arquitectura y la computación y entre estos dos agentes, Fisac y Briones (aunque al menos uno de ellos, este último, no era consciente en ese momento de esta conexión estrecha entre sus propuestas).

Como indican López y Munárriz, era muy destacable la sintonía entre las necesidades funcionales descritas por Briones en sus *notas* y la propuesta arquitectónica del soporte físico propuesto por Fisac en su anteproyecto. Según estos autores, esto podía inferirse a que fue desde la compañía IBM desde donde se ajustaron los términos de ambos proyectos y desde donde se impulsó la presentación de los mismos al rectorado de la universidad (López, Aramis &

⁴⁵ Véase la entrevista con Florentino Briones en el Anexo 8.1 al final de este trabajo doctoral.

·T_220·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

PRESUPUESTO SOPORTE FÍSICO CCUM

- **APORTACIÓN DE IBM DURANTE CINCO AÑOS:**
 - EQUIPO INFORMÁTICO: 192 MILLONES DE PESETAS*.
 - BECAS PARA FORMACIÓN: 3 MILLONES DE PESETAS CON UN TOTAL DE 15 MILLONES EN CINCO AÑOS.
 - APORTACIÓN EXTRAORDINARIA DEL PRIMER AÑO: 600.000 PESETAS.
 - EL DESCUENTO DEL 20% EN EL MANTENIMIENTO: 550.000 PESETAS, 2,75 MILLONES EN CINCO AÑOS*.
 - CESIÓN DE CUATRO TÉCNICOS: 9,6 MILLONES DE PESETAS*.
 - TOTAL IBM: 218 MILLONES DE PESETAS INICIALMENTE, 219.950.000 MILLONES DE PESETAS CORREGIDO AL FINAL* (APROXIMADAMENTE 84% DEL TOTAL).

·G_3.4.a_26·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

PRESUPUESTO SOPORTE FÍSICO CCUM

- **APORTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID:**
 - CONSTRUCCIÓN DE LA CARGASA DEL SOPORTE FÍSICO DEL EDIFICIO: 8 MILLONES DE PESETAS (EN EL ANTEPROYECTO MIGUEL FISAC HABÍA PREVISTO 12 MILLONES DE PESETAS).
 - INSTALACIÓN DEL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN: 1 MILLÓN DE PESETAS.
 - CONSUMIBLES (CINTAS MAGNÉTICAS, TARJETAS PERFORADAS): 5.800.000 MILLONES DE PESETAS.
 - COSTE DEL PERSONAL (15 PERSONAS INICIALMENTE): 15 MILLONES DE PESETAS*.
 - TOTAL UNIVERSIDAD DE MADRID: 40,8 MILLONES DE PESETAS (APROXIMADAMENTE 16% DEL TOTAL).

• **TOTAL AMBAS INSTITUCIONES: 260.750.000 PESETAS**

·G_3.4.b_26·

Munárriz, 2021, 32).

Para Briones el primer DA/DC en España debía tener como mínimo una superficie mayor de 1.500 m² (1.584 m² en el informe de Briones)⁴⁶ [Fig.G_3.4.b_28], solo correspondiente a las actividades destinadas al cálculo, a la que habría que sumarle los espacios e instalaciones necesarios para desarrollar otro tipo de tareas (como las destinadas a la información, la enseñanza y la investigación), todo ello para dar cabida a 19 personas, futuros habitantes-usuarios-seres vivientes de esa primera arquitectura de la computación. Todo ello en base a su conocimiento de las instalaciones de Ispra en las que trabajaban 98 personas.

El anteproyecto del CCUM (enero de 1966).

El anteproyecto de Miguel Fisac, al que Briones no conocía de antemano, dio en el clavo.

Por un lado, el anteproyecto tenía unas dimensiones muy similares a las que Briones, como posible futuro primer director del Centro, apuntaba en sus notas, alcanzando los 2.000 m² desplegados en tres plantas: sótano, planta baja, planta primera y una cubierta no transitable (1.968,35 m² en la memoria del anteproyecto de Fisac, distribuidos así: sótano: 619,4 m² + planta baja: 614,51 m² + planta superior: 734,44 m²)⁴⁷ [Fig.G_3.4.a_29]. Como bien apuntaba Diego Peris, la propuesta debía de ser un contenedor para una unidad de cálculo con los procesadores de datos que existían en ese momento y que requerían de una gran superficie (Peris Sánchez, 2015, 70).

Por otro lado, la documentación gráfica elaborada por Fisac, previa a la redacción del anteproyecto (plantas, alzados y secciones), denominada «Centro Universitario de Cálculo Electrónico IBM en la Ciudad Universitaria de Madrid», sobre todo la correspondiente a la planta baja, era muy similar a la disposición en planta del DC/DA IBM 7090/IBM 1401 que, finalmente, formó parte del centro. A la vista de esta investigación parece que esta planta localizada en el archivo de la Fundación Fisac y fechada como «año 1965» es muy probable que fuera realizada por Miguel Fisac y su estudio a posteriori y, por lo tanto, no formara parte de los documentos técnicos elaborados antes del anteproyecto [Fig.G_3.4.b_29]⁴⁸.

La disposición en planta de algunos de los componentes discretos del DC en los primeros supuestos tanteos de planta baja realizados por Fisac, presumiblemente en noviembre o diciembre de 1965 (rotuladas sólo como «año 1965»), eran exactamente iguales a la disposición y distribución dibujada en planta en un esquema que elaboró Florentino Briones posteriormente, probablemente cuando ya volvió a nuestro país desde Ispra en marzo de 1967 para trabajar de lleno en la puesta en marcha del CCUM [Fig.G_3.4.a_30].

Briones tenía y conocía bien la combinación del IBM7090/IBM1401 a través de su trabajo en Ispra. El esquema en planta mostraba la descripción somera de algunos de sus componentes discretos y su codificación (unidad central 1401, memoria auxiliar de 1401, impresora rápida, lectora/perforadora, memoria de núcleos, multiplexor, unidad de control, unidad aritmética, canal de datos: B, canal de datos: A, control de energía, convertidor de energía, unidades de cintas, consola principal, consola canal B, consola canal A, impresora y lectora).

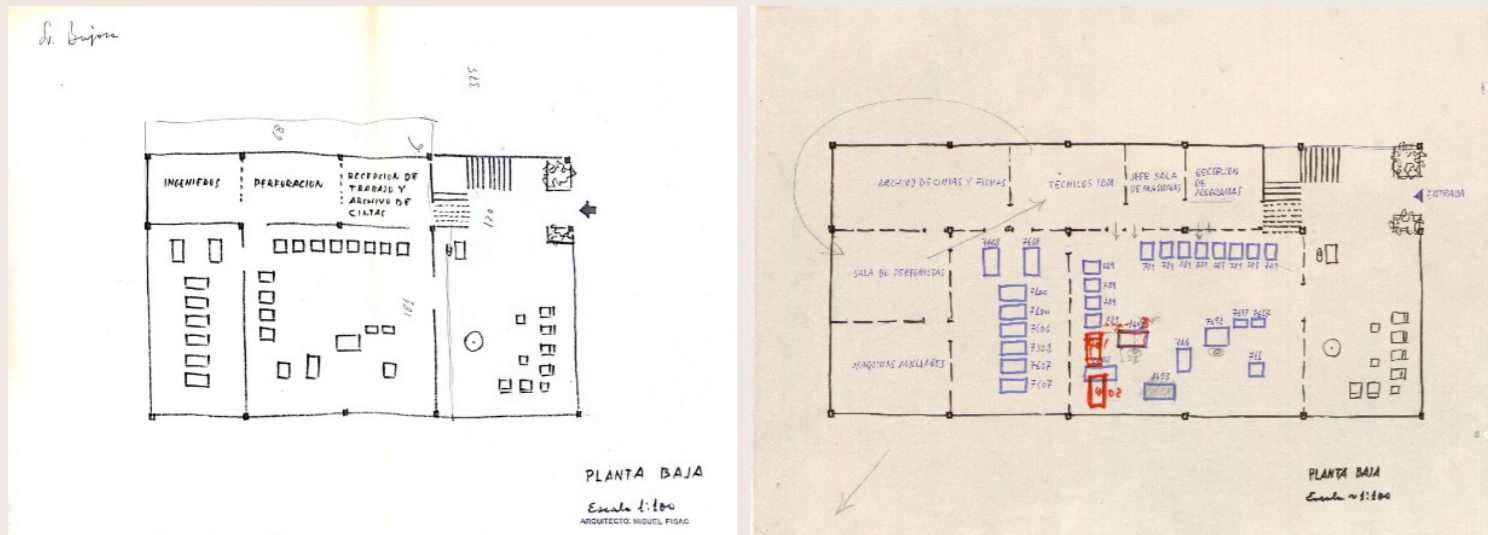
El único documento técnico en el que esta disposición se adecuó a lo que finalmente se

⁴⁶ Material cedido por Briones para esta investigación, correspondiente a su archivo personal.

⁴⁷ Datos correspondientes a la memoria del anteproyecto presentado por Miguel Fisac, «Anteproyecto de Pabellón para Ordenador 7090 IBM en la Ciudad Universitaria de Madrid», material cedido por Briones para esta investigación, correspondiente a su archivo personal. Esta memoria no se encuentra en el archivo de la oficina de Miguel Fisac en la Fundación Fisac.

⁴⁸ La secuencia de planos técnicos correspondientes al caso de estudio CCUM, desplegada en este capítulo de la tesis, se sucede de forma cronológica para ir apreciando la evolución y modificaciones que sufrió el soporte físico de esta arquitectura de la computación.

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IZQUIERDA: CROQUIS DE PARTE DE LA PLANTA BAJA DEL CCUM EN LA QUE SE UBICAN LOS DISTINTOS ARTEFACTOS QUE COMPONÍAN PARTE DEL IBM 7090, CON LA ANOTACIÓN EN EL MARGEN SUPERIOR IZQUIERDO «SR. BUJOSA». CA. 1965. MATERIAL SIN PUBLICAR. CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (CAJA 223, PLANO 136). DERECHA: CROQUIS DE LA PLANTA BAJA DEL CCUM CON LA TRASLACIÓN DE LA UBICACIÓN DE ALGUNOS DE LOS COMPONENTES DEL IBM 7090 CON SU NUMERACIÓN, CORRECCIONES EN LÁPIZ Y ROTULADOR ROJO, Y CON SU RELACIÓN CON LOS DEMÁS ESPACIOS QUE COMPONDRÍAN EN ESTA PLANTA ESTA ARQUITECTURA DE LA COMPUTACIÓN. CROQUIS ARCHIVADO EN EL PROYECTO DE LAS OFICINAS DE IBM EN EL PASEO DE LA CASTELLANA, 4. CA. 1965. MATERIAL SIN PUBLICAR. CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ARCHIVADO EN LA CAJA 233, PLANO 138).

·G_3.4.a_27·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



LLEGADA DE PARTE DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS DEL IBM 7090 AL CENTRO EUROPEO DE TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA, SERVICIO DE CÁLCULO PRINCIPAL DEL EUROPEAN ATOMIC ENERGY COMMUNITY (EUROTOM). JOINT NUCLEAR RESEARCH CENTRE, MERCADO ECONÓMICO EUROPEO COMÚN (EUROPEAN ECONOMIC COMMUNITY, EEC). ISPRÁ (ITALIA). CA. 1961. FUENTE: EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE, NICHOLL, C., & WINTER, U. (2009). EN NICHOLL C., WINTER U. (EDS.), *JRC ISPRÁ: A 50 YEAR PICTORIAL HISTORY*. BRUSELAS: PUBLICATIONS OFFICE. [HTTPS://DATA.EUROPA.EU/DOI/10.2788/70110](https://data.europa.eu/doi/10.2788/70110), P.8. ACCESO EL 28 DE FEBRERO DE 2022 DESDE: [HTTPS://JOINT-RESEARCH-CENTRE.EC.EUROPA.EU/SYSTEM/FILES/2017-07/JRC_ISPRA_50_YEARS_HISTORY_EN.PDF](https://joint-research-centre.ec.europa.eu/system/files/2017-07/jrc_ispra_50_years_history_en.pdf).

·G_3.4.b_27·

construyó es esta planta fechada como «año 1965», por lo que todo parece apuntar a que fue dibujada posteriormente.

Según Briones, fue cuando él regresó a España en marzo de 1967 y empezó a colaborar y trabajar con Miguel Fisac, ya en persona, cuando le sugirió e impuso un cambio en la disposición de parte del equipo (las máquinas) en la sala de control o sala de máquinas para ganar en practicidad y usabilidad del equipo. Fisac siempre dibujaba parte de los componentes tecnológicos del IBM 7090/IBM1401 (los elementos de las distintas unidades centrales, de memoria, de control, etc.) de forma ortogonal y paralela a los paramentos de los cerramientos interiores del CCUM. Así aparece en todas las plantas elaboradas en las distintas fases del proyecto: primeros croquis revisados presumiblemente con Andrés Bujosa, anteproyecto, proyecto básico y proyecto de ejecución). Como explica Briones probablemente fue en el transcurso de las obras o cuando llegó parte del equipo IBM7090/IBM1401 a Madrid [Fig.G_3.4.b_30] cuando le corrigió a Fisac la disposición de estos elementos porque era mucho más práctico colocarlos configurando una media luna en planta, abrazando la consola principal.

Este cambio debía suponer una modificación en el diseño de parte de las instalaciones de acondicionamiento del aire, tanto la correspondiente a la distribución de los conductos de impulsión y extracción del suelo y del techo, así como la disposición de las rejillas bajo y sobre las máquinas (también en el suelo y el falso techo). Esta modificación de la instalación de climatización finalmente no se produjo, pero sí la disposición de parte de los componentes tecnológicos en la sala de control, adoptando esa superficie curva que se puede observar en todas las fotos de la sala de control construida, tan característica del CCUM [Fig.G_3.4.a_31].

La disposición en planta del esquema de Briones es fiel a la que finalmente se acabó construyendo. Esta distribución en media luna no aparecía descrita en ninguna parte del manual del IBM 7090 (A22-6528-4)⁴⁹, con lo que Fisac no pudo consultarla en ningún documento en el año 1965. Otro dato a tener en cuenta en la planta inicial («año 1965») de Fisac y que también delata su elaboración posterior era el hecho de que contenía elementos del proyecto finalmente construido descritos en el proyecto de ejecución de marzo de 1967, como las disposiciones en planta baja de estancias que fueron las que finalmente se materializaron, así como la escalinata de acceso que debió añadirse en el proyecto modificado, elaborado también de marzo de 1967, así como los shunts de instalaciones y el montapapeles que comunicaba la planta baja con la planta sótano (y según Briones, también con la primera planta). Además, en esa primera planta arquitectónica asociada al proyecto ya aparecían tipos de espacios y componentes propios de estas primeras arquitecturas de la computación: la sala de control o sala de máquinas (*control room*), interfaces como objetos y artefactos periféricos, y todo ello desplegado en una planta libre y diáfana. A la vista de toda la documentación técnica elaborada para este proyecto por Miguel Fisac y su estudio (incluida en las figuras a continuación), lo más probable es que esta planta se dibujara a posteriori de la fecha indicada en la cartela («año 1965»), seguramente cuando el proyecto ya se hubo concluido y entregado, puesto que está mucho más desarrollada que la que se proyectó solo un mes después, en enero de 1966, para formar parte de la documentación del anteproyecto que se presentó al rector, coincidiendo con lo finalmente ejecutado en el año 1967.

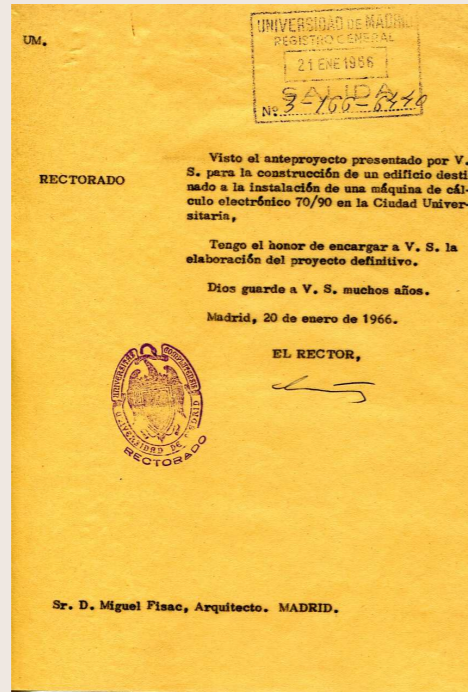
A pesar de todo ello a los ojos de Briones, parecía que Fisac tenía ya experiencia previa en el desarrollo de este tipo de proyectos tecnológicos, opinión que más tarde se comprobó algo equivocada (puesto que hubo de reforzar el equipamiento de la propuesta prevista en el proyecto de ejecución mediante un proyecto de modificaciones, en marzo de 1967, para asegurar el correcto funcionamiento del DC). Lo que Briones no sabía a ciencia cierta entonces era que Fisac estaba siendo asesorado, en esos momentos, por el informático de IBM Andrés Bujosa⁵⁰,

⁴⁹ Consultado a través de la documentación conservada en la web bitsavers.org. Acceso el 22 de febrero de 2022 desde: https://bitsavers.org/pdf/ibm/7090/22-6528-4_7090Manual.pdf.

⁵⁰ Hecho del que ha sido consciente más de cincuenta años más tarde, tras la entrevista concedida a la doctoranda tras el cotejo de la documentación y los croquis recopilados correspondientes al anteproyecto del CCUM mostrados a Florentino

·T_222·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



ESCRITO DEL REGISTRO GENERAL DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID CON FECHA EL 20 DE ENERO DE 1966, CON SALIDA EL 21 DE ENERO DE 1966, CON Nº. 3-166-6440, FIRMADO POR EL RECTOR DE DICHA UNIVERSIDAD ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS APROBANDO EL ANTEPROYECTO PRESENTADO POR MIGUEL FISAC SERNA Y HACIENDO EL ENCARGO FORMAL DEL PROYECTO DEFINITIVO. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO PERSONAL DE FLORENTINO BRIONES, PRIMER DIRECTOR DEL CCUM.

·G_3.4.a_28·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

6. - DIMENSIONES MÍNIMAS DEL CENTRO -	
Las dimensiones mínimas del Centro, suponiendo que éste sólo actúe como servicio de cálculo, deberían ser las siguientes:	
250 m ² - Sala máquinas	1.380 m ² - Suma anterior
40 " - Máquinas auxiliares	20 " - Reproducción de documentos
20 " - Recepción programas	1.320 m ²
200 " - Sala convertidor, distribución y aire acondicionado	264 " - 20% para corredores, lavabos, etc.
20 " - Jefe sala máquinas	1.584 m ²
150 " - Aula de conferencias	
100 " - Dos aulas para clases de 50 m ²	
50 " - Archivos fichas y cintas	
40 " - Despacho técnicos IBM (mantenimiento)	
40 " - Sala perforistas	
30 " - Biblioteca programas	
30 " - Biblioteca libros y revistas	
30 " - Despacho director	
30 " - Sala de reuniones (10 ó 12 personas)	
40 " - Despacho secretaria y sala de espera	
30 " - Despacho subdirector	
20 " - Despacho administrativo	
80 " - 2 despachos de 40 m ² para tres programadores	
40 " - Despacho técnicos de sistemas (IBM)	
60 " - 3 despachos de 20 m ² para gente de paso	
1.300 m ² Suma y sigue	

7. - PROPUESTA PARA LA PREPARACION DE LOS PROGRAMADORES.	
Dada la extrema urgencia de la preparación de los programadores, propongo que éstos sean contratados en el mínimo posible de tiempo y que sean enviados a Ispra (Italia) al Centro Europeo de Tratamiento de la Información Científica para que se preparen bajo la dirección del personal de este centro y del de la Biblioteca ENEA de Programas de Cálculo (dependiente del OCDE). Ya he planteado el problema, en sus líneas generales, a los responsables de ambos organismos y no hay ningún inconveniente para ello, con la ventaja sobre otros centros de que, además de existir allí una IBM 7090, al estar yo trabajando allí, su preparación tendría un control efectivo.	

PÁGINA 4 Y 5 CORRESPONDIENTES AL PUNTO «6. DIMENSIONES MÍNIMAS DEL CENTRO» DEL DOCUMENTO «NOTAS SOBRE EL CENTRO ESPAÑOL UNIVERSITARIO DE CÁLCULO» PARA PRESENTAR EL CCUM A TODAS LAS PARTES PARA LA FIRMA DEL CONTRATO EL 13 DE ENERO DE 1966. FLORENTINO BRIONES. 4 DE ENERO DE 1966. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO PERSONAL DE FLORENTINO BRIONES, PRIMER DIRECTOR DEL CCUM.

·G_3.4.b_28·

directamente.

Junto con esta planta *inicial*, Fisac produjo otros documentos técnicos antes de la presentación del anteproyecto. Se completaron con un plano de situación y un alzado general principal, el oeste [Fig.G_3.4.b_31], con una planta muy esquemática que mostraba la posición de parte de la estructura (los pilares y la disposición de vigas) y la proyección de los vuelos de la planta primera sobre la planta baja. Ni rastro de todos los demás elementos descritos en la planta *inicial*, tan ajustados al proyecto finalmente ejecutado.

Este plano muestra la primera ubicación y orientación del DA/DC en el paraninfo universitario. Originariamente la ubicación de la pieza de planta rectangular estuvo fijada al sur de la Facultad de Ciencias Físicas, en una parcela en esquina entre la Avenida Complutense y lo que hoy en día se conoce como la Plaza de las Ciencias. La orientación inicial de la pieza también era otra distinta a la que finalmente se construyó. El solar original era también rectangular, con sus lindes perpendiculares a la citada plaza y con sus lados más largos colocados paralelamente a la avenida, la vía más concurrida del complejo universitario. En los primeros tanteos de Fisac la edificación orientaba su lado largo paralelo al eje norte-sur, dando como resultado los alzados longitudinales este y oeste, estableciendo una correspondencia entre la ocupación en planta de la pieza con la geometría de las lindes de la parcela. Esta decisión generó por sí sola lo que podría considerarse como el alzado principal de la propuesta. De esta manera, estas primeras decisiones ya dotaban a la edificación de ese escaparate o *showroom* transparente en planta baja que contaba con un acceso secundario, junto a la zona más transitada de la zona, la de la Avenida Complutense, que demandaba la estrategia de *marketing* de IBM para todas sus arquitecturas tecnológicas (como la sede de IBM en España, como vimos). Según Florentino Briones la planta baja del CCUM era de vidrio transparente porque IBM quería propaganda, quería que todos los componentes tecnológicos del soporte físico del DC se vieran. Fue así como originalmente la fachada principal del centro daba al Paraninfo de la universidad para que todo el mundo que pasara en coche por la avenida lo viera⁵¹.

Los lados cortos del prisma rectangular ortogonal propuesto, completaban los alzados norte y sur. El norte se proyectó como un alzado ciego en planta baja y el sur como un alzado completamente diáfano, transparente, donde se ubicó la entrada principal de la edificación a la que se tenía acceso desde el paseo central de lo que hoy se denomina Plaza de las Ciencias, un espacio ajardinado en el Paraninfo de Ciudad Universitaria, entre las Facultades de Ciencias Matemáticas (al sur), Ciencias Químicas (al este) y Ciencias Físicas (al norte).

Además del emplazamiento original, el plano elaborado en diciembre de 1965 ya mostraba un primer alzado principal, el oeste, que daba a la Avenida Complutense. Fisac no tenía experiencia profesional previa con este tipo de edificaciones ni contaba con tipologías de referencia que copiar que le ayudaran a proyectar un DA/DC, salvo la parte correspondiente a arquitectura del Programa de Diseño Corporativo de IBM desarrollado por Eliot Noyes. Como tampoco conocía las características propias de estas primeras arquitecturas de la computación ni sus componentes tecnológicos discretos, tomó decisiones en pro de una propuesta de gran simplicidad formal (López, Ana Victoria, 2016, 298), un prisma rectangular de aproximadamente 42 m x 22 m, casi una proporción en planta 2:1, formado por dos plantas sobre rasante y una planta sótano. En cierta medida la propuesta de Fisac era una arquitectura pionera, un enorme prototipo con el que experimentar y testar, mediante ensayos de prueba y error, las posibilidades y los límites de estas arquitecturas.

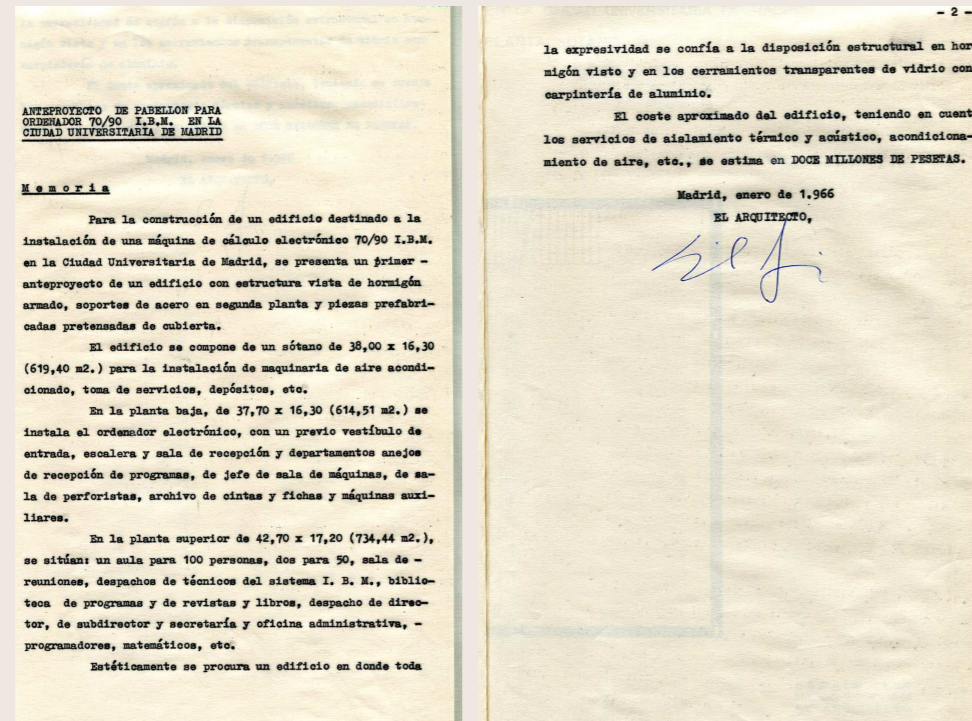
Todas las fachadas de la carcasa del edificio eran homogéneas, diáfanas, transparentes, con vidrios fijos de suelo a techo, salvo la norte, como si lo único que pudiera dar carácter a la edificación fueran las indicaciones del programa de IBM, su logo ubicado en la fachada principal

Briones.

⁵¹ Ver entrevista.

·T_223·

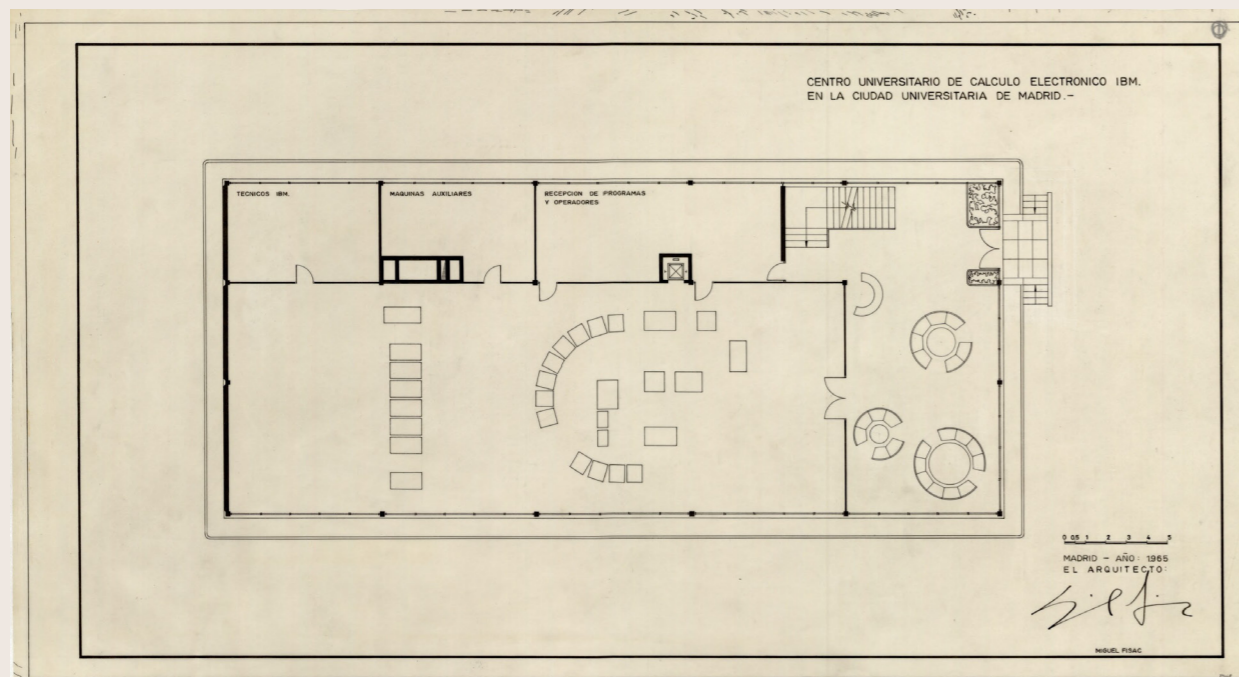
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PÁGINA 1 Y 2 CORRESPONDIENTES A LA MEMORIA DEL «ANTEPROYECTO DE PABELLÓN PARA ORDENADOR 7090IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID» PARA PRESENTAR EL CCUM A TODAS LAS PARTES PARA LA FIRMA DEL CONTRATO EL 13 DE ENERO DE 1966 Y POSTERIOR APROBACIÓN DEL ANTEPROYECTO POR PARTE DEL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS. MIGUEL FISAC SERNA. EL ARQUITECTO. ENERO DE 1966. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO PERSONAL DE FLORENTINO BRIONES, PRIMER DIRECTOR DEL CCUM.

·G_3.4.a_29·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANTA BAJA DEL «CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID». NÓTESE LA DISPOSICIÓN SEMICIRCULAR DE ALGUNOS DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS DEL IBM 7090/IBM1401 DENTRO DE LA SALA DE CONTROL O SALA DE MÁQUINAS, EXACTAMENTE IGUAL A LA DESCRITA EN EL DIAGRAMA EN PLANTA QUE ELABORÓ FLORENTINO BRIONES PRESUMIBLEMENTE DURANTE EL AÑO 1967 PARA SUGERIR Y CORREGIR A MIGUEL FISAC LA IDONEIDAD DE DICHA UBICACIÓN Y NO LA ORTOGONAL QUE ÉL HABÍA ESTADO REGISTRANDO EN TODOS LOS DOCUMENTOS TÉCNICOS PREVIOS. ESTA DISPOSICIÓN EN PLANTA COINCIDE CON LA QUE FINALMENTE SE CONSTRUYÓ Y MATERIALIZÓ EN EL CCUM. MIGUEL FISAC. AÑO CA. 1965. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P [2]).

·G_3.4.b_29·

y la utilización de unos componentes prefabricados pretensados (huesos por adherencia) que salvaban luces de entre 12 y 20 metros en edificios industriales y de oficinas con los que Fisac ya llevaba tiempo investigando en colaboración, por aquel entonces, con Javier Lahuerta y Vicente Peiró (y que, más tarde, pasarían a formar parte del germen para la creación de su empresa HUECO S.A. (1967-1971)). En el primer acuerdo presentado al Ministerio de Educación Nacional, el nombre del centro debía incluir la marca IBM, es por ello que seguramente Fisac incluyó en ese primer alzado realizado en diciembre de 1965 el logotipo de la empresa para diferenciar el alzado principal que daba a la Avenida Complutense, la oeste (López, Aramis & Munárriz, 2021, 37). Era así como la carcasa de esta arquitectura de la computación hacía alusión a su marca, como las carcasas de muchos de nuestros dispositivos tecnológicos actuales (como las torres de equipos computadores personales de sobremesa, las tabletas y computadores portátiles con el logo de la manzana - Apple - o la ventana - Microsoft-, por ejemplo). El acuerdo se revisó y es por ello que en las propuestas posteriores y en el soporte físico finalmente construido no aparecía alusión alguna a la marca IBM en toda la envolvente ni en los espacios interiores.

Como no podía ser de otra manera, en medio del proceso de experimentación para encontrar piezas prefabricadas multifuncionales en el que estaba inmerso el arquitecto, Fisac no perdía oportunidad de testar las piezas producidas y patentadas con PEIRO S.A. Fue así cómo Fisac utilizó también sus vigas-hueso en la cubierta de la propuesta del CCUM, como único gesto de cosecha propia, haciendo uso de una pieza prefabricada cuya patente era suya, además de prescribir el uso de otra de sus patentes para la iluminación eminentemente artificial homogénea del interior: la pantalla soporte para tubo de luz (fluorescente) «Blancanieves» (1956), patente ES0118812 [Fig.G_3.4.a_32].

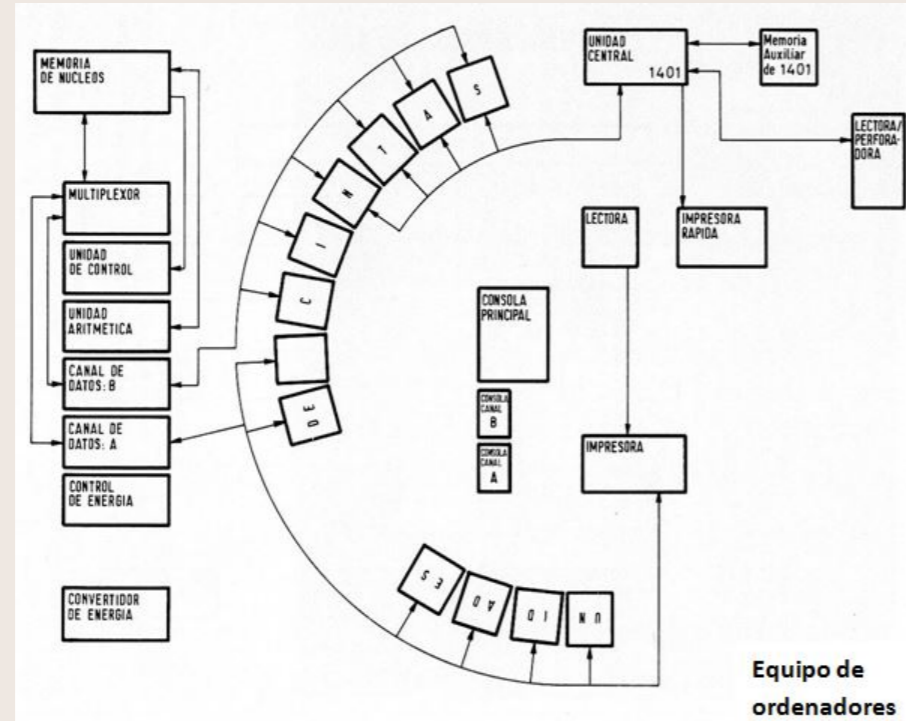
Como buena arquitectura de la computación, primó el trasvase, la reutilización y el reciclaje de elementos estandarizados y prefabricados como las vigas-hueso. Esta podría considerarse una acepción de la acción de *encoger* aplicada a esta arquitectura de la computación, un encoger en los recursos y esfuerzos intelectuales empleados en su propuesta, en la reutilización de ideas y obsesiones arquitectónicas una y otra vez en proyectos diversos para explorar sus límites y posibilidades proyectuales (como hizo Fuller con las Minni-Earths Geoscopes); una economía de medios intelectuales que Fisac empleó en muchos de sus proyectos y que marcó la utilización de elementos que ya estaban encima de sus mesa como las vigas-hueco. Éstas aparecieron desde el inicio en el proyecto del CCUM y permanecieron durante toda la evolución del proyecto hasta la materialización del soporte físico que la componía.

Las vigas-hueco provenían de un catálogo comercial desarrollado por la empresa PEIRO S.A., con Vicente Peiró a la cabeza y la colaboración de Javier Lahuerta y el propio Miguel Fisac, catálogo que podría considerarse similar a los de los futuros componentes de los computadores. Estas vigas-hueco o vigas-hueso eran el fruto de una búsqueda de una pieza que resolviera a la vez la evacuación del agua, la iluminación y el cerramiento de las cubiertas (García Carbonero, 2003, 60). Las que Fisac utilizó desde el inicio en el CCUM fueron las piezas denominadas «Valladolid», producidas por PEIRO S.A. bajo la patente 304812 (1964) y el modelo de utilidad 109367 (1964), ambas bajo el nombre de Vicente Peiró. Estas vigas eran pretensadas, de hormigón, ejecutadas mediante pretensado por adherencia, que permitían salvar grandes luces, de hasta veinte metros, en edificaciones industriales y oficinas (González Blanco, 2009) [Fig.G_3.4.b_32].

Fue así como desde el primer alzado dibujado estas piezas caracterizaron la envolvente de este caso de estudio, como única solución para cubrir el dispositivo, evacuar el agua de lluvia y controlar la iluminación natural y la incidencia solar en las fachadas totalmente acristaladas de la planta baja. El volumen de la planta primera (41,70m x 21,86m), cubierto con las vigas-hueco con una inclinación de 15 grados de este a oeste, volaba casi equidistantemente sobre todo el volumen que ocupaba la planta baja (36,66m x 16,42m), creando así un vuelo de aproximadamente 3 metros a lo largo de todo el perímetro de la planta que arrojaría sombra a todas las fachadas. Las vigas-hueso vertían las aguas provenientes de la cubierta hacia la

·T_224·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



ESQUEMA EN PLANTA CON LA DISPOSICIÓN Y DISTRIBUCIÓN DIBUJADA DE PARTE DEL EQUIPO DE COMPUTACIÓN A INSTALAR EN EL CCUM, REALIZADO POR FLORENTINO BRIONES. FUENTE: CORTESÍA DEL ARCHIVO PERSONAL DE FLORENTINO BRIONES.

·G_3.4.a_30·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



FOTOGRAFÍA DE LA INSTALACIÓN EN EL INTERIOR DE LA SALA DE MÁQUINAS O SALA DE CONTROL, EN LA PLANTA BAJA DEL CCUM. MOMENTO DE LA LLEGADA DE ALGUNOS DE LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS DEL IBM7090/IBM1401 A MADRID. NÓTESE QUE LAS REJILLAS DE IMPULSIÓN DEL AIRE YA ESTABAN DISPUESTAS ORTOGONALMENTE, PARALELAS A LOS PARAMENTOS VERTICALES, SIN TENER EN CUENTA LA DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE CINTAS SUGERIDA POR BRIONES. ESTA FOTOGRAFÍA MUESTRA QUE CUANDO ESTOS COMPONENTES LLEGARON A SU UBICACIÓN DEFINITIVA, LA CARCASA O EL CAPARAZÓN DEL SOPORTE FÍSICO DEL DA/DC YA ESTABA TERMINADO. CCUM. MADRID. CA. 1967-1968. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 23.

·G_3.4.b_30·

fachada este, la opuesta a la fachada principal original, la oeste, donde se ubicaba el gran logo de IBM. Fisac usó así sus piezas prefabricadas de hormigón en los dos proyectos desarrollados para IBM. Éstas configuraron e imprimieron un carácter y una estética específica e inconfundible tanto en la cubierta de la carcasa del CCUM y como en las tres fachadas principales de las oficinas del Paseo de la Castellana⁵² [Fig.G_3.4.a_33].

Como describe Peris, el volumen de la planta rectangular del conjunto quedaba marcado por las bandas horizontales de las soluciones transparentes de la planta baja y los antepechos de planta primera, junto con los de coronación de cubierta, además del vuelo de las vigas de la estructura superior (Peris Sánchez, 2015, 70).

En los primeros documentos técnicos del DA ya se adelantaban las decisiones de proyecto que lo caracterizarían completamente y le darían esa impronta estética tan característica, con ambas plantas acristaladas, tanto en planta baja como en planta primera, sin la presencia de los antepechos de hormigón que conformarían posteriormente la carcasa del dispositivo, pero con la utilización de las vigas-hueso para solucionar la cubierta de la pieza que finalmente sí se implementarían en el proyecto definitivo.

El nombre del proyecto fue mutando desde sus inicios. En el primer borrador de convenio entre el Ministerio de Educación y Ciencia e IBM España, adjunto a la carta enviada al rector de la Universidad de Madrid, Enrique Gutiérrez Ríos (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965) con fecha del 29 de septiembre de 1965, el nombre del centro debía contener la marca IBM. El centro debía llamarse «Centro de Cálculo Nacional Universitario IBM» (López, Aramis & Munárriz, 2021, 27). Finalmente, esa cláusula se modificó en el contrato firmado y no

⁵² Las piezas verticales de casi tres metros de alto (2,70 m) que cubrían de suelo a techo las seis plantas superiores de oficina paisaje, más el ático del edificio de oficinas del Paseo de Castellana, 4, a pesar de no ser estrictamente una arquitectura de la computación, aunque sí albergó dispositivos computadores en su planta baja a modo de escaparate y *showroom* de demostración, siguieron otra de las indicaciones arquitectónicas del Programa de Diseño Corporativo de IBM de Noyes. Como él mismo había proyectado y testado en el IBM Aerospace Building, en Los Ángeles, California (1962), con su característica envolvente que proponía una relación morfológica literal entre el mundo de la arquitectura y el de la computación, simulando en su carcasa exterior la apariencia de una tarjeta perforada de las utilizadas por las lectoras de los dispositivos computadores para introducir *inputs* y datos en los mismos (vista con anterioridad), estos dispositivos no tenían que ofrecer una visión directa del exterior. Así se configuraba una arquitectura centrípeta, cerrada y centrada en sí misma. No sólo se controlaba la visión de sus habitantes-usuarios-seres vivientes, como una visión codificada y mediada por las interfaces, con sus *no vistas* exteriores, sino también se controlaba la luz solar natural, una obsesión en todas las arquitecturas de IBM, especialmente la de poniente. Esta luz debía ser muy homogénea, dando prioridad a la iluminación artificial constante en todo momento para así producir unos espacios eminentemente interiores *non-stop*, que pudieran funcionar veinticuatro horas al día, todos los días del año. De hecho, Fisac explicaba que, para controlar este tipo de luz en las plantas altas de la propuesta, hizo varias propuestas con parasoles o brise-soleil horizontales. La primera solución consistía en el empleo de un toldo fijo convencional y ventana con antepecho (Fernández-Galiano, 2003, 84), otra fue con una disposición de cortinas verticales, hasta que finalmente decidió emplear las vigas-hueso, pero esta vez en fachada, no sólo para controlar la incidencia del sol directo del oeste (fachada principal al Paseo de la Castellana) sino para caracterizar todas las fachadas exteriores del edificio (salvo la medianera este). Fue así como finalmente decidió emplear los huesos en fachada, para que no quedara ninguna venta expuesta al sol directo, colocando las piezas verticales pretensadas huecas de hormigón, las bautizadas con el nombre de «búmeran» por su forma en planta, producidas todavía por la empresa PEIRO S.A., contrapeadas, de 15 mm de espesor de media en sus paredes de hormigón, rellenas de poliestireno expandido para mejorar sus cualidades aislantes térmicas y acústicas, en toda la envolvente alta y el ático de la propuesta (González Blanco, 2009). A pesar de que la correcta iluminación del espacio interior debía alcanzarse con las luminarias artificiales, como indicaba el manual de Noyes de IBM -todas ellas diseñadas también por Miguel Fisac en 1956 y utilizadas en toda la propuesta de las oficinas y también en el CCUM, llamadas «pantalla soporte para tubo de luz (fluorescente) Blancanieves» cuya patente ostentaba el número ES0118812 de la Oficina Española de Patentes y Marcas (Díaz del Campo Martín-Mantero, Ramón V., octubre 2019, 319). Fisac contaba que finalmente debió colocar las piezas «búmeran» pretensadas dejando un espacio acristalado entre ellas, como un biombo permeable, para dejar entrar algo de las vistas exteriores y de luz natural, evitando así la posible claustrofobia de sus habitantes-usuarios. La superficie de las rendijas acristaladas que dejaban las piezas entre sí equivalía en total a la novena parte de la superficie de cada planta de oficinas, cumpliendo también así las exigencias de iluminación de una habitación corriente. Para saber más sobre la propuesta del edificio de oficinas de IBM se puede leer la comunicación «Epidermis de hormigón. Fisac y el edificio IBM», de Ramón V. Díaz del Campo Martín-Mantero (Díaz del Campo Martín-Mantero, Ramón V., octubre 2019).

·T_225·

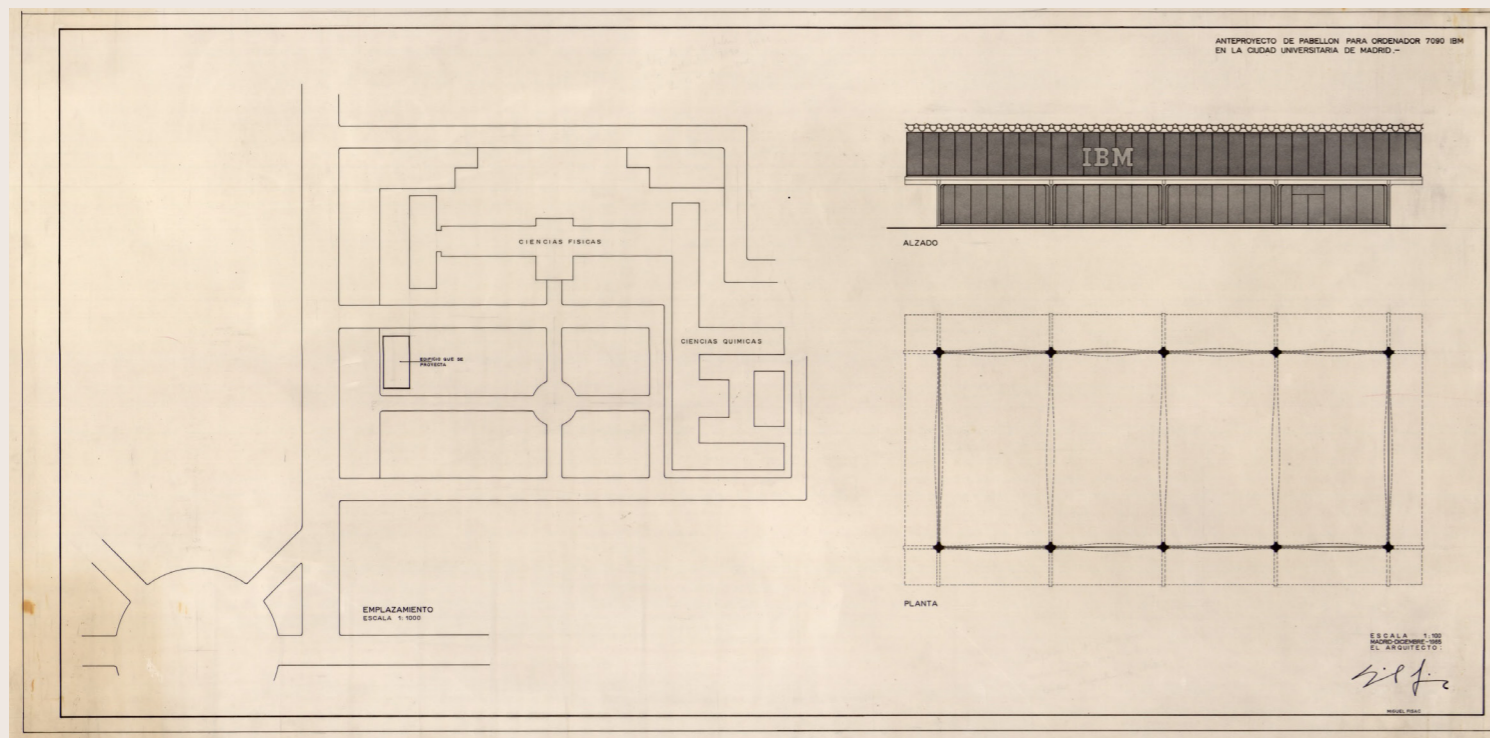
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



FOTOGRAFÍA DE LA INSTALACIÓN EN EL INTERIOR DE LA SALA DE MÁQUINAS O SALA DE CONTROL, EN LA PLANTA BAJA DEL CCUM. MOMENTO DE LA COLOCACIÓN DE LAS UNIDADES DE CINTAS EN FORMA DE MEDIA LUNA EN PLANTA, ABRAZANDO LA CONSOLA DE MANDO PRINCIPAL. NÓTESE LA MONTAÑA DE CONEXIONES, ENLACES Y CABLEADO DE LA DERECHA QUE LUEGO FUE OCULTADO POR EL SUELO TÉCNICO Y EL FALSO TECHO DEL SOPORTE FÍSICO. ADEMÁS, LAS REJILLAS DE IMPULSIÓN DEL AIRE, ASÍ COMO LAS PANTALLAS FLUORESCENTES DISEÑADAS POR FISAC YA ESTABAN DISPUESTAS ORTOGONALMENTE, PARALELAS A LOS PARAMENTOS VERTICALES, SIN TENER EN CUENTA LA DISPOSICIÓN DE LAS UNIDADES DE CINTAS SUGERIDA POR BRIONES. ESTA FOTOGRAFÍA MUESTRA QUE CUANDO LOS COMPONENTES TECNOLÓGICOS DEL IBM7090/IBM1401 LLEGARON A SU UBICACIÓN DEFINITIVA, LA CARCASA O EL CAPARAZÓN DEL SOPORTE FÍSICO DEL DA/DC YA ESTABA TERMINADO. CCUM. MADRID. CA. 1967-1968. MIGUEL FISAC. FUENTE: LÓPEZ, A., & MUNARRIZ, J. (2021). *EL CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID (1968-1973): CIENCIA, ARTE Y CREACIÓN COMPUTACIONAL*. MADRID: EDICIONES COMPLUTENSE, P. 34.

·G_3.4.a_31·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANO DE EMPLAZAMIENTO ORIGINAL, PLANTA Y ALZADO DEL «CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID». MIGUEL FISAC. DICIEMBRE 1965. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (12)).

·G_3.4.b_31·

se incluyó alusión alguna a la marca en el nombre. Pasó de ser un *centro* como fue denominado por Fisac y Briones al comienzo: «Centro Universitario de Cálculo Electrónico IBM en la Ciudad Universitaria de Madrid» (1965, Fisac) y «Centro Español Universitario de Cálculo» (4 enero 1966, Briones) hasta pasar a ser un *pabellón*, como se nombró al «Anteproyecto de Pabellón para Ordenador 7090IBM en la Ciudad Universitaria de Madrid» (20 enero 1966, Fisac) al que finalmente dio luz verde y aprobó para su desarrollo y posterior construcción el rector de la Universidad de Madrid Enrique Gutiérrez Ríos. Posteriormente, el término *centro* volvió a la denominación definitiva para quedarse en el proyecto de Fisac «Proyecto de Centro Universitario de Cálculo Electrónico en la Ciudad Universitaria de Madrid» (1967) y al nombre oficial del dispositivo «Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid» (CCUM) (1969), como se le conoció más tarde tras su inauguración oficial en la primavera de 1969. El cambio de nombre de la Universidad de Madrid, para pasar a llamarse Universidad *Complutense* de Madrid se produjo en 1970, y con ello también cambió el nombre del centro, pasando a llamarse «Centro de Cálculo de la Universidad Complutense» (CCUC) ese mismo año (López, Aramis & Munárriz, 2021, 17). Finalmente fue en 1982 cuando el nombre pasó a ser el de «Centro de Proceso de Datos» (López, Aramis & Munárriz, 2021, 42), nomenclatura que se mantiene hasta hoy en día y cuya dirección es ostentada por Jaime Arias Javaloyes⁵³.

La entrega del anteproyecto que Miguel Fisac realizó a lo largo de enero de 1966, y que fue aprobada por el rector el 20 de enero de 1966, constaba de varios documentos técnicos: una memoria de dos páginas y varios documentos gráficos arquitectónicos. Entre ellos, cuatro plantas (planta sótano, baja, primera y de cubierta), dos alzados (transversal-sur de la antigua orientación, longitudinal-oeste de la antigua orientación) y una sección transversal A-B tipo [Fig.G_3.4.b_33, Fig.G_3.4.a_34, Fig.G_3.4.b_34, Fig.G_3.4.a_35, Fig.G_3.4.b_35]. La ubicación de la parcela y la orientación todavía no habían cambiado, pero ya se produjeron varios cambios con respecto a la versión que Fisac había estado elaborando a lo largo de diciembre de 1965.

En la propuesta de anteproyecto aprobada, se mantenía la distribución del dispositivo en dos plantas sobre rasante más un sótano:

«...situando en la de abajo la zona de recepción, la sala de máquinas y los diferentes apartamentos de recepción de programas, jefe de salas de máquinas, perforistas, máquinas auxiliares, técnicos de IBM, archivo de cintas y fichas, dejando en el sótano, además de todas las instalaciones de enlace de las máquinas, transformadores, toma de corriente etc., los almacenes, el archivo y la instalación de la maquinaria de aire acondicionado, disponiendo en la planta superior la totalidad de los restantes servicios de índole pedagógica y administrativa.» (Memoria del proyecto básico).

Esta arquitectura de la computación se desplegaba en sección, con los componentes des DC dispuestos en las distintas plantas del soporte físico (*built artifact*) o hardware arquitectónico. La planta baja y el sótano estaban habitadas en su gran mayoría por los componentes tecnológicos inanimados que conformaban el dispositivo computador. La planta primera estaba habitada sobre todo por los componentes tecnológicos vivos del mismo: esos humanos y seres vivientes que formaban parte del hardware y del *software* de esta arquitectura de la computación performando una coreografía sin la cual el computador y toda la actividad que allí se generó durante sus primeros años operativo no se hubiera producido (trabajaban en su interior, lo recorrían, lo habitaban, programan analógicamente con sus cuerpos, perforaban, clasificaban, conversaban, discutían, intercambiaban, creaban, etc).

En la planta baja se disponía la sala de control (*control room*), llamada *sala de máquinas* en la propuesta de Fisac, con la unidad de control, la unidad aritmética, parte de la unidad

⁵³ Se realizó una entrevista a su actual director el 15 de febrero de 2023 de 16:00 a 17:00 al que agradecemos su generosidad, su tiempo y sus explicaciones en torno a la actividad actual del centro. También se realizó una visita oficial por el interior y el exterior del soporte físico del dispositivo tecnológico arquitectónico/computacional para conocer el estado actual del Centro de Proceso de Datos de la Universidad Complutense de Madrid.

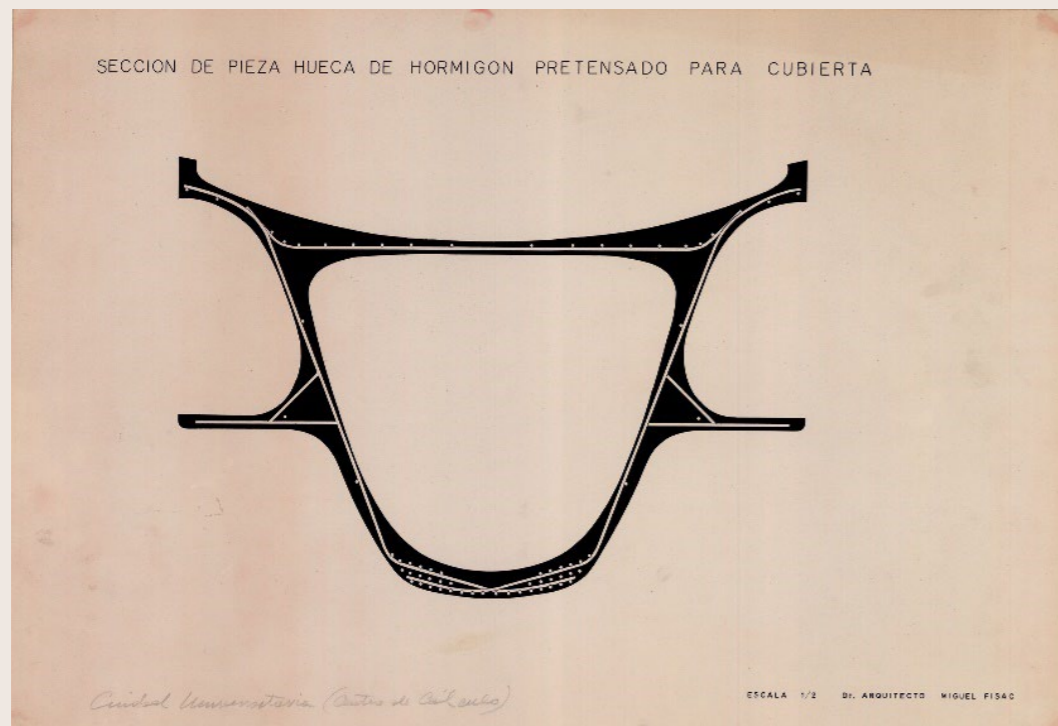
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IZQUIERDA: INTERIOR DE LA PLANTA ALTA TIPO DE OFICINAS PAISAJE DE LA SEDE CENTRAL DE IBM EN EL PASEO DE LA CASTELLANA, 4, EN MADRID. EL INTERIOR NO CONTABA CON VISTAS DIRECTAS AL EXTERIOR NI GRAN ILUMINACIÓN SOLAR NATURAL. ERAN INTERIORES ILUMINADOS ARTIFICIALMENTE PRINCIPALMENTE PARA OFRECER UNA LUZ HOMOGÉNEA Y ESTABLE A LO LARGO DEL TIEMPO, PARA GENERAR ESPACIOS NON-STOP. TODO ELLO MEDIANTE LAS PANTALLAS «BLANCANIEVES» PATENTADAS POR MIGUEL FISAC (1956). FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: IMG477). DERECHA: IMAGEN DEL INTERIOR DE LA PLANTA BAJA DEL DA/DC CCUM CON LA MULTITUD DE PANTALLAS «BLANCANIEVES» DE FISAC, DISPUESTAS PARALELAMENTE A LA FACHADA SUR, ILUMINANDO ARTIFICIALMENTE ESTE DISPOSITIVO ARQUITECTÓNICO DE LA COMPUTACIÓN. CA. 1968. FUENTE: ARQUÉS SOLER, F. (1996). MIGUEL FISAC. MADRID: E.T.S. ARQUITECTURA (UPM), P. 220.

·G_3.4.a_32·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



DETALLE CONSTRUCTIVO DE LA SECCIÓN DE PIEZA HUECA DE HORMIGÓN PRETENSADO PARA CUBIERTA. CIUDAD UNIVERSITARIA (CENTRO DE CÁLCULO). ESCALA 1/2. ARQUITECTO: MIGUEL FISAC. PIEZA «VALLADOLID», PEIRO S.A., 1964 (PATENTE Nº. 304812; MODELO DE UTILIDAD Nº. 109367, AMBAS BAJO EL NOMBRE DE VICENTE PEIRÓ). FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_D (1)).

·G_3.4.b_32·

de memoria y los espacios destinados a las interfaces como objetos y artefactos periféricos (consola, impresoras, perforadoras, etc.) y a las personas que conformaban parte de este dispositivo (como parte del *software* analógico y la programación física táctil que suponía el uso de tarjetas perforadas como método para introducir inputs y obtener outputs. En el sótano se disponía todo el cableado o conexiones de enlace de los componentes tecnológicos del dispositivo, el resto de la unidad de memoria o disco duro del mismo (archivo y almacenes), junto con la fuente de alimentación del computador (transformadores, toma de corriente) así como el equivalente a los ventiladores y el sistema de refrigeración actuales de los equipos de sobremesa, que eran todas las instalaciones y la maquinaria para diseñar el aire interior y para controlar sus condiciones higrotérmicas (todo lo relativo a la climatización, la calefacción y sobre todo el aire acondicionado). En la planta primera se ubicaban también parte de la unidad de memoria del DC (biblioteca de programas, revistas y libros) y aquellos espacios destinados a todo el personal del CCUM, que como ya hemos visto, era parte indispensable del mismo, tanto para su soporte físico o hardware como para su soporte lógico o *software*.

En este caso de estudio es cierto que Fisac no se valió literalmente de una analogía morfológica en la composición estructural presente en un DC al uso, mediante la implementación de un hardware⁵⁴ y un *software*⁵⁵, para desarrollar el proyecto de su soporte físico, como si lo hizo de alguna manera Fuller, Sadao y McHale al desarrollar *The World Game* y «How to Make the World Work». No hizo alusión directa a ninguno de estos dos términos ni en la memoria del proyecto ni en su presupuesto, ni en los escritos y entrevistas concedidos a colación del mismo.

En el anteproyecto también se mantenía el uso en cubierta de la pieza viga-hueso «Valladolid» así como cierto vuelo de la planta primera sobre la ocupación de la planta baja, pero no de una manera equidistante. La planta superior volaba más en los extremos sur y norte, para proporcionar una protección frente a la incidencia del sol y la lluvia, sobre todo en la fachada sur que albergaba el acceso principal que, en las fachadas este y oeste, paralelas a la Avenida Complutense, siendo ésta última la principal, la que ofrecía una imagen icónica, de cierto extrañamiento, a la vía con más tráfico⁵⁶.

A diferencia de la propuesta de diciembre de 1965, ahora cada cuerpo sobre rasante adquiría un carácter propio e independiente. El cuerpo inferior en planta baja seguía los dictados del programa de diseño corporativo integral de IBM, configurando un zócalo transparente, muy visible desde la vía más transitada por peatones y en donde se ubicarían todos los componentes tecnológicos más característicos del dispositivo cual *showroom*. Ese espacio, aunque conectado visualmente con el exterior, intentando desdibujar sus límites, sería un espacio iluminado artificialmente para proporcionar una iluminación lo más homogénea posible y así conseguir una arquitectura *non-stop*. En planta proponía en espacio diáfano en su interior, con una iluminación perimetral homogénea por todos sus lados (fachada este, sur y oeste), gracias al acristalamiento transparente con vidrios fijos de suelo a techo, que permitía el funcionamiento de los diferentes equipos y una ubicación libre de los mismos (Peris Sánchez, 2015, 70). Como todas estas arquitecturas de la computación, el CCUM debía ser un dispositivo flexible y fácilmente programable, que permitiera adaptarse y responder a las distintas evoluciones tecnológicas que debía dar cobijo.

Sin embargo, el cuerpo superior de planta primera, continuando con el mandamiento del programa arquitectónico de Noyes, se modificaría para dejar de ser transparente, como lo era en la primera versión de 1965, para convertirse en una planta con una envolvente mucho más

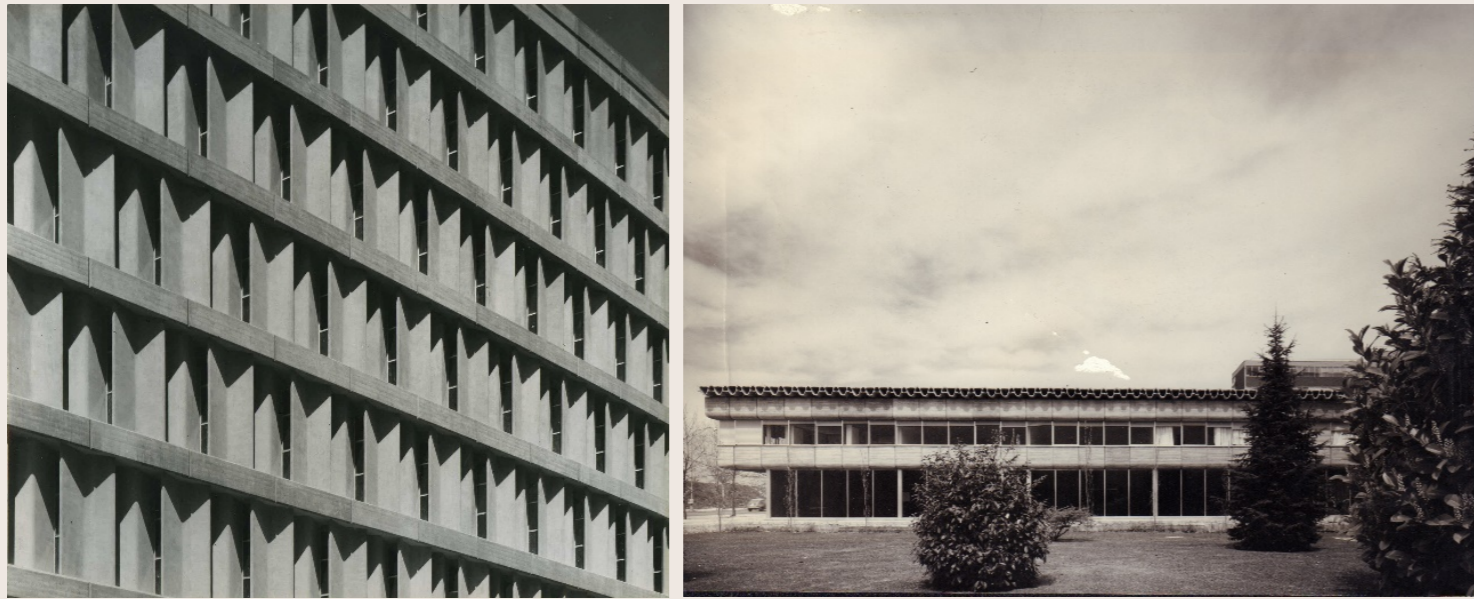
⁵⁴ El término *hardware* se registró en su acepción informática, haciendo alusión a los componentes físicos y tangibles de un computador (su soporte lógico), en 1947, de la mano del físico-matemático Douglas Rayner Hartree.

⁵⁵ El vocablo *software* nació como antónimo del término hardware para hacer alusión a los elementos intangibles e inmateriales de un computador (también denominado soporte lógico). Se acuñó en 1958.

⁵⁶ Todo este esquema se vio alterado finalmente por el cambio de parcela que conllevó un cambio en la orientación del proyecto, pero no en su diseño.

·T_227·

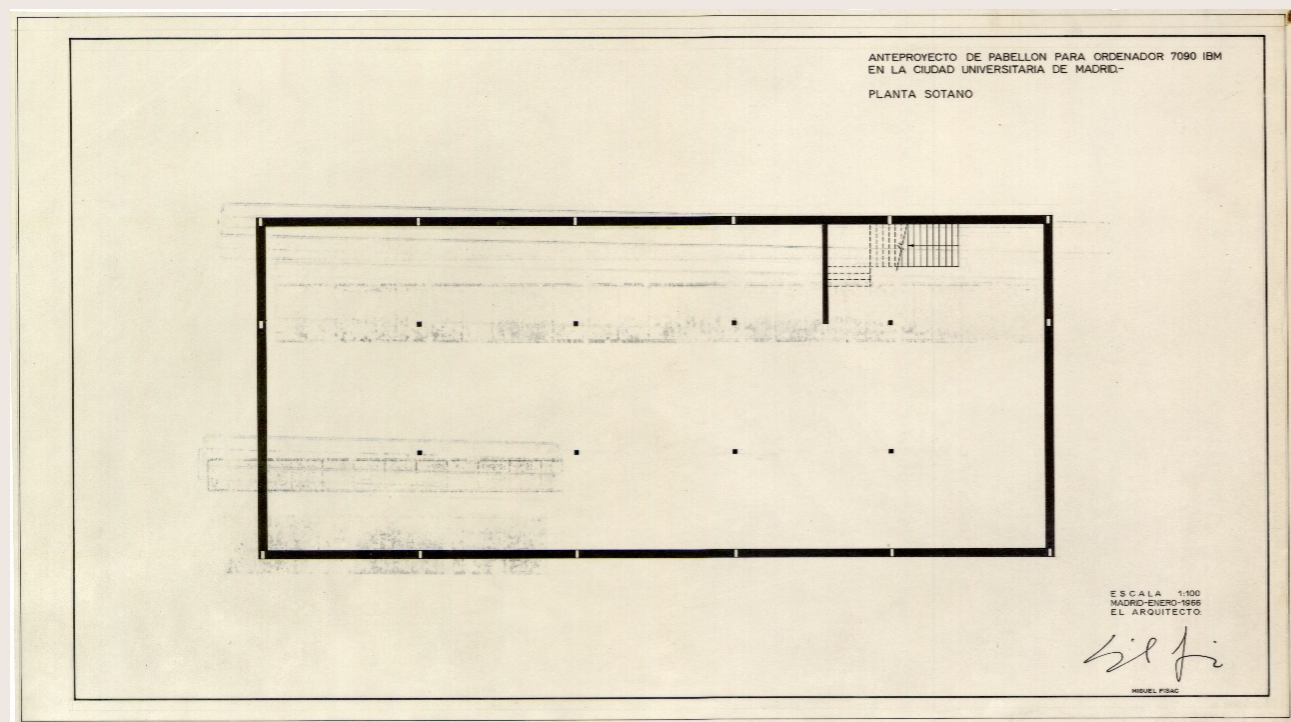
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IZQUIERDA: DETALLE DE LA ENVOLVENTE DEL EDIFICIO DE LA SEDE CENTRAL DE IBM EN MADRID, CON LAS PIEZAS DE HORMIGÓN PRETENSADAS «BÚMERAN», DE PEIRO S.A., 1966-1967. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: IMG459). DERECHA: ALZADO DEL SOPORTE FÍSICO DEL DA/DC CENTRO DE CÁLCULO DE LA UNIVERSIDAD DE MADRID FINALMENTE CONSTRUIDO. CA. 1968. LA IMAGEN DE LA PROPUESTA SIEMPRE ESTUVO CARACTERIZADA POR LAS VIGAS-HUESO, ELEMENTO QUE PERMANECIÓ EN TODO EL DESARROLLO DEL PROYECTO. LA CUBIERTA DE LA CARCASA EXTERIOR ESTABA CORONADA POR LAS VIGAS-HUECO DE HORMIGÓN PRETENSADO POR ADHERENCIA, DENOMINADAS «VALLADOLID», DE PEIRO S.A., 1964 (PATENTE Nº. 304812; MODELO DE UTILIDAD Nº. 109367, AMBAS BAJO EL NOMBRE DE VICENTE PEIRÓ). FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_E (1)).

·G_3.4.a_33·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL ANTEPROYECTO PRESENTADO EN ENERO DE 1966. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA SÓTANO. ANTEPROYECTO DE PABELLÓN PARA ORDENADOR 7090IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. 20 ENERO 1966, MIGUEL FISAC SERNA. DOCUMENTACIÓN CON LA QUE EL RECTOR ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS APROBÓ EL PROYECTO. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (11), 223_P (8), 223_P (10), 223_P (9), 223_S (2)).

·G_3.4.b_33·

opaca, hermética e impenetrable [Fig.G_3.4.b_36]. Al incluir ya los antepechos horizontales de hormigón que enmarcaban su cerramiento practicable horizontal, con sus esquinas curvas, de perfil quebrado, estudiadas para que en su parte superior se pudieran albergar las persianas enrollables y en la parte inferior las rejillas de impulsión y extracción del sistema de acondicionamiento de aire, controlaban de alguna manera la visión del exterior y el soleamiento, como ocurría en las plantas altas del edificio de IBM de Castellana.

El proyecto básico del CCUM (febrero/marzo 1966).

La estructura de este caso de estudio se componía de unos pilares metálicos que arrancaban en planta baja para sostener el volumen superior que trabajaba como una viga cajón. Esta especie de caja rígida estaba compuesta por el forjado de planta primera de hormigón armado, por el forjado de cubierta compuesto por las vigas-hueso de hormigón pretensado y también por los antepechos horizontales homogéneos quebrados de hormigón que recorrían todo el perímetro de la envolvente superior (los cuatro alzados) [Fig.G_3.4.a_37, Fig.G_3.4.b_37]. Gracias al factor de forma que le dotaba este antepecho, el volumen superior era estructuralmente rígido, con una estética maciza, más pesada y opaca, que parecía flotar al estar posado sobre la caja de vidrio transparente inferior.

En el anteproyecto la planta baja se apoyaba directamente sobre el terreno del solar designado, sin rastro del zócalo elevado sobre el que se construyó finalmente el dispositivo. Todo el frente acristalado de la planta baja dejaba una especie de patio inglés a su alrededor para iluminar la planta sótano del soporte físico que daría cobijo a parte de sus componentes tecnológicos, como vimos [Fig.G_3.4.a_38, Fig.G_3.4.b_38, Fig.G_3.4.a_39, Fig.G_3.4.b_39]. Durante el desarrollo del proyecto básico a lo largo de los meses de febrero y marzo de 1966, se elaboraron planos que contenían los alzados longitudinales, una nueva sección transversal que ya incluía los patios ingleses para poder introducir la iluminación natural en la planta sótano, y se fue ajustando la planta baja, dando protagonismo a la sala de control. En el alzado longitudinal oeste, el principal que daba a la Avenida Complutense, ya no se incluye el logotipo de IBM, según se acordó en el contrato entre las partes.

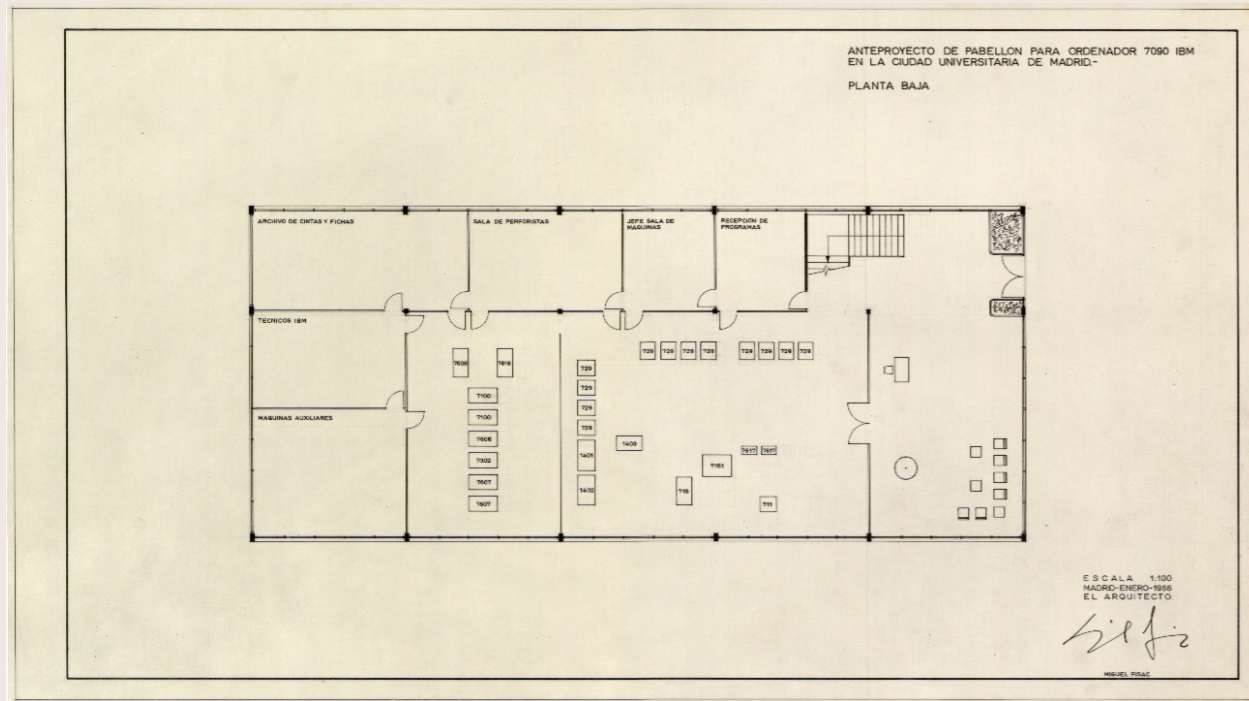
Como afirmaba el arquitecto Diego Peris, Fisac puso de manifiesto en la sección del soporte físico del dispositivo el esfuerzo para integrar en una única decisión de proyecto todas las necesidades del edificio (Peris Sánchez, 2015, 70). Posiblemente este detalle de sección tipo navaja suiza, que solventaba todas los condicionantes de proyecto en un único detalle constructivo y que se aplicaba de forma homogénea a todo el perímetro de la envolvente del soporte físico del dispositivo, se desarrolló a la par que las dos propuestas alternativas que Fisac presentó a IBM España para solucionar el control de la luz natural de poniente de la sede central de IBM en Castellana [Fig.G_3.4.a_40, Fig.G_3.4.b_40].

En ese documento, en el que presentaba a la empresa dos soluciones alternativas al muro cortina, inicialmente proyectado por Miguel de Oriol e Ybarra, la correspondiente a la alternativa A, con un antepecho horizontal, que contaba con un saliente en diagonal que contendría y ocultaría el tambor de la persiana horizontal y los perfiles de las carpinterías abatibles horizontales, podría ser el germen de lo que luego fue el detalle de los cantos de forjado del CCUM. Ese mismo documento para las oficinas de IBM contenía una alternativa B que proponía unas piezas-hueso colocadas en horizontal, paralelas a los cantos de forjado de planta. Finalmente, ninguna de estas dos soluciones alternativas fue aprobada por la compañía, pero la solución A sí pudo dar origen o inspiración y se testeó a la vez que el detalle constructivo en sección del CCUM.

En cierta medida, esa sección tipo que definía el contacto entre el volumen superior más hermético, opaco y pesado y el volumen superior permeable, transparente y liviano era un intento de empezar a cajanegrizar y ocultar los componentes discretos de este tipo de arquitecturas. A pesar de ser arquitecturas hiper dimensionadas y super equipadas en términos infraestructurales

·T_228·

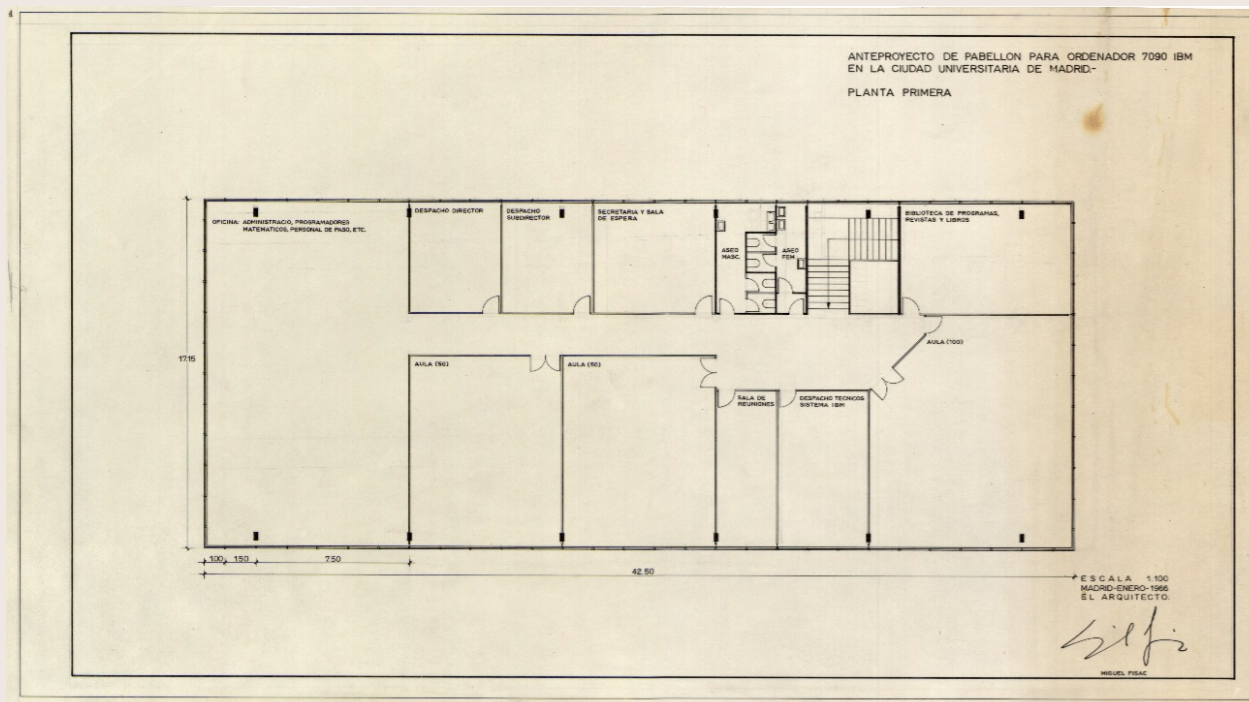
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL ANTEPROYECTO PRESENTADO EN ENERO DE 1966. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA BAJA. ANTEPROYECTO DE PABELLÓN PARA ORDENADOR 7090IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. 20 ENERO 1966, MIGUEL FISAC SERNA. DOCUMENTACIÓN CON LA QUE EL RECTOR ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS APROBÓ EL PROYECTO. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (11), 223_P (8), 223_P (10), 223_P (9), 223_S (2)).

·G_3.4.a_34·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL ANTEPROYECTO PRESENTADO EN ENERO DE 1966. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA PRIMERA. ANTEPROYECTO DE PABELLÓN PARA ORDENADOR 7090IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. 20 ENERO 1966, MIGUEL FISAC SERNA. DOCUMENTACIÓN CON LA QUE EL RECTOR ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS APROBÓ EL PROYECTO. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (11), 223_P (8), 223_P (10), 223_P (9), 223_S (2)).

·G_3.4.b_34·

en relación a los estándares de la época, Fisac ya hizo un intento por ocultar muchos de estos elementos tecnológicos e instalaciones en un gesto arquitectónico que hiciera parecer sencilla dicha decisión. Estas arquitecturas, eminentemente interiores, debían diseñar y controlar cuidadosamente el aire que contenía sus espacios habitados, no precisamente para proporcionar confort higrotérmico a sus habitantes humanos-seres vivientes y sus cuerpos sino principalmente para el resto de componentes tecnológicos que las habitaban. Producir, como decía Marshall McLuhan, un *contraambiente controlado* (McLuhan, 1967). Como apuntaba el actual director del antiguo CCUM, Jaime Arias Javaloyes, el soporte físico de esta arquitectura de la computación no estaba diseñado y pensado⁵⁷ para albergar sobre todo a personas sino a otro tipo de habitantes como racks, cintas de memoria, transistores y demás componentes tecnológicos (como veremos qué ocurre con otro tipo de arquitecturas de la computación contemporáneas como los Centros de Datos)⁵⁸ y es por ello que la planta baja, a su juicio, contaba con carpinterías exteriores fijas con vidrios colocados a hueso que no permitían su apertura y manipulación por parte de los humanos con los que compartían el habitar de estos espacios. Como veremos en el desglose del presupuesto de ejecución material de este caso de estudio, que conserva la Fundación Fisac, el gran esfuerzo económico fue destinado, principalmente, a las instalaciones que permitían ese diseño del aire interior que aseguraba el confort y el correcto y buen funcionamiento de los componentes tecnológicos no humanos que habitaban estas arquitecturas y, de forma secundaria, el confort de sus componentes humanos (esa especie de cuerpos ciborg con los que cohabitaban). Fue así como, junto con el diseño del aire, se diseñaba y controlaba también la iluminación natural, pero, sobre todo, la artificial, para poder proyectar un espacio eminentemente interior y una arquitectura *non-stop* que funcionara las veinticuatro horas del día, a partir del primer año de funcionamiento⁵⁹.

En el sentido material, la política de la visibilidad activa que se daba en Whirlwind I, por ejemplo, que derivaba en una estética material desnuda, desprovista de ornamento y trasdós, en la que todos los componentes tecnológicos, instalaciones e infraestructuras quedaban al aire, visibles, a la vista de los ojos y al tacto de la piel de todos sus habitantes, como una arquitectura descajane-grizada, estaba empezando a mutar hacia otras estrategias que llevaban aparejado consigo otras estéticas. En el CCUM, Fisac ya empieza a trabajar con una solución que incluía falsos techos y suelos técnicos (como ocurrió con el SSEC de Nueva York) para ocultar el cableado, las conexiones, los enlaces entre componentes y máquinas, en definitiva, las tripas del dispositivo, acercándose a la estética limpia, inmaculada, blanca, abstracta y opaca por inaccesible, de, por ejemplo, The White Room en IBM, de Eliot Noyes. Es así como la parte *sucia* de este soporte físico se desplaza al inframundo, a la esfera no visible de los espacios, al sótano de estas arquitecturas, a ese espacio sólo accesible al conocimiento de los/as expertos/as (como a la base del Expo Dome 1967, donde se ubicaron los dos equipos que controlaban la membrana ambiental), dejando a la vista y al tacto sólo los extremos de estos terminales⁶⁰, ubicados en la parte visible de espacio habitado, la planta baja.

⁵⁷ Según la entrevista concedida a esta doctoranda el 15 de febrero de 2023, el actual director del Centro de Proceso de Datos de la Universidad Complutense de Madrid, antiguo CCUM, uno de los pocos cambios que les han permitido hacer en el soporte físico de este caso de estudio desde el rectorado de la UCM ha sido la sustitución de los paños de vidrio fijos en la planta baja por unas carpinterías abatibles que permiten a apertura de las mismas y la ventilación de los espacios interiores del edificio.

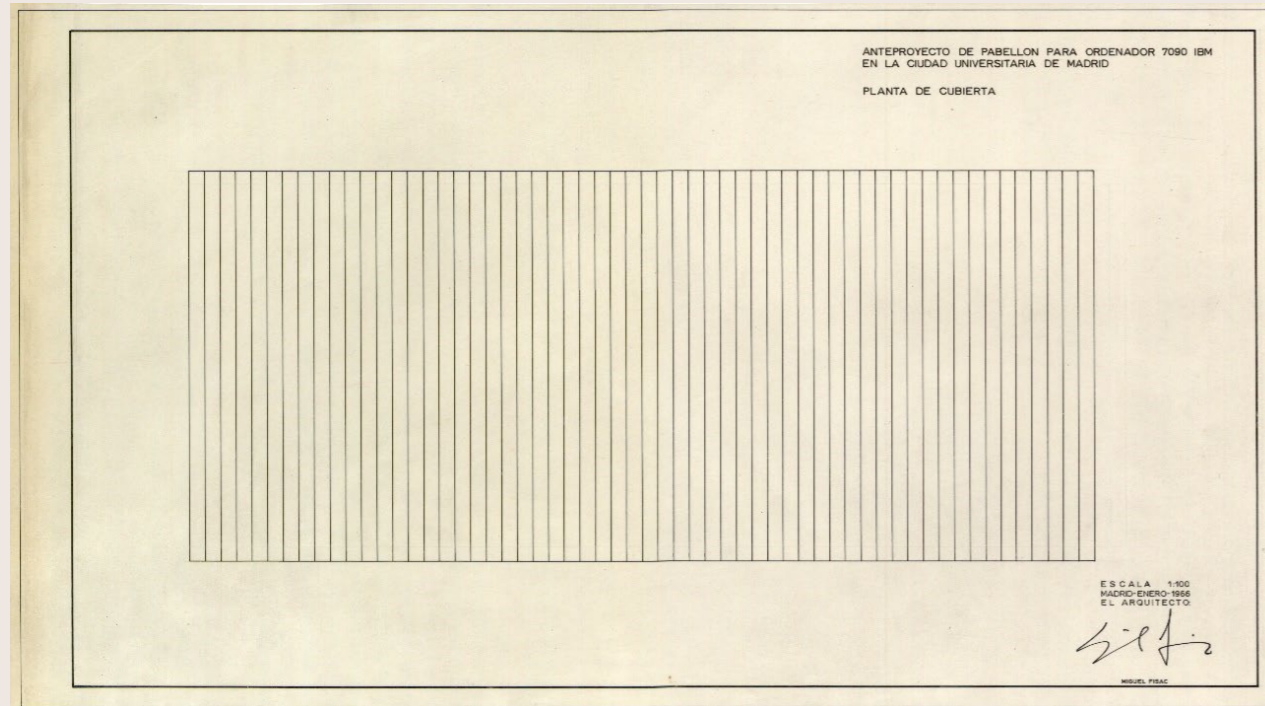
⁵⁸ Ver el número especial de Architectural Design, del editor invitado el arquitecto Liam Young, *Machine Landscapes: Architectures of the Post-Anthropocene* (Young, 2019a).

⁵⁹ Según cuenta Briones el CCUM no pudo operar veinticuatro horas al día desde el inicio no porque el IBM7090/IBM1401 no tuviera capacidad para ello sino porque no había personal cualificado suficiente en España para cubrir los turnos de trabajo necesarios para que esto ocurriera. Durante el primer año de funcionamiento del centro se impartió formación para poder contratar a más personal. Hasta que no se formó el número necesario y suficiente de personas no se pudieron aumentar las horas de trabajo de cálculo en el CCUM.

⁶⁰ Se puede profundizar más en estos temas sobre las ecologías de visibilización de los dispositivos tecnológicos de escala urbana en la tesis doctoral de Uriel Fogué Herreros *Ecología política y economía de la visibilidad de los dispositivos tecnológicos de escala urbana durante el siglo XX: abriendo la caja negra* (Fogué, 2015).

·T_229·

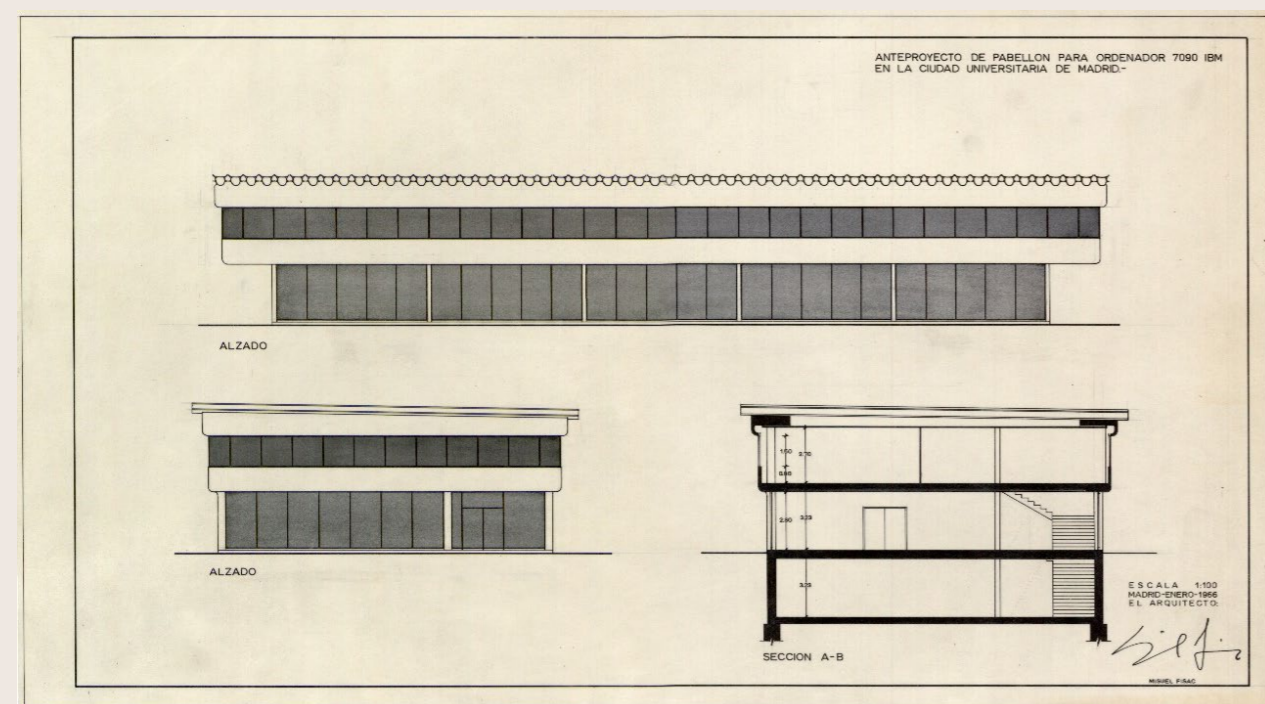
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL ANTEPROYECTO PRESENTADO EN ENERO DE 1966. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA DE CUBIERTAS. ANTEPROYECTO DE PABELLÓN PARA ORDENADOR 7090IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. 20 ENERO 1966, MIGUEL FISAC SERNA. DOCUMENTACIÓN CON LA QUE EL RECTOR ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS APROBÓ EL PROYECTO. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (11), 223_P (8), 223_P (10), 223_P (9), 223_S (2)).

·G_3.4.a_35·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL ANTEPROYECTO PRESENTADO EN ENERO DE 1966. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A DOS ALZADOS MÁS UNA SECCIÓN A-B. ANTEPROYECTO DE PABELLÓN PARA ORDENADOR 7090IBM EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. 20 ENERO 1966, MIGUEL FISAC SERNA. DOCUMENTACIÓN CON LA QUE EL RECTOR ENRIQUE GUTIÉRREZ RÍOS APROBÓ EL PROYECTO. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (11), 223_P (8), 223_P (10), 223_P (9), 223_S (2)).

·G_3.4.b_35·

Desde la aprobación del anteproyecto por el rector el 20 de enero de 1966, Miguel Fisac pasó a colaborar estrechamente en la planificación de las actividades a realizar en el interior del primer DA/DC CCUM con el que sería su primer director Florentino Briones (Briones Martínez, 2012, 25), cambiando el intercambio bidireccional entre arquitectura y computación que había mantenido hasta el momento con el ingeniero de IBM Andrés Bujosa por esta nueva relación con Briones.

En la propuesta de anteproyecto aprobada por todas las partes denominaba a esta arquitectura *pabellón*, como hemos visto. Se refería principalmente a esa parte del soporte físico del dispositivo: su carcasa o contenedor. Este pabellón o contenedor descrito en el anteproyecto del CCUM serviría de carcasa y envolvente al resto de componentes del DA/DC que estaban por definirse y venir.

Como ya ocurrió en algunos soportes físicos de otros casos de estudio previos (The World Game o su versión aligerada Expo Dome 1967, por ejemplo) en la documentación técnica desarrollada en el anteproyecto del dispositivo no se hacía alusión alguna al resto de componentes tecnológicos que componían el proyecto [Fig.G_3.4.b_33, Fig.G_3.4.a_34, Fig.G_3.4.b_34, Fig.G_3.4.a_35, Fig.G_3.4.b_35, Fig.G_3.4.a_38, , Fig.G_3.4.a_39], salvo en el plano de planta baja [Fig.G_3.4.b_40 y Fig.G_3.4.b_38] donde se dispusieron el contorno en planta y el código numérico para describir someramente algunos de los mismos y que Fisac seguramente conocía gracias a la ayuda de Bujosa. Parte de los componentes del IBM7090/IBM1401 se disponían siempre en la planta de forma ortogonal, bien ordenados y alineados, colocados en paralelo a los cerramientos de la carcasa, diseminados por la planta baja, con la misma presencia que el mobiliario moderno del hall de entrada de estas nuevas arquitecturas modernas de la computación. En cierta medida este documento ya anticipaba la intención de Fisac, que como explicaba Peris, era proyectar el espacio interior del CCUM para ser un espacio diáfano que permitiera el funcionamiento de los diferentes equipos y una ubicación libre de los mismos (Peris Sánchez, 2015, 70). Por una parte, esta intención arquitectónica era más que una estrategia metafórica que una aplicación física literal, puesto que los componentes tecnológicos de estas arquitecturas demandaban, por ejemplo, unas hiper instalaciones de acondicionamiento del aire (como cajas reductoras de presión, rejillas en el suelo y en el techo para la impulsión y extracción del aire, líneas de distribución en el suelo y en el techo para el mismo, etc.) que debían ubicarse exactamente en la posición de cada máquina con lo que hacía inviable su movimiento libre en el espacio diáfano de la sala de control o de máquinas de la planta baja. Así se diseñó por Fisac en los planos del proyecto de ejecución [Fig.G_3.4.a_43], que veremos a continuación.

Pero, por otro lado, finalmente esta intención de proyecto sí que se alcanzó en el soporte físico finalmente materializado, seguramente sobrevenida por las circunstancias de la obra. En algún momento de la construcción posterior a la entrega de la documentación del proyecto de ejecución, Fisac debió de modificar la disposición de todos estos terminales para ubicarlos de forma homogénea y equidistante a lo largo del falso techo Roclaine de la planta baja para permitir, de alguna manera, cierto grado de libertad en el movimiento de parte de los componentes tecnológicos del DC IBM 7090/IBM1401. Y seguramente esta decisión de proyecto vino precedida de la solicitud por parte de Briones de un cambio en la ubicación de parte de las unidades de cintas, cuando éste ya se encontraba en España trabajando en persona codo con codo con Fisac en el arranque del centro. Briones insistió a Fisac para disponerlas, no como se empeñaba en dibujar insistentemente el arquitecto ortogonalmente y paralelamente a los paramentos verticales, sino formando un arco de medio punto en planta, abrazando la consola principal de mando del equipo, para así ganar en practicidad en el uso diario del centro. Briones dibujó un esquema en planta con la disposición que él consideraba óptima para estos componentes tecnológicos⁶¹ [Fig.G_3.4.a_30]. Pareciera como si la arquitectura moderna en la

⁶¹ Florentino Briones no es capaz de datar la elaboración de este diagrama en planta. No recuerda exactamente si lo realizó cuando estaba todavía en Ispra (y se lo remitió a Bujosa, que se lo hizo llegar a Miguel Fisac para que éste pudiera dibujar la planta fechada como «año 1965»); o lo realizó cuando llegó a España en marzo de 1967 para empezar a trabajar de lleno en la puesta en marcha del CCUM y empezaron las conversaciones con Miguel Fisac durante la obra

·T_230·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM

«...SITUANDO EN LA DE ABAJO LA ZONA DE RECEPCIÓN, LA SALA DE MÁQUINAS Y LOS DIFERENTES APARTAMENTOS DE RECEPCIÓN DE PROGRAMAS, JEFE DE SALAS DE MÁQUINAS, PERFORISTAS, MÁQUINAS AUXILIARES, TÉCNICOS DE IBM, ARCHIVO DE CINTAS Y FICHAS, DEJANDO EN EL SÓTANO, ADEMÁS DE TODAS LAS INSTALACIONES DE ENLACE DE LAS MÁQUINAS, TRASFORMADORES, TOMA DE CORRIENTE ETC., LOS ALMACENES, EL ARCHIVO Y LA INSTALACIÓN DE LA MAQUINARIA DE AIRE ACONDICIONADO, DISPONIENDO EN LA PLANTA SUPERIOR LA TOTALIDAD DE LOS RESTANTES SERVICIOS DE ÍNDOLE PEDAGÓGICA Y ADMINISTRATIVA.» (MEMORIA DEL PROYECTO BÁSICO).

·G_3.4.a_36·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IMAGEN EXTERIOR DEL CCUM. PUEDE VERSE EL VOLUMEN SUPERIOR MACIZO DE HORMIGÓN APOYADO VOLANDO EN EL VOLUMEN INFERIOR LIVIANO DE VIDRIO TRANSPARENTE CUAL ESCAPARATE Y LAS VIGAS-HUESO «VALLADOLID» VOLANDO EN LA CUBIERTA. CA. 1968. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_E (2)).

·G_3.4.b_36·

que estaba educado Miguel Fisac y ponía en práctica en su arquitectura no pudiera en cierta medida abrazar, asumir y absorber otras maneras procedentes de otras disciplinas. Es como si las estrategias de diseño que provenían del campo de la informática no tuvieran cabida en el mundo de la arquitectura moderna y hubiera que *corregirlas*. Estas arquitecturas de la computación a los ojos del arquitecto debían ser racionales, funcionales y objetivas y responder, por tanto, a ciertas normas estéticas coherentes con dicha condición, porque daban cabida a habitantes (los dispositivos computadores) que también lo eran. Debían ser proyectadas y diseñadas por los profesionales de la arquitectura, que eran los que lidiaban con los espacios en su quehacer diario y no imaginaban que estas arquitecturas respondieran a otras lógicas que no fueran las racionales para las cuales la condición ortogonal era casi un dogma.

Finalmente, Fisac aceptó la petición de Briones y adoptó una estrategia que sí que parecía cumplir con su intención de ofrecer una planta diáfana y libre de obstáculos que permitiera el libre movimiento de estos otros habitantes tecnológicos.

Durante la materialización de la carcasa o el caparazón de esta arquitectura de la computación todos los terminales visibles de estas hiper instalaciones de acondicionamiento de aire se construyeron e instalaron ortogonalmente, paralelos a las fachadas, equidistantes unos a otros, de forma homogénea en el falso techo de Roclairne de la planta baja, para de alguna manera absorber los posibles cambios y ubicaciones demandados por la dirección del centro y la implementación futura de otras tecnologías más modernas. Este hecho adelanta lo que estudiaremos en el siguiente capítulo de esta tesis doctoral, el cómo estas arquitecturas se empiezan a proyectar como unas piezas de mobiliario que conquistan y colonizan el espacio doméstico y que, gracias a su condición objetual pueden rodearse y moverse, en parte, libremente por los espacios, como veremos.

Aunque en la planta baja entregada en el anteproyecto [Fig.G_3.4.a_34] y el proyecto básico [Fig.G_3.4.b_38] sí se hacía alguna alusión a los componentes tecnológicos del DC, no ocurría lo mismo con el resto de documentos de las primeras versiones del CCUM, así como el resto de documentos del anteproyecto ni como los documentos elaborados para el proyecto básico en febrero y marzo de 1966 [Fig.G_3.4.a_37, Fig.G_3.4.b_37, Fig.G_3.4.a_38, Fig.G_3.4.a_39, Fig.G_3.4.b_39, Fig.G_3.4.b_40]. Aunque estos componentes estuvieran configurando y caracterizando la volumetría y la sección espacial de estas arquitecturas de la computación, no dejaban restos de tinta en los documentos gráficos que daban forma a los proyectos. Todos estos componentes empezaban ya a operar como *fantasmas*, siendo una parte intrínseca e indispensable de estas arquitecturas, pero siendo invisibles al menos metafóricamente en la documentación arquitectónica producida pero también literalmente con la ocultación de muchos de sus componentes en falsos techos y suelos técnicos. La planta sótano, por ejemplo, se representaba sólo como un caparazón vacío de contenido, sin razón de ser y propósito definido en la propuesta. Pareciera como si en los soportes físicos o hardware de todas estas arquitecturas de la computación la parte tecnológica e infraestructural fuera obvia, conocida, accesoria o sin relevancia en los proyectos y, por tanto, no se dibujaba ni se incluía en los planos y documentos técnicos.

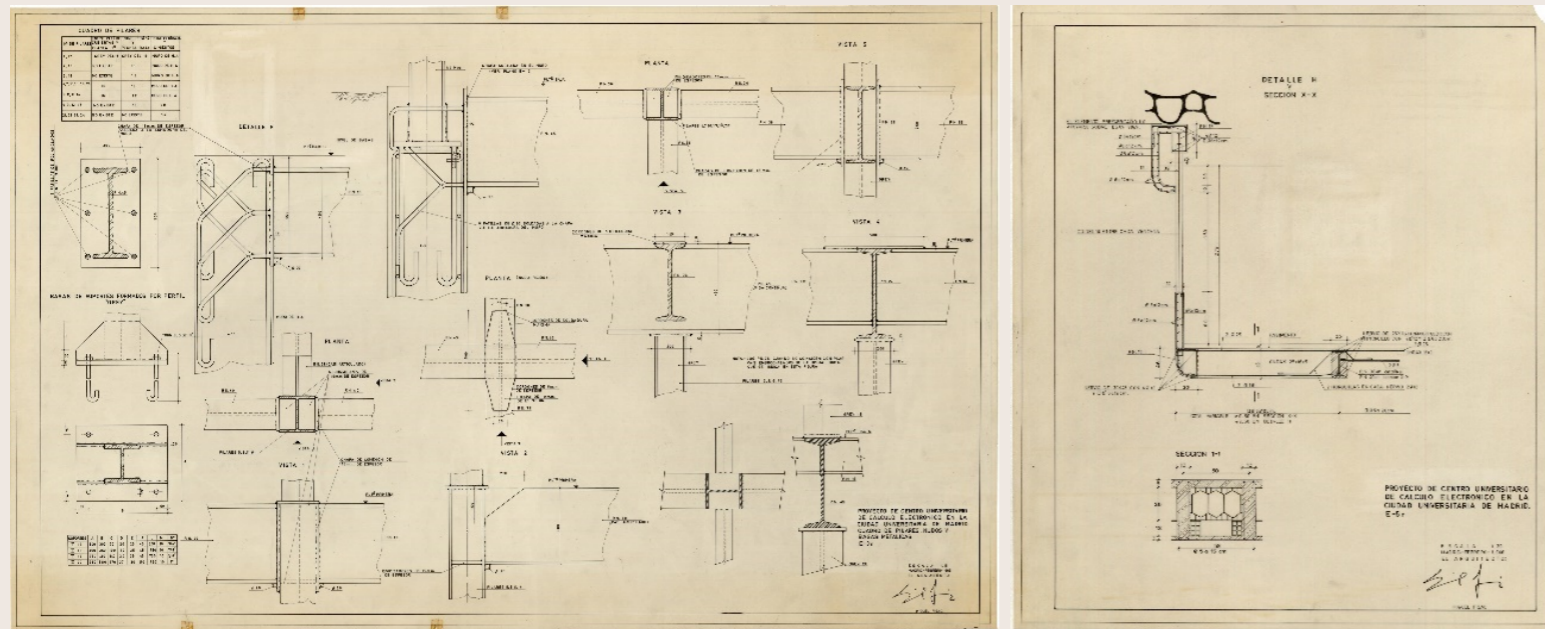
Y esta condición no venía derivada del desconocimiento del tipo de equipo que iba a ser cedido por IBM, como podía parecer en un principio, al no estar este dato incluido en el acuerdo de octubre (solo se hacía alusión a un computador de *alta capacidad*). Como ya vimos, tanto Briones como Fisac conocían el tipo de computador que iba a instalarse en Madrid, al menos desde diciembre de 1965, cuando elaboraron sus notas, el uno, y su anteproyecto, el otro.

La omisión en todos los documentos técnicos de toda esta información tan relevante en estas

para adecuar el soporte físico del dispositivo a las demandas que él imaginaba que serían más adecuadas; o lo realizó a posteriori, una vez se ubicaron las máquinas definitivamente en el espacio y el CCUM empezó a funcionar. Briones cree que lo más probable fue que lo realizó durante las obras del centro, cuando inquirió a Fisac a cambiar la disposición de las unidades de cintas.

·T_231·

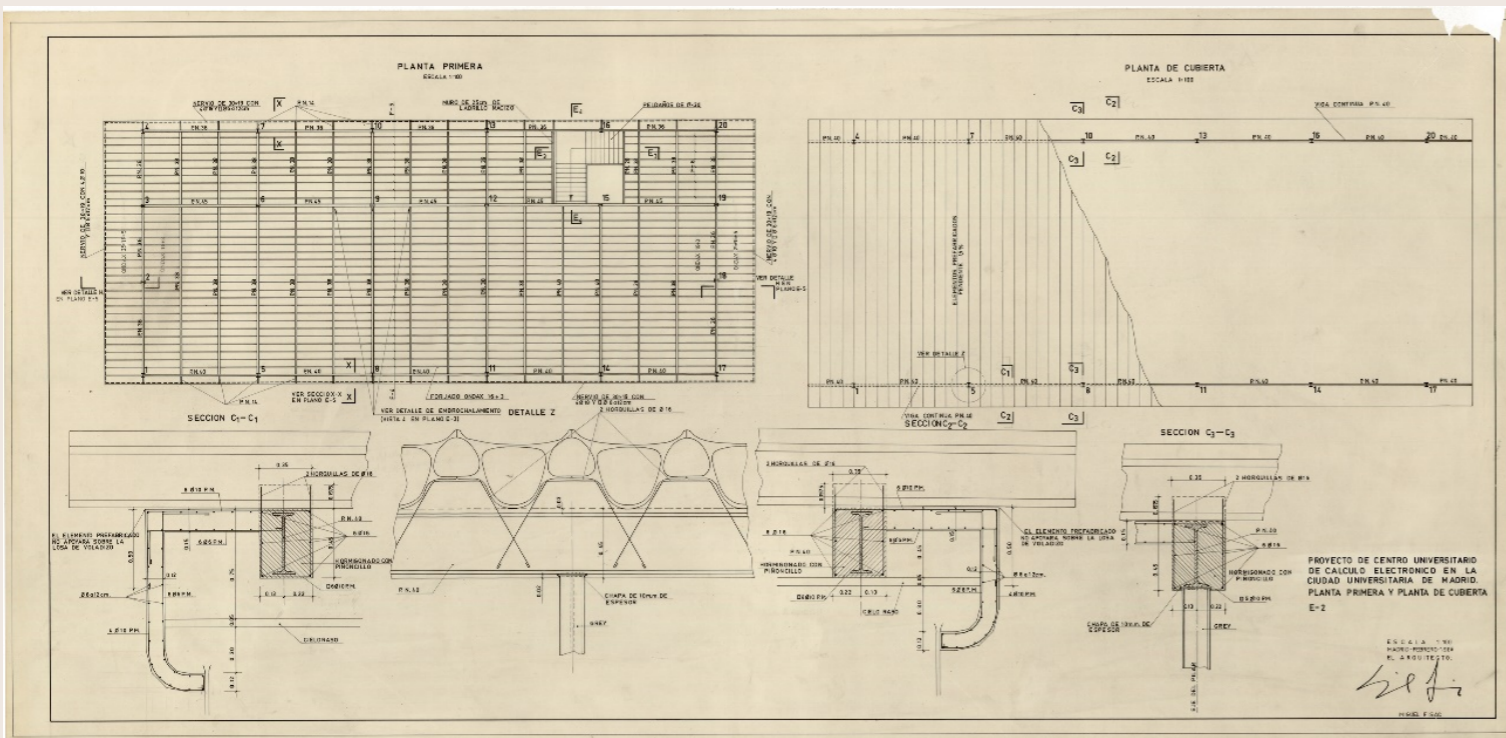
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IZQUIERDA: PLANO CON CUADRO DE PILARES, NUDOS Y BASES METÁLICAS DE LA PLANTA BAJA Y PLANTA PRIMERA. PROYECTO BÁSICO. FEBRERO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_C (02)). DERECHA: PLANO CON DETALLE CONSTRUCTIVO DEL VOLUMEN SUPERIOR DE HORMIGÓN CON LOS ANTEPECHOS DE SECCIÓN QUEBRADA Y DETALLE DEL FIRMADO SANITARIO DE PLANTA BAJA. PROYECTO BÁSICO. FEBRERO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_C (03)).

·G_3.4.a_37·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANTAS Y DETALLES DE ESTRUCTURA DEL CCUM. FORJADO DE PLANTA PRIMERA DE HORMIGÓN ARMADO Y FORJADO DE PLANTA DE CUBIERTA CONFIGURADO POR LAS VIGAS-HUESO «VALLADOLID» DE HORMIGÓN PRETENSADO POR ADHERENCIA. PROYECTO BÁSICO. FEBRERO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_E).

·G_3.4.b_37·

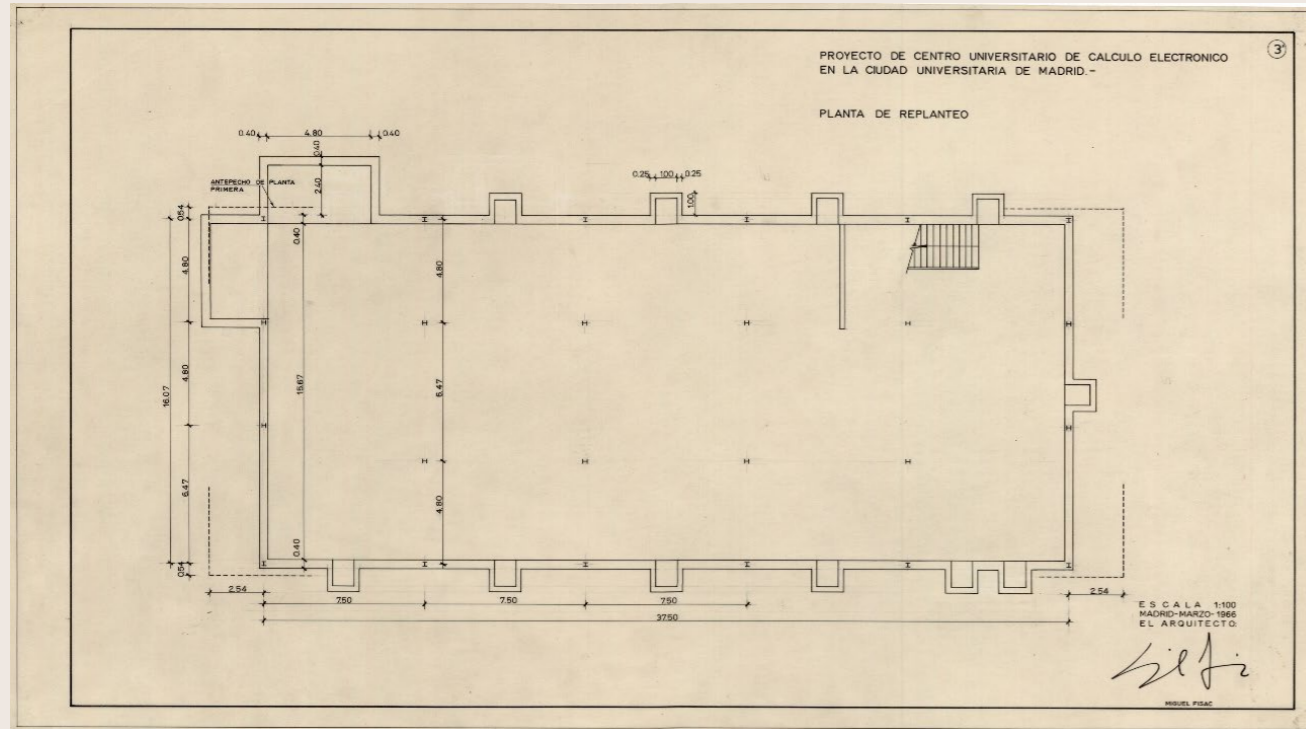
arquitecturas de la computación podía deberse al grado de detalle y desarrollo de los proyectos presentados (anteproyecto y proyecto básico) y quizá también promovida por el desconocimiento de los técnicos, tanto del campo de la arquitectura como de la computación, de cómo debían construirse estos dispositivos (recuérdese que ésta era la primera experiencia ex profeso y prototípica para todos, tanto para Fisac como para los técnicos y el personal informático de IBM España). Pero cabe destacar que el grado de desarrollo de los planos técnicos a nivel de proyecto básico que fue elaborando Fisac tras la aprobación del anteproyecto sí contenían información muy específica y técnica de otras partes de esta arquitectura de la computación, como la estructura metálica y de hormigón (cuadro de pilares, composición de los forjados de planta baja, primera y cubierta, armados de las vigas-hueso, etc.). Este hecho podría deberse a que eran materias y conocimientos que sí dominaba Fisac y su equipo, esperando a despejar las incógnitas que vendrían de la mano de la incorporación del corazón y el cerebro de ese caparazón proyectado, esos otros componentes tecnológicos que de momento eran tratados como invisibles.

Como puede extraerse de los detalles constructivos en sección elaborados por Fisac en febrero de 1966 [Fig.G_3.4.a_37] y en marzo de 1966 [Fig.G_3.4.b_40], respectivamente, el proyecto se concibió con una gran simplicidad formal (López, Ana Victoria, 2016, 298) y con una estética visual activa con respecto a los materiales, estableciendo como acabados finales al exterior el hormigón armado visto, los vidrios a hueso y las carpinterías metálicas de aluminio anodizado. Sin embargo, al interior, Fisac propuso una estrategia de ocultación e invisibilización de gran parte de esta estructura y el caparazón del soporte físico junto con muchos otros componentes de la sección constructiva. Como ya vimos, en el detalle constructivo se hace uso de los antepechos de perfil quebrado de hormigón para ocultar múltiples elementos. El suelo de la planta baja en un principio se proyectó como una simple lámina de sintasol adherida al forjado de hormigón. En la parte superior de la planta baja, el antepecho ocultaba el perfil metálico IPE que hacía las veces de cargadero perimetral, hacía de soporte para la carpintería metálica fija con su vidrio casi a hueso, además de incluir un foseado para alojar la persiana Gradulux (veneciana) y dar continuidad al falso techo de Roclairne de toda la planta, para no dejar vistos los conductos de ventilación y climatización, así como el cableado de la iluminación artificial. En la parte superior de la planta primera, el antepecho se sofisticaba para alojar el tambor de las persianas⁶², apoyar las carpinterías exteriores de las ventanas horizontales proyectantes, incluir una guía para las cortinas blancas que se añadieron finalmente en esta planta (como refuerzo del control solar y de las vistas de la planta primera) y como encuentro con el falso techo de Roclairne que también se colocó en esta planta, para ocultar todas las conexiones, cables, conductos, enlaces de las grandes instalaciones que debían incorporar estas arquitecturas de la computación. Estos dispositivos tecnológicos estaban hiper equipados e hiper dimensionados pero esta condición ya no saltaba a la vista.

⁶² Estas persianas enrollables están todavía instaladas y operativas en el antiguo CCUM. Cada una estaba separada sólo por un perfil cuadrado de 10 cm de lado formado por dos U metálicas enfrentadas. Florentino Briones apunta un dato muy curioso sobre estas persianas y la coreografía que los habitantes del centro debían *performar* en su cotidianidad para manipularlas. Debido a la posición tan cercana entre todas las persianas de la planta primera, que conforman una envolvente homogénea en todo el perímetro superior del volumen volado, los cardanes y los carretes con la cinta para recogerlas de cada una de ellas debían ubicarse por el detalle constructivo implementado en la persiana contigua y viceversa. Es decir, las cintas para enrollar cada persiana enrollable están intercambiadas. Por ejemplo, en una estancia interior, la persiana que protege a la ventana de la izquierda se manipula y recoge con la cinta situada en ventana y persiana de la derecha y viceversa. Es decir, las cintas contiguas a cada persiana no manejan dicha persiana sino la contigua, situada a la derecha o a la izquierda. Este hecho propiciaba situaciones como la que describe Briones, la que ocurría en los baños de la planta primera, situados junto a la fachada norte. La persiana situada en las ventanas de la cabina de los baños destinada al uso del género femenino se manipulaba desde las cabinas de los baños destinadas al uso del género masculino y viceversa, propiciando una disolución seguramente inesperada y no intencionada por parte de Fisac de esta división según la construcción social del género. Aunque inconscientemente y de forma no intencionada esta arquitectura de la computación ya proponía un espacio inclusivo e indiferente o *queer* a cuestiones relativas al género, disolviendo en una especie de disidencia arquitectónica invisible y silenciosa la segregación artificial por género.

·T_232·

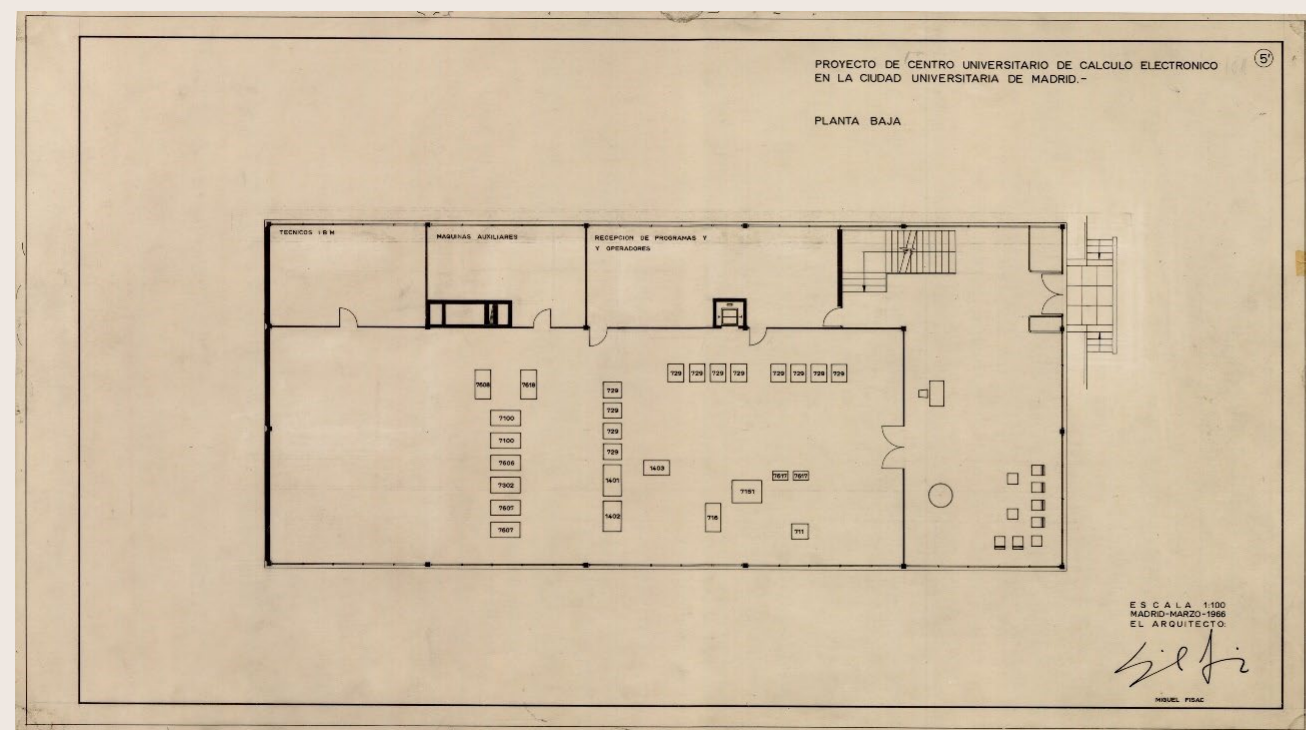
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANTA DE REPLANTEO DE PLANTA SÓTANO CON LA COLECCIÓN DE PATIOS INGLESES ALREDEDOR DEL MURO DE CONTENCIÓN, PARA INTRODUCIR ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL A DICHA PLANTA. PROYECTO BÁSICO. MARZO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (4)).

·G_3.4.a_38·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANTA BAJA DEL PROYECTO BÁSICO DEL CCUM. NÓTESE EL CAMBIO EN LA ESCALINATA DE ACCESO, ASÍ COMO LA INCORPORACIÓN DEL MONTAPAPELES ELÉCTRICO Y LOS SHUNTS DE INSTALACIONES. PROYECTO BÁSICO. MARZO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_P (1)).

·G_3.4.b_38·

Este sería el inicio del proceso de desmaterialización de las formas sólidas de estas arquitecturas de la computación, como una acción asociada al *encoger*, al encogimiento y reducción literal de su impacto visual y caracterización de los espacios y las estéticas asociadas. Este caso de estudio era similar al que mostraba la arquitectura propuesta años más tarde en la película de ciencia ficción *Brazil* de 1985 (Terry Gilliam) y que hacía alusión directa a la complejidad intestinal de la vida llena de gracia doméstica descrita en su texto «A Home is not a House» (Banham & Dallegret, 1965). Ésta proponía habitar prácticamente una infraestructura doméstica hiper equipada con millones de cables, conectores, tubos y flujos, que habitaban sus tripas y que le daban sentido pero que, sin embargo, permanecían ocultos bajo toda la modulación de elementos interiores que configuraban su trasdós tridimensional (falsos techos, suelos técnicos, paneles de paramentos verticales) [Fig.G_3.4.a_41, Fig.G_3.4.b_41].

El desarrollo del proyecto en este punto sufre un parón. Briones seguía en Italia, organizando y dirigiendo desde la distancia el arranque de las actividades del CCUM y Fisac quizá empezó a destinar los esfuerzos del estudio a desarrollar el otro proyecto de IBM, junto con los demás encargos en marcha en la oficina. Durante estos meses se produjo un intercambio de correspondencia entre la Universidad de Madrid, el Ministerio de Educación Nacional e IBM España en el que se va dando información sobre la aceptación del proyecto arquitectónico (con el anteproyecto y el básico elaborados hasta la fecha).

El proyecto de ejecución del CCUM (marzo 1967).

Durante los meses de 1966 el rector de la Universidad de Madrid recibió varias misivas en relación al desarrollo del proyecto del CCUM. Como explican Aramis y Muñárriz en su libro, la Facultad de Ciencias remitió una carta al rector con fecha 9 de febrero de 1965 en la que se quejaba de la orientación del edificio (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965; López, Aramis & Muñárriz, 2021, 34). Posiblemente porque la parcela asignada al CCUM obstaculizaba parte de las vistas desde la Avenida Complutense a la fachada principal de la Facultad de Ciencias Físicas, la que da a la Plaza de las Ciencias. Quizá fuese esta carta la que desencadenaría el cambio posterior de parcela y el consiguiente cambio de orientación del soporte físico de este dispositivo, en marzo de 1967, un año después, como veremos a continuación.

El rector también recibió otra misiva el 22 de marzo de 1966 del presidente de la Junta de Energía Nuclear advirtiendo de la actitud descaradamente *comerciante* de IBM España al ofrecer un dispositivo que estaba siendo trasladado desde el CERN de Ginebra a la Universidad de Heidelberg (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965). No se sabe si el objetivo de esta carta fue para alertar al rector de la Universidad de Madrid de la posibilidad de que el IBM 7090 se quedara en Alemania o para hacerle notar que el dispositivo que se iba a ceder a España estaba más que amortizado por su uso en varias ubicaciones previas.

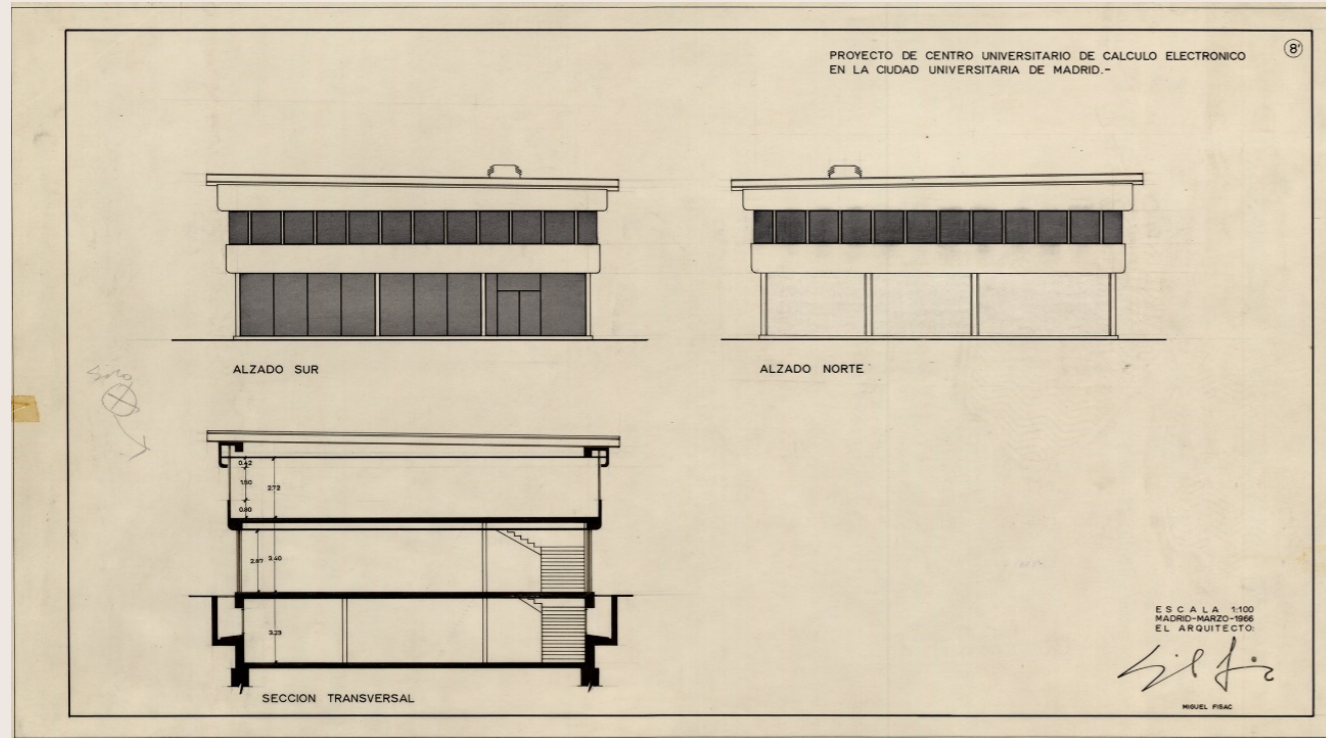
Fue el 8 de junio de 1966 cuando, por fin, IBM España confirmó que los componentes tecnológicos del DC que provenían del CERN y de la Universidad de Heidelberg llegarían a España el 1 de noviembre de 1966 para su incorporación a la carcasa del soporte físico que estaba desarrollando Fisac (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid, 1965).

Y así fue como el 1 de noviembre de 1966 llegaron los componentes tecnológicos del IBM7090 y el IBM1401 a Madrid, seguramente de manera similar a como llegaron a Ispra (Italia) [Fig.G_3.4.b_27].

Presumiblemente a partir de ese momento, fue cuando se reactivó el desarrollo del proyecto del soporte físico del CCUM en el estudio de Fisac. Durante los meses de invierno de 1966 y principios de 1967, justo un año más tarde de que se hubiera comenzado a trabajar en el DA, Fisac, en colaboración estrecha con Florentino Briones, empezó a desarrollar el Proyecto de Ejecución, ya con la seguridad de que el equipo de altas capacidades cedido por IBM sería el

·T_233·

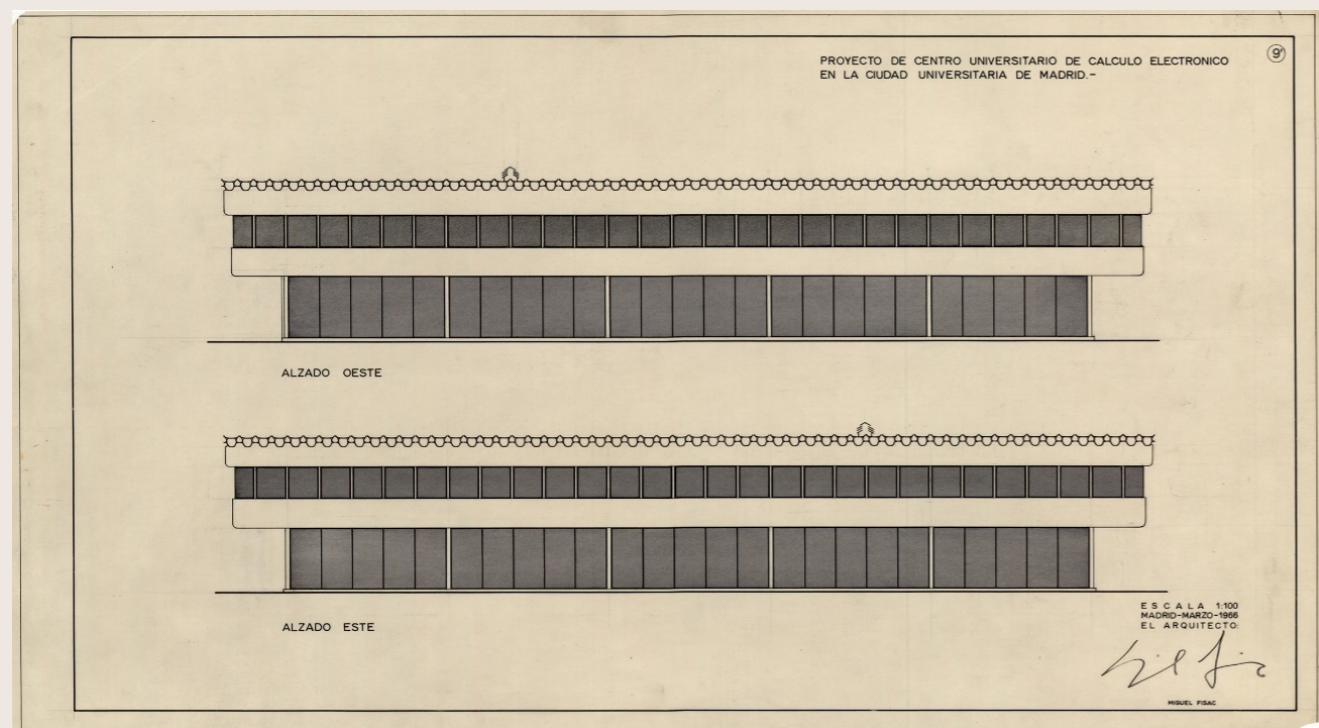
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



ALZADO SUR Y NORTE, JUNTO CON LA SECCIÓN TRANSVERSAL DEL PROYECTO BÁSICO DEL CCUM. NÓTESE LA DESIGNACIÓN DE LOS ALZADOS SIGUE SIENDO LA MISMA Y LA PIEZA SIGUE APOYANDO DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO. PROYECTO BÁSICO. MARZO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_S [1]).

·G_3.4.a_39·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



ALZADO OESTE Y ESTE DEL PROYECTO BÁSICO. NÓTESE LA DESIGNACIÓN DE LOS ALZADOS SIGUE SIENDO LA MISMA, LA PIEZA SIGUE APOYANDO DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO Y HA DESAPARECIDO EL LOGOTIPO DE IBM EN EL ALZADO OESTE. PROYECTO BÁSICO. MARZO 1966. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_A [1]).

·G_3.4.b_39·

binomio IBM 7090/IBM 1401.

Seguramente, en algún momento durante esos meses, se les comunicó el cambio de parcela y de orientación del soporte físico, quizá propiciado por la queja remitida al rector por parte de la Facultad de Ciencias, lo que aparejó que, junto con la entrega del Proyecto de Ejecución «Proyecto de Centro Universitario de Cálculo Electrónico en la Ciudad Universitaria de Madrid», en marzo de 1967, se hiciera entrega también de un proyecto de modificaciones, el «Proyecto de Obras y Servicios Complementarios, para el Centro Universitario de Cálculo Electrónico, en la Ciudad Universitaria, de Madrid», también elaborado en marzo de 1967.

El contenido del proyecto de ejecución constaba de varios documentos técnicos a varias escalas (1:1000 y 1:100), adicionales a los producidos en el proyecto básico: Un plano de emplazamiento con la nueva ubicación de la parcela y la nueva orientación del soporte físico en relación a la Facultad de Ciencias Físicas y la de Ciencias Químicas, junto con la Plaza de las Ciencias; una planta sótano, planta baja, planta primera y planta de cubiertas correspondientes a la super instalación de acondicionamiento de aire; un plano con dos alzados trasversales (todavía con la nomenclatura antigua, alzado sur y alzado norte) y una sección transversal (con anotaciones a bolígrafo azul sobre el plano en relación a la modificación para la implementación de la climatización en los antepechos, suelos técnicos y falsos techos); una planta baja y una planta primera sobre la instalación eléctrica y un presupuesto desglosado por partidas, todo ello con fechas de marzo de 1967 [Fig.G_3.4.a_42, Fig.G_3.4.b_42, Fig.G_3.4.a_43, Fig.G_3.4.b_43, Fig.G_3.4.a_44, Fig.G_3.4.b_44, Fig.G_3.4.a_45, Fig.G_3.4.b_45, Fig.G_3.4.a_46].

La ubicación original en la parcela al sur de la facultad, con orientación norte-sur de la pieza, se mantuvo desde el inicio del proyecto en noviembre-diciembre de 1965 hasta la entrega del proyecto de ejecución en marzo de 1967, cuando se modificó la ubicación de la parcela y cambió la orientación este-oeste del soporte físico del CCUM. La orientación original norte-sur daba sentido *lógico* a todas las decisiones de proyecto tomadas hasta la fecha. El cambio de parcela hacia una situada al norte de la Facultad de Ciencias Físicas, en una calle más arriba (llamada también Avenida Complutense), paralela a la Plaza de las Ciencias, junto con el cambio de orientación, girando la parcela noventa grados en el sentido antihorario, haciendo que el alzado sur pasara a ser el este y así sucesivamente con el resto, se produjo un año y medio más tarde, en marzo de 1967, cuando el estudio de Fisac ya había cerrado prácticamente el diseño, entregando el proyecto de ejecución del dispositivo tecnológico [Fig.G_3.4.a_42, Fig.G_3.4.b_42, Fig.G_3.4.a_43, Fig.G_3.4.b_43, Fig.G_3.4.a_44, Fig.G_3.4.b_44, Fig.G_3.4.a_45, Fig.G_3.4.b_45, Fig.G_3.4.a_46].

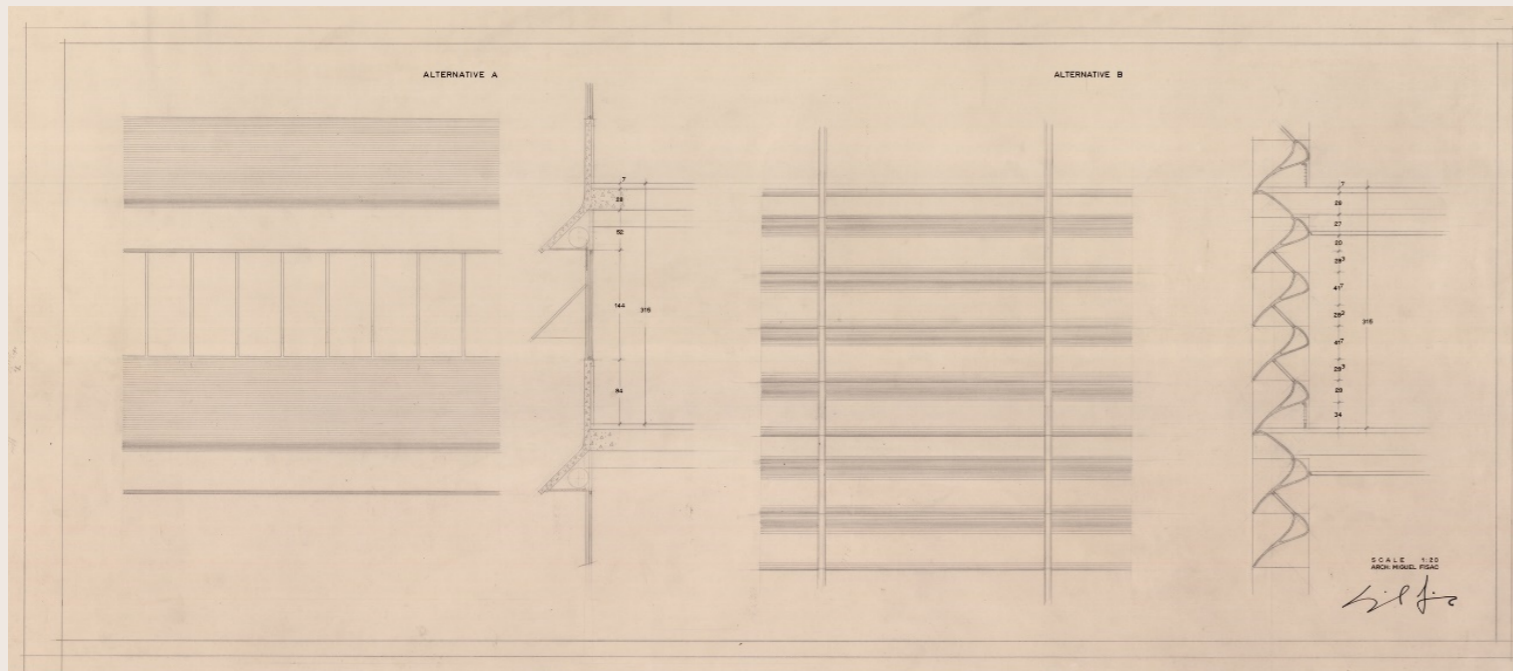
Como si de un objeto o un artefacto periférico (interfaz) se tratara, el soporte físico del DA/DC del CCUM se movía por el campus de la Universidad de Madrid y se disponía en el territorio y el espacio libremente, sin atender al contexto, al entorno exterior más cercano o la posición con respecto al sol. Esta arquitectura de la computación empezaba a ser autónoma, como una pieza de mobiliario dispuesta en un espacio, más o menos urbano, casi abstracto.

El cambio de parcela y orientación explica el porqué de muchas decisiones extrañas y quizá algo torpes que muestra el proyecto finalmente construido, no muy comunes en la obra arquitectónica de Fisac. Cuando hoy en día se tiene la posibilidad de visitar esta arquitectura de la computación aún en pie y en funcionamiento, llama la atención el encaje y la relación de la pieza con respecto a las edificaciones cercanas y el acceso bastante angosto y tortuoso a la misma, con muchos giros, encerrado entre edificios, desde una escalinata paralela a la nueva acera de acceso, la correspondiente a la pequeña parte de la Avenida Complutense al norte, donde se ubicaba ahora la fachada de entrada al edificio con la orientación final [Fig.G_3.4.b_46].

Otras decisiones extrañas del proyecto fueron la ubicación de una fachada completamente ciega en planta baja hacia al oeste, justo caracterizando el alzado principal de la pieza en contacto con la calle más concurrida, la de la Avenida Complutense, contradiciendo las indicaciones del decálogo de diseño de IBM. O la ubicación de una fachada completamente

·T_234·

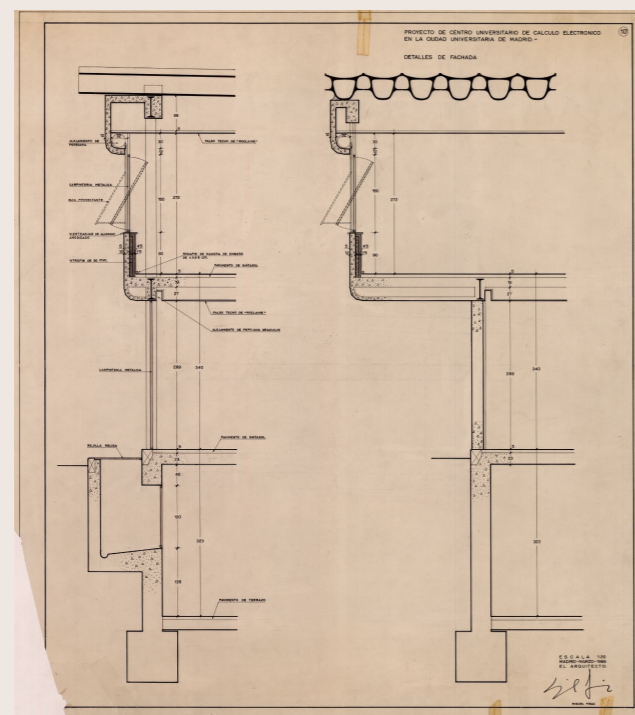
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



PLANO DE DETALLE DE ALZADO DE DOS ALTERNATIVAS A Y B PARA LA SOLUCIÓN DEL CONTROL SOLAR DE LA FACHADA A PONIENTE DE LA SEDE CENTRAL DE IBM EN ESPAÑA, EN EL PASEO DE LA CASTELLANA, 4. CA. 1966-1967. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 233_P109 DETALLE FACHADA ALTERNATIVA A Y B).

·G_3.4.a_40·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



DETALLES DE FACHADA DEL CCUM. SE PUEDEN APRECIAR LOS ANTEPECHOS DE HORMIGÓN DE PERFIL QUEBRADO QUE ALOJABAN EL TAMBOR DE LAS PERSIANAS DE LA PLANTA BAJA Y EL CANAL PARA ALOJAR LAS PERSIANAS GRADUABLES DE LA MARCA GRADULUX, TIPO VENECIANAS, EN LA PLANTA BAJA (QUE FINALMENTE NO SE INSTALARON). PROYECTO BÁSICO. MARZO 1966. MADRID. MIGUEL FISAC. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_C (1)).

·G_3.4.b_40·

acristalada fija de suelo a techo, también en planta, al sur, sin ninguna protección frente a la incidencia directa del sol, etc. O la inclinación de quince grados de las vigas-hueso que conformaban la planta de cubiertas para verter el agua de lluvia que recogían justo hacia la fachada norte, donde estaba ubicado el principal acceso peatonal al CCUM, propiciando la creación en los días de lluvia de una cortina de agua justo por donde se producía el mayor tránsito de personas (la acera de ese tramo de la Avenida Complutense) y vehículos (paralelo a esa fachada estaban ubicadas algunas plazas del aparcamiento del Centro). Todas ellas sólo se entienden teniendo en consideración este cambio sustancial sobrevenido en el proceso de proyecto del CCUM. El soporte físico del dispositivo era una pieza cuya carcasa era homogénea en la planta primera pero cuya caracterización específica en planta baja difería según la orientación y en el encaje en la parcela original, condiciones que no se vieron afectadas por todas las modificaciones y que menoscabaron la calidad y la usabilidad final del centro.

A pesar del cambio de solar, de orientación, del giro de noventa grados de la pieza, de las condiciones del firme de la nueva parcela y con la construcción a punto de empezar, el soporte físico del dispositivo CCUM apenas sufrió modificaciones, manteniéndose las grandes decisiones arquitectónicas de proyecto.

De hecho, en todos los documentos producidos para el proyecto de ejecución, se mantiene la rotulación de la orientación original de los alzados, denominando al alzado que realmente fue el este todavía como alzado sur y al alzado oeste como el antiguo alzado ciego norte [Fig.G_3.4.b_44].

Cabe destacar que sí se produjeron algunas modificaciones en el número de estancias, su dimensión y disposición en las distintas plantas, desde el anteproyecto y el proyecto básico del soporte físico, elaborados entre diciembre de 1965, enero, febrero y marzo de 1966, hasta la entrega del proyecto de ejecución un año más tarde, en marzo de 1967. Seguramente todas ellas también resultado del diálogo entre el arquitecto y el futuro director del centro. Como comenta Briones en la entrevista, desde que se aprobó el anteproyecto y se hizo el encargo formal del soporte físico del CCUM mantuvo un diálogo e intercambio bidireccional con Fisac para poder dar forma al proyecto. Al principio no fue en persona puesto que Briones permanecía en Ispra (Italia). No fue hasta el regreso a España de Briones, en marzo de 1967⁶³, cuando presumiblemente se iniciaron las obras de construcción del CCUM⁶⁴, cuando empezaron a colaborar en persona.

En la planta sótano ya aparecen distintas estancias que dividen el espacio interior y disponen espacios para varios componentes tecnológicos del computador, como las perforadoras, el almacén o parte de la unidad de memoria (conectado con la planta superior con un montapapeles⁶⁵ eléctrico con capacidad para cargar 50 kilos de peso, artículo XI en el presupuesto), el cuarto de instalaciones (con la fuente de alimentación y el sistema de refrigeración y climatización de aire), o un espacio libre donde se realizaron muchas de las

⁶³ Florentino Briones explica que a su llegada desde Italia de vuelta a nuestro país para empezar a trabajar en sus funciones como primer director del CCUM (organizando el centro, localizando a personas y realizando entrevistas para conformar el equipo humano del mismo) IBM España le proporcionó un despacho en las oficinas que la empresa tenía en la capital, ubicadas en la Calle Serrano, 27, mientras se proyectaba y construía su sede central en el Paseo de la Castellana, 4. Desde marzo de 1967 Briones estuvo haciendo entrevistas al futuro personal del CCUM que se incorporó a partir de 1968. Una de las personas que empezó a trabajar en el CCUM como perforista fue la hermana del propio Briones, María Luisa Briones Martínez.

⁶⁴ Como reza la memoria del proyecto de modificación «Proyecto de Obras y Servicios Complementarios, para el Centro Universitario de Cálculo Electrónico, en la Ciudad Universitaria, de Madrid» entregada junto con el proyecto de ejecución, ambos en marzo de 1967, como veremos a continuación y como confirma Florentino Briones en la entrevista concedida.

⁶⁵ Briones comenta que el montapapeles conectaba no sólo la planta sótano con la planta baja, como indica el proyecto de ejecución, sino que también conectaba la planta baja con la planta primera. Se utilizaba para transportar las cajas de cartón que albergaban las fichas o tarjetas perforadas que contenían los programas o *software* del dispositivo tecnológico. Este montapapeles era una especie de driver analógico tridimensional.

·T_235·

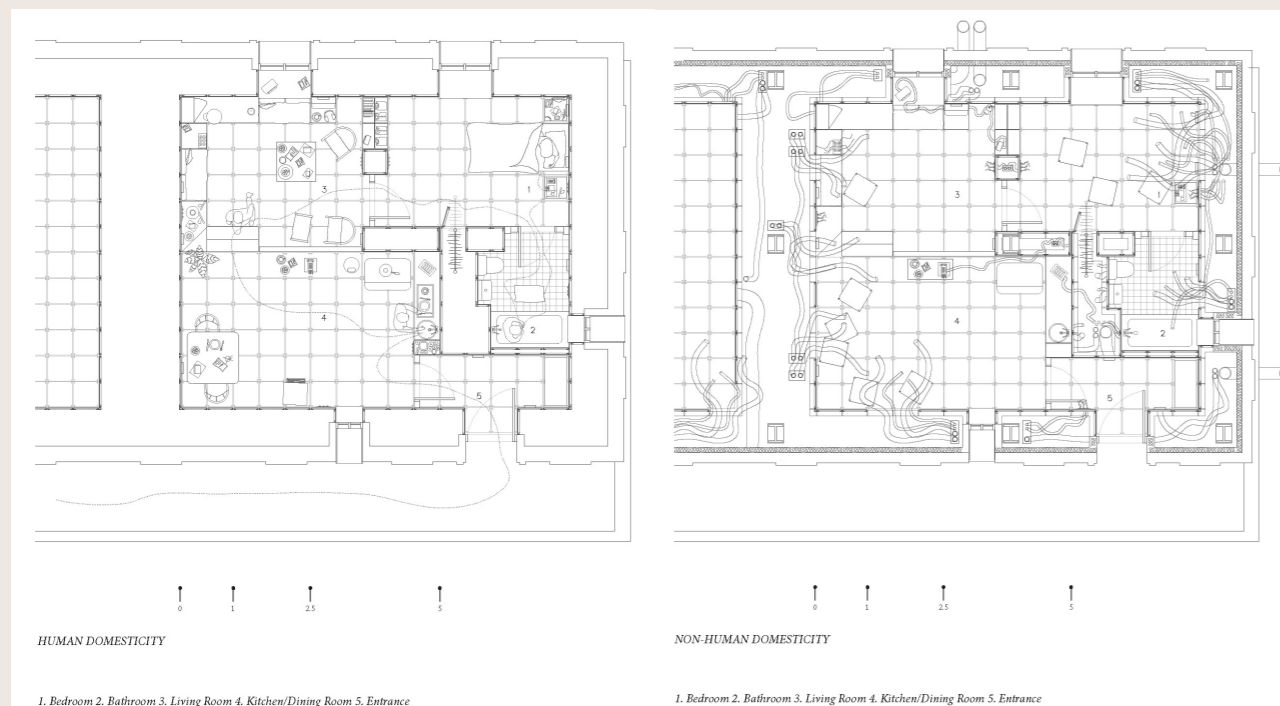
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IZQUIERDA: FOTOGRAMA DEL ESPACIO INTERIOR MODULADO Y TRASDOSADO DOMÉSTICO DE LA VIVIENDA DE SAM LOWRY EN LAS SHANGRILA TOWERS, ANTES DEL COLAPSO DE LAS INFRAESTRUCTURAS E INSTALACIONES IMPRESCINDIBLES. FUENTE: BRAZIL, TERRY GILLIAM, 1985. DERECHA: FOTOGRAMA DEL ESPACIO INTERIOR DOMÉSTICO DESPUÉS DEL COLAPSO, CON TODAS LAS TRIPAS A LA VISTA. FUENTE: BRAZIL, TERRY GILLIAM, 1985.

·G_3.4.a_41·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



IZQUIERDA: PLANTA DEL APARTAMENTO DE SAM LOWRY, EL PROTAGONISTA, ANTES DEL COLAPSO. NÓTESE LA INVISIBILIZACIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS TRAS LOS MÓDULOS QUE CONFIGURAN EL ESPACIO DOMÉSTICO. FUENTE: ELABORACIÓN DE LA AUTORA JUNTO CON LEYLA HEPSAYDIR, 7 DE MARZO DE 2022. DERECHA: PLANTA DEL APARTAMENTO TRAS EL COLAPSO DE LAS INSTALACIONES, DEJANDO VER TODAS LAS TRIPAS DE ESTA ARQUITECTURA. FUENTE: ELABORACIÓN DE LA AUTORA JUNTO CON LEYLA HEPSAYDIR, 7 DE MARZO DE 2022.

·G_3.4.b_41·

exposiciones que promovió el CCUM a través de la figura de Mario Fernández Barberá⁶⁶ durante sus primeros años de funcionamiento [Fig.G_3.4.a_47, Fig.G_3.4.b_47, Fig.G_3.4.a_48, Fig.G_3.4.b_48].

En la planta baja se modificó el diseño de las distintas versiones de escalinatas de acceso (seguramente promovido por el cambio de parcela, de orientación y procedencia de los principales flujos de personas en cada una de ellas), se eliminaron las particiones en el interior de la sala de control o sala de máquinas y se cambió la disposición de las estancias adyacentes en «L» por una disposición lineal de las mismas. Finalmente, en la planta baja, sólo se ubicaron tres espacios: un gran hall de entrada que se amuebló con tres conjuntos de mesas y sillas Tulip de Eero Saarinen, que servía de sala de reunión para las reuniones con las visitas al CCUM [Fig.G_3.4.a_49, Fig.G_3.4.b_49, Fig.G_3.4.a_50]; la gran sala de control o sala de máquinas, con parte de los componentes tecnológicos del IBM7090/IBM1401 a la vista (pero cuyo acceso estaba restringido); y las salas adyacentes para la recepción de programas y operadores (donde se encontraba el montapapeles eléctrico que trasladaba las pesadas cajas donde se ordenaban las fichas o tarjetas perforadas⁶⁷ que alojaban los programas o *software* del DC) [Fig.G_3.4.b_50], la sala para las máquinas auxiliares y la sala para los técnicos de IBM. La sala para perforistas, el archivo de cintas y fichas y el despacho del jefe de máquinas del anteproyecto se llevaron a la planta primera o desaparecieron de la propuesta.

El mobiliario del CCUM.

Todas las piezas del mobiliario interior, así como la elección de las obras de arte que colgaban de las paredes y la decoración del CCUM, fueron escogidas por Mario Fernández Barberá, de acuerdo con Miguel Fisac⁶⁸. Durante esos años Fisac estuvo negociando con IBM España la posibilidad de que el arquitecto recibiera el encargo del amueblamiento y el diseño de las piezas de mobiliario que vestirían tanto la sede central de IBM España en el Paseo de la Castellana, 4 como el CCUM. Desde IBM facilitaron a Fisac el contacto de un comercial, Rafael García, de la firma productora de muebles Knoll para producir una serie de piezas tras la elaboración de varios croquis por parte del arquitecto, pero este encargo no fructificó y no llegó a materializarse (Peris López, Peris Sánchez, & Navarro Gallego, 2021). Al final, en el Centro de Cálculo sólo se instalaron las pantallas fluorescentes «Blancanieves» diseñadas por Fisac para suministrar la iluminación artificial homogénea que requería esta arquitectura *non-stop* de la computación, que junto con los indicadores luminosos de los componentes tecnológicos del IBM7090 /IBM1401 configuraban un espacio iluminado artificialmente muy característico y especial [Fig.G_3.4.a_50,

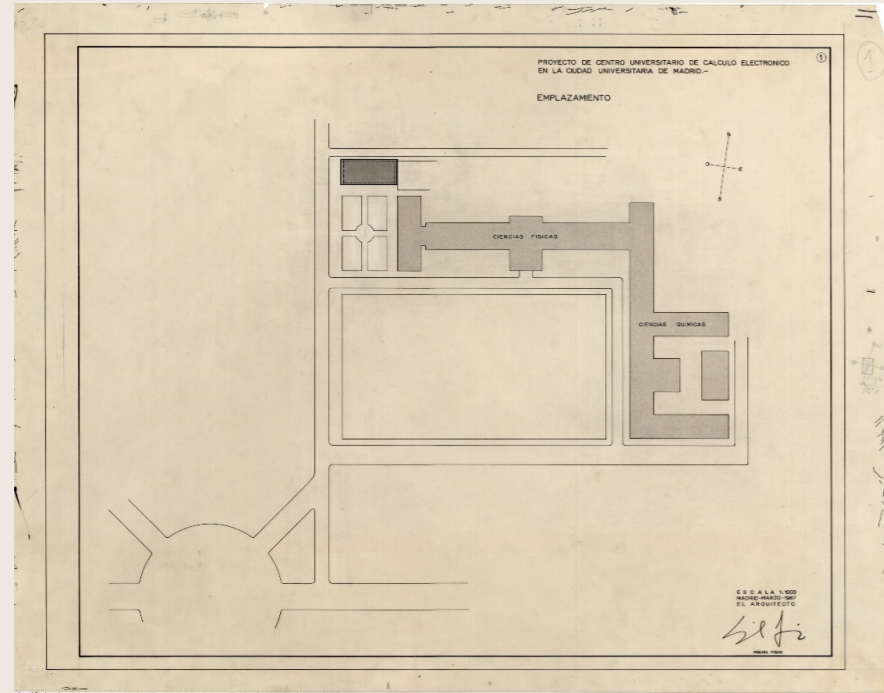
⁶⁶ Fernández Barberá poseía una razonable colección personal de arte, especialmente contemporáneo, que continuó ampliando toda su vida. Ya había organizado exposiciones con anterioridad e incluso había gestionado una galería de arte muy peculiar en Ibiza (López, Aramis & Munárriz, 2021, 51).

⁶⁷ La ficha o tarjeta perforada es uno de los primeros sistemas industriales de manipulación de la información que rigió el desarrollo de los primeros computadores. Fue ideada por Hollerith hacia 1885 para acelerar el recuento del censo en los Estados Unidos y se trataba de un sistema tecnológicamente tan perfecto que se ha mantenido en uso durante más de un siglo sin apenas modificaciones. Abraham Moles la ha descrito así: «La ficha perforada es una materialización primero de las cifras y luego de las letras (sistema alfanumérico), basada en la correspondencia entre un sistema binario de "sí" o "no": presencia o ausencia de agujeros en una hoja de papel (que permite o impide la circulación de una corriente eléctrica exploradora) y un sistema decimal en el que la posición del agujero en la ficha representa una cifra. La ficha perforada estándar, tal como ha sido confeccionada por Rand y la firma IBM, basándose en el modelo facilitado por Hollerith, contiene 80 columnas de 12 posiciones verticales dispuestas sobre una tarjeta de 84 por 188 milímetros. Las diez posiciones de la parte bajan de las columnas significan respectivamente 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Una perforación en la tercera línea a partir de 0 significará la cifra 3. Las dos posiciones superiores sirven para lo que se denomina codificación alfabética. Si en la columna se perforan simultáneamente dos agujeros, quiere decirse que la columna corresponde a una letra, hallándose repartidas las letras del alfabeto en tres grupos: de la A a la I, de la J a la R y de la S a la Z. La figura adjunta presenta esta codificación alfabética. La ficha perforada permite, pues, expresar 80 cifras o letras por cada tarjeta» (Moles & Zeltmann, 1975, 294).

⁶⁸ Según conversación con Briones. Ver entrevista en anexo 8.1.

·T_236·

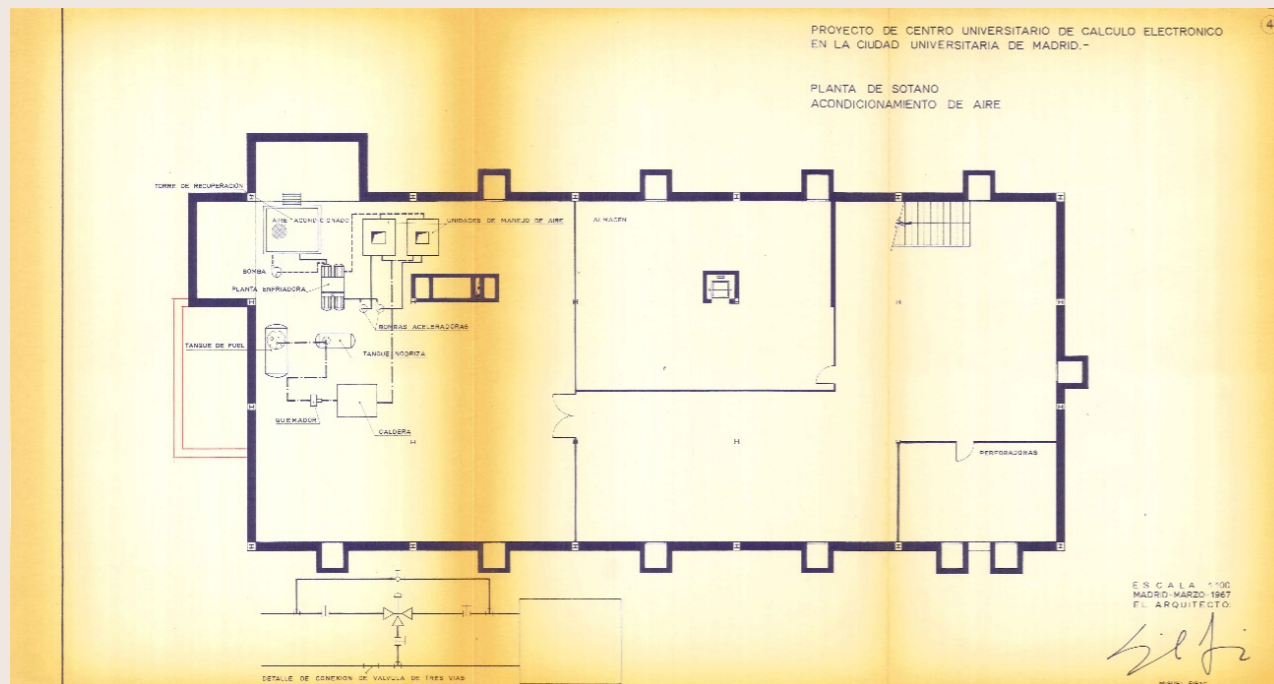
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:1000 CORRESPONDIENTE AL NUEVO PLANO DE SITUACIÓN. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BÓLIGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA.

·G_3.4.a_42·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANOS A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA SÓTANO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BÓLIGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA.

·G_3.4.b_42·

Fig.G_3.4.b_51].

Como bien explica Briones en la entrevista concedida, al principio, el centro no operaba las veinticuatro horas del día. De hecho, durante el primer año informal de funcionamiento, el dispositivo tecnológico operaba unas ocho horas al día, aunque el uso de esta iluminación artificial no venía impuesto por las condiciones lumínicas del exterior sino por una estrategia de diseño más sofisticada: dotar al interior de esta arquitectura de unas condiciones artificiales, controladas y constantes en todo momento⁶⁹ que hicieran perder la noción del tiempo y las referencias exteriores, con independencia de lo que ocurriera en el entorno circundante. Con el tiempo ese tiempo fue aumentando, pero sin llegar a estar en funcionamiento sin descanso todo el año. En alguna ocasión, durante los picos de demanda de trabajo, sí que estuvo trabajando hasta altas horas de la madrugada, lo que dotó más sentido si cabe a esta iluminación interior. Las luminarias diseñadas por Fisac se instalaron en todas las plantas del centro, paralelamente a las fachadas principales, incluida la planta sótano, aunque no está reflejado así en los planos de electricidad que se conservan en la Fundación Fisac [Fig.G_3.4.b_45, Fig.G_3.4.a_46].

En la planta primera se produjeron cambios en la ubicación de los despachos del director y subdirector [Fig.G_3.4.a_52] (cambio que luego en el uso real que se le dio al soporte físico, volvió a cambiar a como se diseñó en el anteproyecto), así como algunos otros en el número de estancias y en las dimensiones de las aulas. El despacho de técnicos de IBM situado en la planta primera era el que ocupaba el destacado de la empresa para el centro, figura fundamental en el CCUM, Mario Fernández Barberá. La que contaba con una capacidad de cien personas hacía las veces de salón de actos o auditorio donde se celebraban las conferencias [Fig.G_3.4.b_52, Fig.G_3.4.a_53], fue también una sugerencia de Florentino Briones a Fisac. Las salas que tenían una capacidad de cincuenta personas eran las que se utilizaban para la celebración de los seminarios. Aparecieron también los shunts de canalización del sistema de climatización de aire en los despachos para comunicar con la planta sótano. En esta planta también se ubicaban los aseos, separados por género, un aseo masculino y otro femenino.

El CCUM como un espacio inclusivo.

Aunque estas primeras arquitecturas de la computación eran espacios inclusivos e indiferentes al género, y en cierta medida, arquitecturas *queer*, como ya vimos con Whirlwind I, ya que en ellas habitaban un porcentaje mucho mayor de mujeres que en otros espacios productivos de la época, Fisac proyectó aseos separados por género como dictaba la normativa en ese momento. La presencia de profesionales mujeres en el CCUM, en una disciplina como la computación, incipiente en nuestro país, era muy elevada. Lo era no sólo en cargos como el de secretaria o perforista (una especie de programadoras o escritoras de código analógico) sino que también se daba en todos los tipos de puestos que se desarrollaban en el Centro de Cálculo. Como reza el registro de personal del mismo, cuando se puso en marcha el centro en la primavera de 1968, allí trabajaban diez mujeres de veinticuatro puestos⁷⁰ de trabajo, lo que equivalía a un 42% de los habitantes-trabajadores del DC.

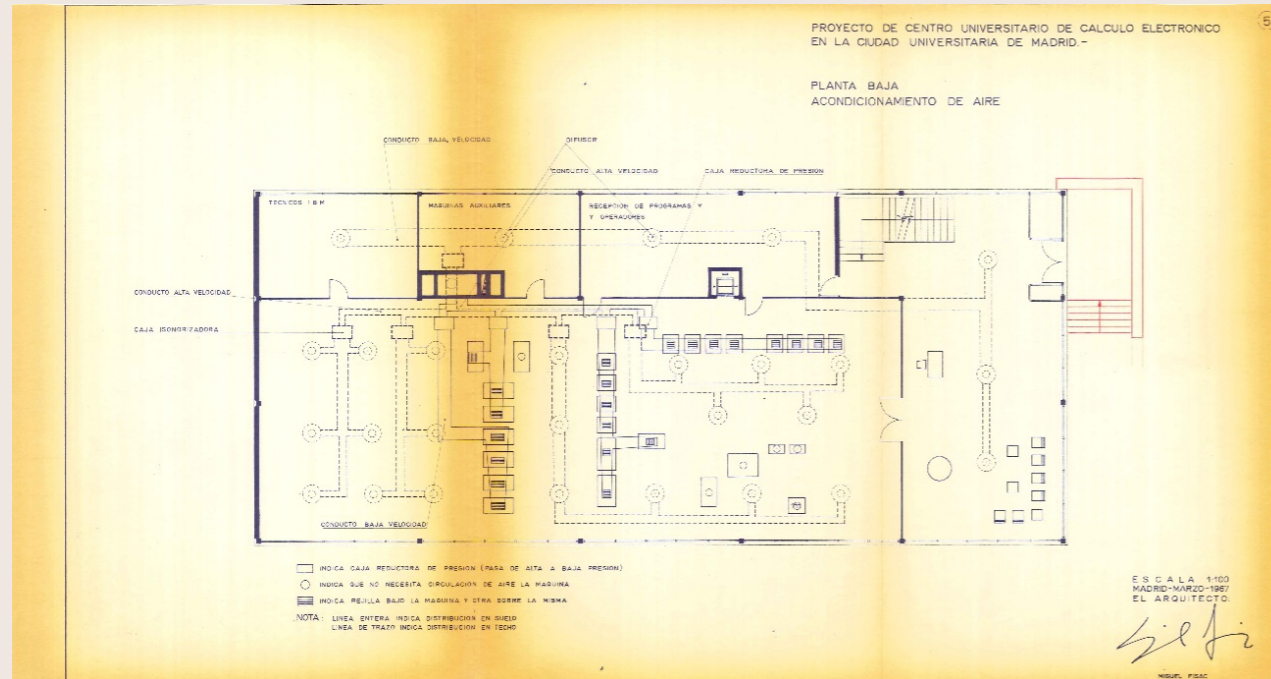
Una característica de su soporte físico que reforzaba esta realidad y ayudaba a diluir las distinciones de género y promulgar una indiferencia espacial frente al mismo, seguramente de forma inconsciente, inesperada y no premeditada e intencionada por parte de Miguel Fisac, era el hecho que se producía en los aseos de la planta primera, como avanzamos anteriormente. La persiana situada en las ventanas de la cabina de los baños destinada al uso del género femenino se manipulaba desde las cabinas de los baños destinadas al uso del género masculino

⁶⁹ Similar a los interiores controlados de espacios de esta índole como los casinos o los centros comerciales, por ejemplo.

⁷⁰ Los cargos estaban repartidos así: 1 director, 1 subdirector, 7 analistas, 1 jefe operadores, 7 operadores, 3 secretarías, 1 administrador, 3 perforistas. De los cuales eran mujeres: 2 analistas, 2 secretarías, 3 operadoras, 3 perforistas (entre las que se encontraba la hermana de Florentino Briones).

·T_237·

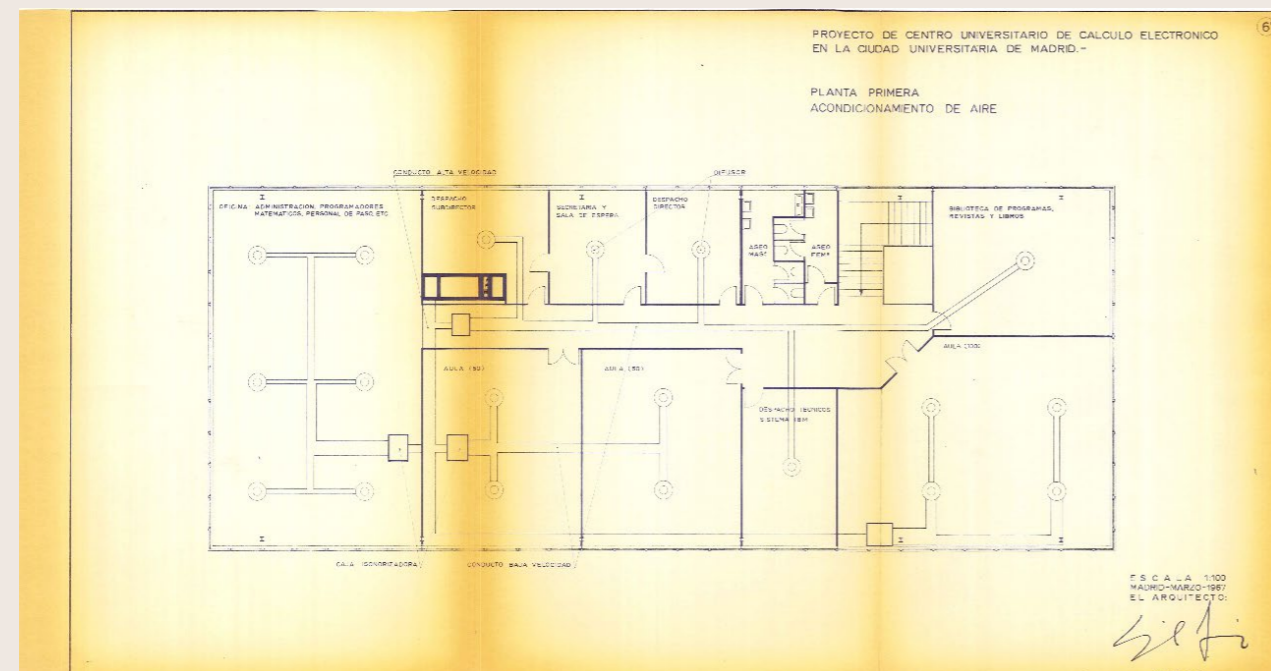
#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA BAJA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BOLÍGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA.

·G_3.4.a_43·

#ARQUITECTURA COMO ESPACIO/CCUM



CONTENIDO GRÁFICO DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN PRESENTADO EN MARZO DE 1967. PLANO A ESCALA 1:100 CORRESPONDIENTE A LA PLANTA PRIMERA DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE. TODOS LOS PLANOS TÉCNICOS TIENEN CORRECCIONES EN BOLÍGRAFO ROJO Y AZUL PARA INCORPORAR LAS MODIFICACIONES NECESARIAS QUE CONLLEVÓ EL CAMBIO DE PARCELA Y ORIENTACIÓN. PROYECTO DE CENTRO UNIVERSITARIO DE CÁLCULO ELECTRÓNICO EN LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE MADRID. MARZO 1967. MADRID. MIGUEL FISAC SERNA. FUENTE: CORTESÍA DE LA FUNDACIÓN FISAC (ID: 223_EM, 223_P (6), 223_P (7)) Y NUEVAS DIGITALIZACIONES HECHAS POR ESTA DOCTORANDA.

·G_3.4.b_43·

y viceversa, propiciando una disolución de esta división según la construcción social del género. De esta manera esta arquitectura de la computación ya proponía en cierta medida un espacio inclusivo o queer a cuestiones relativas al género, disolviendo, en una especie de disidencia arquitectónica invisible y silenciosa, la segregación artificial por género. Este hecho curioso se sigue produciendo en los aseos actuales del centro, puesto que los sistemas de las persianas no se han sustituido.

A pesar de ser un espacio eminentemente indiferente al género, con un programa y uso que no estaba contaminado por los diferentes sesgos imperantes en la época, cuenta Florentino Briones que esto pudo no ser así puesto que durante el año que se dedicó a realizar las entrevistas del futuro personal del CCUM en el despacho que le proporcionó IBM España en sus oficinas de la Calle Serrano, 27 en Madrid, cada vez que comentaba con el director Fernando de Asúa la inminente contratación de una mujer para el cargo de analista, por ejemplo, Asúa se sorprendía muchísimo y le era extraña la decisión. Asúa no concebía la contratación de personal femenino en el CCUM ni la presencia de este tipo de cuerpos en el futuro centro, dedicado a una disciplina como la computación. Sólo accedió a su contratación porque, a su juicio, el carácter femenino era adecuado para ocuparse de la biblioteca del centro, por ejemplo. Aun así Briones consiguió alcanzar ese 42% de cuota femenina en el personal que inició las actividades del CCUM en 1968⁷¹ [Fig.G_3.4.b_53].

Este hecho constata la exclusión a la que se veían sometidas las personas de género femenino en ese momento en todas las disciplinas en relación con la innovación, la ciencia y la tecnología, por no considerarse su lugar. A pesar de esta circunstancia no sólo la presencia de otros cuerpos del personal fue bien acogida por estas arquitecturas de la computación sino también por las participantes a los distintos seminarios que, aunque en menor número y porcentaje que en personal del centro, sí tuvieron cabida en el CCUM, como por ejemplo las figuras de Soledad Sevilla Portillo, Irene Fernández Florez, Teresa Eguibar, Ana Buenaventura, Elena Asíns, Lily Greenham, entre otras.

El proyecto de modificaciones del CCUM (marzo 1967).

Junto con toda esta documentación contenida en el proyecto de ejecución, Fisac tuvo que desarrollar el «Proyecto de Obras y Servicios Complementarios, para el Centro Universitario de Cálculo Electrónico, en la Ciudad Universitaria, de Madrid», también en marzo de 1967, fruto del cambio de parcela y seguramente también por la confirmación por parte del equipo de IBM y de Florentino Briones de las necesidades técnicas extra que requerirían parte de los componentes tecnológicos del DC IBM 7090/IBM 1401.

Las modificaciones incluidas en este anexo al proyecto de ejecución fueron calificadas por Fisac como *imprevisibles* en el momento de proyectarlas y otras debieron añadirse a la vista de las especiales características del modelo de la máquina 70/90 IBM que se iba a instalar en este caso. Todas estas modificaciones eran indispensables, como rezaba la memoria del proyecto de obras [Fig.G_3.4.a_54].

Como hemos visto algunas de estas modificaciones vinieron de la mano de la permuta de parcelas, del cambio en el tipo de terreno y en el firme del solar, junto con la aparición en la nueva localización de una gran vía de agua que exigió implementar nuevas decisiones de proyecto. Por un lado, un refuerzo en la cimentación, en la impermeabilización de la misma y en la de la planta sótano además de la elevación de la cota del nivel acabado de planta baja, teniendo que posar

⁷¹ Un hecho muy curioso y simpático que sucedía en el CCUM durante sus primeros años era que surgían parejas y matrimonios entre el personal del mismo, como apunta Florentino Briones. Uno de los matrimonios que surgió de la convivencia y el habitar dentro del CCUM fue el que formaron el jefe de operadores Emilio Flores Romero con una de las dos hermanas operadoras del centro, apellidadas «del Valle Roncero» (María Dolores o María Isabel). Tuvieron dos hijas que se apellidaban «Flores del Valle».

·T_238·