

# MS101, la maquina de Bazán

Ezequiel Chesini<sup>1</sup>, Gustavo Del Dago<sup>2</sup>, Nicolás Wolovick<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FAMAF – Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, email: echesini@famaf.unc.edu.ar

<sup>2</sup>Fundación Sadosky, Proyecto SAMCA, Argentina, email: gdeldago@gmail.com

<sup>3</sup>FAMAF – Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, email: nicolasw@famaf.unc.edu.ar

## Resumen:

En 1975 se comienza el diseño de una terminal de grabo-verificación utilizando la reciente tecnología del microprocesador. La MS101 era una computadora basada en el Intel 8080, con 4 KiB de memoria ROM y 8 KiB de memoria RAM, tarjeta de video de 1 KiB con 64×16 caracteres conectada a un monitor blanco y negro integrado de 9” dentro de un gabinete de chapa. Sus periféricos externos eran un teclado con la disposición de la IBM 3741 y una diskettera Shugart de 8”. Internamente presenta un bus mecánicamente compatible con S-100 y cuatro placas: CPU+ROM, diskettera, RAM y teclado. Se relevaron 4 ejemplares y se realizaron media docena de entrevistas a los actores directos o indirectos del proceso de diseño y posterior mantenimiento de la MS101. Se realizó un desensamblado y análisis completo de la(s) ROM, infiriendo y luego confirmando la necesidad de un Diskette de Sistema que, aunque se obtuvieron dos ejemplares, ninguno fue legible. El análisis del código de máquina muestra cierta precariedad del entorno de desarrollo. Se estima que se fabricaron y vendieron en toda Argentina entre 300 y 400 máquinas. La MS101 fue capaz de iniciar CP/M y fue el puntapié para los desarrollos posteriores, la MS104/105 y la MS51. Este trabajo resume los hallazgos tanto en software como en hardware de esta que fuera, probablemente, la primera microcomputadora diseñada y fabricada en Argentina.

## Abstract:

In 1975 the design of a data-entry system was started using the latest microprocessor technology. The MS101 was a computer based on Intel 8080, with 4 KiB of ROM memory and 8 KiB of RAM memory, 1 KiB video card with 64×16 characters connected to a 9-inch integrated black and white monitor inside a sheet metal cabinet. Its external peripherals were a keyboard with the layout of the IBM 3741 and an 8" Shugart disk. Internally it presents a mechanically compatible S-100 bus and four boards: CPU+ROM, floppy disk, RAM and keyboard. Four machines were surveyed and half a dozen interviews were conducted with the actors of the design and maintenance process of MS101. A complete disassembly and analysis of the ROM was performed, inferring and then confirming the need for a System Diskette that, although two copies were obtained, none was readable. The analysis of the machine code shows a certain precariousness of the development environment. It is estimated that between 300 and 400 machines were manufactured and sold throughout Argentina. The MS101 was able to boot CP/M and was the kickoff for the later developments, the MS104/105 and the MS51. This work summarizes the findings in software as well as in hardware that was probably the first microcomputer designed and manufactured in Argentina.

**Palabras clave:** 8080. Argentina. Córdoba. Micro Sistemas. MS101.

## 1 LOS INICIOS

A mediados de la década del 70 Córdoba era un importante polo de la industria metalmeccánica de la Argentina, pero al mismo tiempo comenzaba otra etapa relacionada al denominado complejo electrónico [Ediciones BPBA, 1987]. En 1973, en ocasión al cuatricentenario de la fundación de la Ciudad de Córdoba, se inaugura el mural de 27 paneles cerámicos “Epopéya de Córdoba” del artista Armando Sica. Los paneles cuelgan en la pared de la Basílica Ntra. Sra. De La Merced sobre la segunda cuadra de calle Buenos Aires. La

obra cuenta la historia de la colonización de Córdoba y en panel que corresponde al presente de ese momento se puede ver (Fig.1) un centro de cómputos con siete grabo-verificadoras, un señor detrás de un escritorio que está por delante de tres unidades de cinta. Al pie hay una tarjeta perforada en código EBCDIC que dice [MONTES 2017, ALONSO 2018]:

“CORDOBA|HOY|EN|MARCHA|HACIA|EL|FUTURO|CON|FE|HONOR|JUSTICIA|Y|ACCION|GLW0&A”

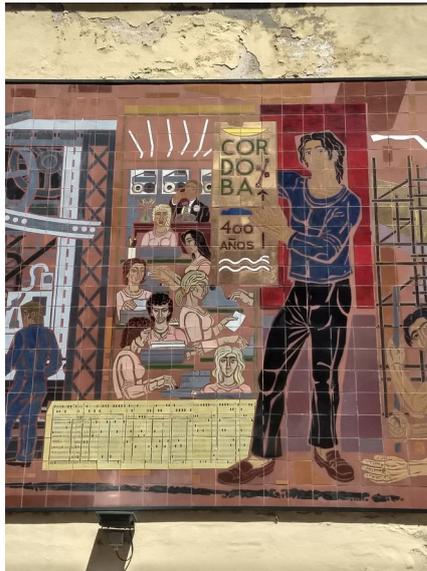


Figura 1: Detalle de un panel del mural cerámico sobre la calle Buenos Aires, Córdoba, Argentina

El negocio del Centro de Datos florecía en Córdoba. Las empresas multinacionales con filial en Córdoba como *Burroughs* (aprox. Avellaneda 220), *IBM* (Rosario de Santa Fé 67) y *NCR* (aprox. 25 de Mayo 230) ofrecían servicios de grabo-verificación y procesamiento de datos, además de venta, mantenimiento y asesoramiento de sus equipos informáticos. También había Centros de Servicios de Datos locales como *CEPICO* y *PROCECOR*. Esta última nace de la mano del Cr. Julio Eduardo Bazán al finalizar un contrato de graboverificación de datos para Obras Sanitarias de la Nación (OSN). Comprando tiempo en una *IBM 360/20* del local vidriado que esa empresa tenía frente Plaza San Martín, Bazán (simpatizante Radical) progresó con su empresa y al tiempo incorporó a Carlos “el negro” Sosa (simpatizante Peronista) al que conocía de *IBM* [BAZÁN, 2002]. En 1975 el negocio florecía y Bazán necesitaba máquinas de grabo-verificación para mantener ocupada la *IBM 360/20* que había adquirido para *PROCECOR* [BOMHEKER, 2013]. “*El problema principal con el que Bazán se enfrentaba era como tener suficiente cantidad de información y con la suficiente velocidad para aprovechar al máximo la capacidad instalada*” [MOGNI, 2014].

En ese momento confluyen tres factores, en 1973 sale la *IBM 3741* una dataentry que utilizaba los nuevos diskettes de *IBM* [CERUZZI, 2003] [BASHE, 1986], la tremenda crisis

había cerrado las importaciones, y en el mundo surgía el microprocesador una nueva forma de hacer computadoras potentes y baratas. Bazán reúne a Héctor “el gringo” Müller (softwarista) y a Juan Carlos Murgui de NCR (hardwarista). En 1975 realiza un viaje iniciático a *Silicon Valley* donde trae todas las partes para armar una microcomputadora: el *SDK80* de Intel, una terminal *Lear Siegler*, una unidad de floppy *Remex* y muchísima bibliografía, además de conocer el bus *S-100*. En abril de 1977, ya con el prototipo avanzado, Bazán y Müller realizan un segundo viaje y asisten a la primera West Coast Computer Faire donde conocen a la *IMSAI 8080* y al joven *Steve Jobs* presentando su *Apple II*. Este mismo año, el 31 de agosto de 1977 se crea Micro Sistemas S.A. e incorporan de manera definitiva a Juan Salonia y Freddy Díaz, todos formando parte de la sociedad. En 1977 la situación de la Argentina había cambiado drásticamente en lo político y lo económico, pero había suficientes razones para continuar con el proyecto de hacer una versión microprocesada de la *IBM 3741*. Recordemos que en esos años se importaba a tasa nula productos, pero los insumos industriales pagaban el 40% [PROPATO, 1985]. El objetivo fue presentar la máquina, denominada *MS101* en la feria *Expoficina 77* a realizarse en el Predio Ferial de Palermo. El origen del nombre genera controversia, algunos [MOGNI, 2014] indican que el nombre se debe a la ruta interestatal *US 101* de EEUU que va desde Los Ángeles a San Francisco, que el Cr. Bazán recorre en su primer viaje, sin embargo el propio Bazán en una comunicación personal niega esta afirmación.

“Yo me acuerdo que yo me estaba yendo de IBM y por supuesto nadie sabía que yo me estaba yendo, trabajaba en secreto o encubierto y yo escuchaba a los ingenieros de sistema de ahí y cuando hablaban de **la maquinita de Bazán**, ni sabían qué es lo que era, hablaban despectivamente; que va a poder hacer una maquinita”, cuenta [DÍAZ, 2014]. La denominación diminutiva la repite el propio Juan Salonia en [Ediciones BPBA, 1987]. La maquinita era superadora a la *IBM 3741* en muchos aspectos técnicos: pantalla completa de edición, grabación directamente en diskette, funciones especiales como clasificación de archivos en el diskette y el uso de archivos por fecha como clave para la protección de estos [Ediciones BPBA, 1987].

La presentación en La Rural de Palermo fue un éxito y en ese momento ya está trabajando el (reciente) Ing. Hugo Bonansea en la parte de fabricación secundado por Eduardo Salonia, el hermano menor de Juan. En la Fig.2 se puede ver uno de los primeros folletos de la *MS101* [BEHREND 2014].

**Técnica Argentina al Servicio del Tratamiento de la Información**

**MS 101** ES UN EQUIPO PARA REGISTRO Y VALIDACION DE DATOS EN ENTRADA A GRANDES Y MEDIANOS COMPUTADORES CON CARACTERISTICAS BASICAS DE UNA PERFORADORA. A LAS QUE, MERCEZ A SU POTENTE PROCESADOR, INCORPORA FUNCIONES DE VALIDACION QUE HACEN MAS EFECTIVA LA DECODIFICACION DE LOS DATOS INGRESADOS. A LA VEZ QUE OPTIMIZA LA CARGA MENTRAL DEL COMPUTADOR, **MS 101** ES EL PRIMER EQUIPO ARGENTINO INTEGRADO, ACTIVO Y COMPACTO, PARA UNA SEGURA OPERACION SOBRE COMPUTACION FACIL DE USAR, RAPIDO, FLEXIBLE Y PODEROSO. BRINDA AL USUARIO UN NUEVO NIVEL DE OPERATIVIDAD A TRAVES DE SU MANEJO Y SOFTWARE. **MS 101** LE PERMITE ACCEDER A RESULTADOS QUE ANTES SOLO PODIA OBTENER A TRAVES DE VARIAS OPERACIONES.

**MS 101** POSEE TODAS LAS CARACTERISTICAS BASICAS DE UNA PERFORADORA. A LAS QUE, MERCEZ A SU POTENTE PROCESADOR, INCORPORA FUNCIONES DE VALIDACION QUE HACEN MAS EFECTIVA LA DECODIFICACION DE LOS DATOS INGRESADOS. A LA VEZ QUE OPTIMIZA LA CARGA MENTRAL DEL COMPUTADOR, **MS 101** ES EL PRIMER EQUIPO ARGENTINO INTEGRADO, ACTIVO Y COMPACTO, PARA UNA SEGURA OPERACION SOBRE COMPUTACION FACIL DE USAR, RAPIDO, FLEXIBLE Y PODEROSO. BRINDA AL USUARIO UN NUEVO NIVEL DE OPERATIVIDAD A TRAVES DE SU MANEJO Y SOFTWARE. **MS 101** LE PERMITE ACCEDER A RESULTADOS QUE ANTES SOLO PODIA OBTENER A TRAVES DE VARIAS OPERACIONES.

**MS 101** ES EL CRITERIO PARA UNA SEGURA OPERACION SOBRE COMPUTACION FACIL DE USAR, RAPIDO, FLEXIBLE Y PODEROSO. BRINDA AL USUARIO UN NUEVO NIVEL DE OPERATIVIDAD A TRAVES DE SU MANEJO Y SOFTWARE. **MS 101** LE PERMITE ACCEDER A RESULTADOS QUE ANTES SOLO PODIA OBTENER A TRAVES DE VARIAS OPERACIONES.



**Micro Sistemas S.A.**  
el desafío argentino™

**CONFIGURACION BASICA**

MODELO MS 101  
MICROPROCESADOR  
TUBO DE RAYOS CÁTODICOS  
DISCO FLEXIBLE  
TECLADO

MODELO MS 102  
MS 101 CON CASSETTE EN REEMPLAZO DEL DISCO FLEXIBLE

**UNIDADES OPCIONALES**

IMPRESORA  
TECLADO ADICIONAL  
COMUNICACION DE DATOS  
CINTA MAGNETICA  
CUATRO DISCOS ADICIONALES  
CUATRO CASSETTES ADICIONALES

**ESPECIFICACIONES**

GENERALES  
TENSION DE ALIMENTACION: 220 V. • 100%  
TEMPERATURA EN OPERACION: 10°C. A 35°C.  
HUMEDAD EN OPERACION: 20% A 90%.

MICROPROCESADOR  
TECNOLOGIA LSI  
MEMORIA: 4 Kbytes.

TECLADOS  
ALFANUMERICOS EN TECLAS DE ESCRITURA.  
NUMERICOS EN TECLAS PARA LAS CIFRAS 0 A 9.  
OPCIONAL: MODELO PERFORADORA DE TARJETAS.

TUBO DE RAYOS CÁTODICOS  
ALFANUMERICO  
PANTALLA DE 9 BULBAS  
110x CARACTERES VISUALIZABLES  
CURSOR CONTROLADO POR MICROPROCESADOR

DISCO FLEXIBLE (FLOPPY)  
72 PISTAS TOTALES  
9 PISTAS RESERVADAS  
4 SUPERFICIE  
150 CARACTERES POR PISTA  
120 CARACTERES POR SECTOR  
VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA: 37.000 CARACT. SEG.  
CAPACIDAD: 200.000 CARACTERES  
MODO DE GRABACION: USASCII O EBCDIC

CASSETTE MAGNETICO  
120 CARACTERES POR REGISTRO  
200 BPS  
ALMACENAMIENTO: 200.000 CARACT. APPROX.  
MODO DE GRABACION: ECHO ANSI O ASCII

**Micro Sistemas S.A.**  
SANTA ROSA 859 TEL. 22625  
CORDOBA REP. ARGENTINA

Figura 2: Folleto de la MS101 de la colección de Tomás Behrend.

El año 1978 resulta vertiginoso. Se incorpora a Tomás Behrend como programador, que también fue formado en IBM. Debido a la necesidad de nuevos aportes de capital, se incorpora CEPICO a la sociedad, el otro Centro de Datos importante de la capital cordobesa y las máquinas empiezan a entregarse. Las primeras 7 u 8 MS101 fueron a la cementera CORCEMAR [SALONIA, 2014], para su propio centro de cómputos ubicado en Chacabuco 187 dentro del Edificio T.Y.T.A. En julio de 1978 se presenta la MS101 en la Primera Feria Internacional Córdoba (FICO). El proveedor principal de electrónica era la firma Intectra del argentino Carlos Pulleston en Silicon Valley, algunas cosas se compraban en Electronica Modular de Juan Dutka en Rivera Indarte 334 y los impresos provenían del Laboratorio Argentino de Circuitos Impresos (LACI) en Buenos Aires.

Aunque resulta difícil definir el precio, muchos lo ponen alrededor 10.000 USD, otros en el orden de 3000 USD. Aunque hay disparidad, todos los entrevistados coinciden en que la MS101 costaba una fracción de la IBM 3741 y contaba con un servicio técnico de rápida respuesta, ya que Eduardo Salonia, una vez que las máquinas llegaron a la calle, se convirtió en técnico de las máquinas.

La sociedad con CEPICO, hicieron que sus clientes como ARCOR o CORCEMAR le compraran esos equipos. Los bancos también estaban ávidos. Las altas tasas de interés de esos años hacía que los centros de carga de datos ya sea de los propios bancos (Banco Denario, Banco de la Provincia de Córdoba, Banco Israelita, Banco del Interior y Buenos Aires) o pequeños emprendimientos que les daban servicio a estos, florecieran. La MS101 nació para cubrir una necesidad de data-entries, pero rápidamente se convirtió en un negocio en sí mismo: Casa Petrini (Supermercados Americanos), IPAM, centros de cómputo de Tucumán, Capital Federal, Río Cuarto, Rosario, Santa Fé y Mendoza tenían la MS101. No había

competidores en ese rango de precio, se ofrecía un servicio técnico local que escuchaba a los clientes y tal vez lo más importante, se podía adaptar la máquina para usos específicos, ya que dominaba todo el software y el hardware que la componía. “*Con una o dos máquinas pagábamos los sueldos de todo MS y quedaba plata*”, “*Cobrar el servicio técnico era tan caro que esperaban cobrar los service para pagar todos los sueldos*” [SALONIA, 2014].

La *MS101* fue conectada a balanzas de pesaje, se le adosaron líneas de comunicación para transmitir información entre sucursales [MOGNI, 1982], se adaptaron cintas *Kennedy* para alimentar de manera óptima a ciertos mainframes [SALONIA, 2014] y se realizaban adaptaciones de la *ROM* para agregar funcionalidades específicas como totalizadores de debe y haber o comprobación de dígitos verificadores propios [BEHREND, 2014].

Se estima que se entregaron entre 500 y 1000 máquinas [ROJO, 2014] y aquí los relatos son dispares. El máximo número de serie de los cuatro ejemplares relevados es el 304. Consultando documentación de “Usuarios de Micro Sistemas” producida aproximadamente en 1982 [BEHREND, 2014] se contabilizan 156 máquinas. Resulta notable el éxito del producto y lo rudimentario de su fabricación, no existían procesos de calidad, ni en el software ni en el hardware. “*Yo intenté desarrollar un compilador para 8080 (ensamblador) pero no había tiempo para eso*” [DÍAZ, 2014]. “*Había muchísima demanda, las máquinas salían con muy poco tiempo de prueba ... Las máquinas eran todas distintas, se usaban partes de calidad pero no había calidad en el conjunto ... yo ponía la cara frente al cliente*” [SALONIA, 2014].

En junio de 1978, Bazán asiste a la *National Computer Conference (NCC)* en *Anaheim*, EEUU, donde conoce a Gary Kildall y obtiene el *CP/M 1.1*. También trae una copia del *Microsoft COBOL-80* de la mano de Bill Gates. Tal vez sin darse cuenta de lo que significaba, Müller a pedido de Bazán adapta una *MS101* agregando memoria, modifica la *ROM* para tener la *BIOS* de *CP/M*, incorpora mecanismos para desmapear la *ROM*, y en presencia de Tomás Behrend, una *MS101* especial inicia el *CP/M* que Bazán trajo de la *NCC*, algo que le daría rumbo a los próximos pasos de *Micro Sistemas*: la *MS104*, una computadora programable soportando un sistema operativo estándar que posibilita correr una cantidad muy grande de software de calidad.

Es importante remarcar que la *MS101* poseía capacidades de adaptación que no necesariamente incluía modificar la *ROM*. En el menú se presentaban opciones estándar como “F” para formatear o “Z” para ver la información de directorio, pero también aceptaba opciones como “P” que aunque no estaban en el menú, permitían la ejecución de código de máquina residente en el diskette. “*Lo usábamos en las presentaciones de ferias, hacíamos pequeños juegos como el de la viborita o banners que iban pasando mensajes en la pantalla*”

[BEHREND, 2014]. La *MS101* era una computadora programable, tal vez la primera diseñada y fabricada en número considerable en el país.

## 2 HARDWARE



Figura 3: *MS101*.

La *MS101* (Fig.3) tiene un diseño externo que sigue las líneas estéticas del equipamiento de oficina de los años 60 y 70; gabinetes de metal pintado. La disposición del teclado es similar al de la *IBM 3741*. El tamaño es menor que el equipo de *IBM* y es comparable al de una *PC* de escritorio.



Figura 4: *IBM 3741* .

### Arquitectura

La *MS101* consta de un monitor marca *Ball Electronic Display Division* modelo *TV90* de 9". En una placa madre o *back plane* de 15 cm por 26 cm de material FR4 doble faz se monta un bus con conectores de 100 delgas mecánicamente compatibles con el standard *S-100*. Hay que destacar que solo se soldaban la cantidad de conectores que requirieran las tarjetas a instalar. Los modelos que hemos analizado tenían soldados algunos 4 y otros 5 conectores correspondientes a las placas de microcontrolador, memoria, video y teclado y unidad de discos.

Los conectores utilizados son los mismos del bus *S-100*, que fueron elegidos porque es lo que se conseguía en las tiendas *Byte's Shop* [BAZÁN, 2002], que fueron visitadas por Bazán en su viaje a California de 1975.

La distribución de funciones en los pines es diferente al bus *S-100*. El standard *S-100*

establecía un bus de datos bidireccional y fuentes de tensiones de 8V 16V y -16V sin regular ya que la regulación de tensión se hacía en cada tarjeta.

La *MS101* tiene un bus de datos bidireccional y tensiones reguladas de 5V, -5V, -12V, y 15V. **Estrictamente hablando no se lo puede considerar un bus**, ya que muchas de las funciones de los pines se cambiaban (cortando pistas y recableando) y cada placa debía insertarse en un slot específico.

El monitor (Fig.5) ocupa la mitad del volumen interno del gabinete, el backplane con las tarjetas de circuitos digitales ocupa  $\frac{1}{3}$  del volumen interno y la fuente ocupa  $\frac{1}{6}$  del volumen interno.



Figura 5: Monitor *TV90*.

La fuente de alimentación se fabricaba, de manera tercerizada, en Córdoba. Era una fuente lineal con un transformador de salidas múltiples de 220 Vac 50 Hz y una placa reguladora de tensión diseñada en torno a *CI 723* con transistores *TO3* montados en grandes disipadores de aluminio.

La tarjeta de la *CPU* (Fig.6) está diseñada en base al microprocesador *8080*, con los circuitos de reloj, un controlador de bus *8238*, un controlador de interrupciones *8214* y uno de puertos *8212*. En esta tarjeta se encuentra cuatro memorias *EPROM 2780* con el software de la máquina.

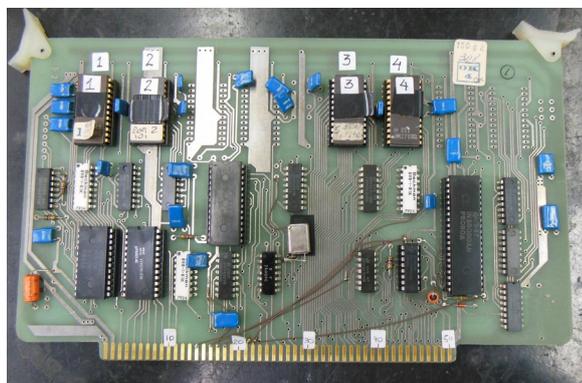


Figura 6: *CPU* y *ROM*.

La tarjeta de memoria de de 8 KiB está construida con 64 chips *MM2102* 1 Kbit cada uno como se ve en la Fig.7. Con chips *TTL* se direcciona la memoria y se adapta el bus bidireccional al bus interno de la placa bidireccional. Recordemos que la memoria *2102* tiene un pin de entrada de datos y otro pin para salida de datos.

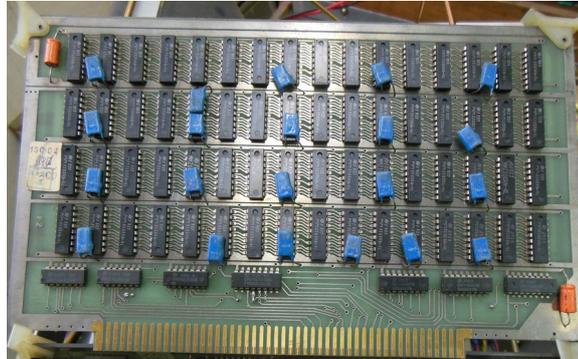


Figura 7: 8 KiB de RAM en 64 chips *2102* de 1 Kbit.

La tarjeta de video (Fig.8) está construida en base al generador de caracteres *MCM6571* y un multiplexor *74150*. Resulta tan poco estándar el bus, que la señales de vertical, horizontal, sincronismo y video salen por el peine inferior hacia el monitor.

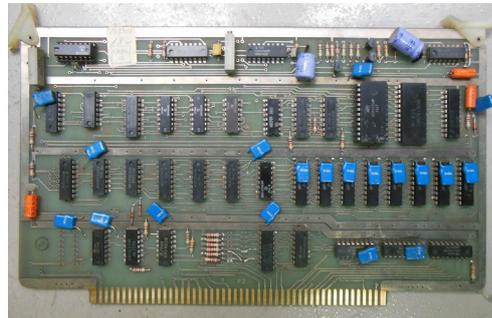


Figura 8: Placa de video.

Por último la tarjeta controladora de discos y teclado está construida en base al *Floppy controller* NEC  $\mu$ PD372D y el integrado 8279 de interfaz al teclado.

Los **ejemplares relevados** se identifican por un número de serie que se compone 7 dígitos (Fig.9), los 2 primeros indican la parte y los 5 restantes el número de aparato. La parte 01 es la computadora y 02, 03 son para el teclado y la diskettera.



Figura 9: Chapa con el número de serie del ejemplar LIADE.

Ejemplar	Origen	Nº Serie	Lugar actual	Notas
LIADE	desconocido, Programa de Reciclado de la UNC	sin chapa, despegado	Área Electrónica FaMAF	
ICATEC	Donación de Tomás Behrend	180	Museo de la Informática de la República Argentina	
MdII	Probable donación de Hugo Bonansea	sin chapa	Museo de la Industria	Placa de diskette Versa II adaptada.
Salonia	Eduardo Salonia	304	Área Electrónica FaMAF	Casi funcional, falla placa RAM. Se está armando un reemplazo.

Tabla 1: Ejemplares relevados.

Es importante marcar que el ejemplar *MdII* tiene una placa controladora de floppy tipo *S-100* estándar modelo *Versa II* que fue adaptada al igual que las *ROMs* para manejar el controlador *WD FD1791* (Fig.10). Esto muestra que con el tiempo el diseño local dió paso al uso de componentes estándar ya presentes en la *MS51* que utilizaba placas *S-100* importadas.

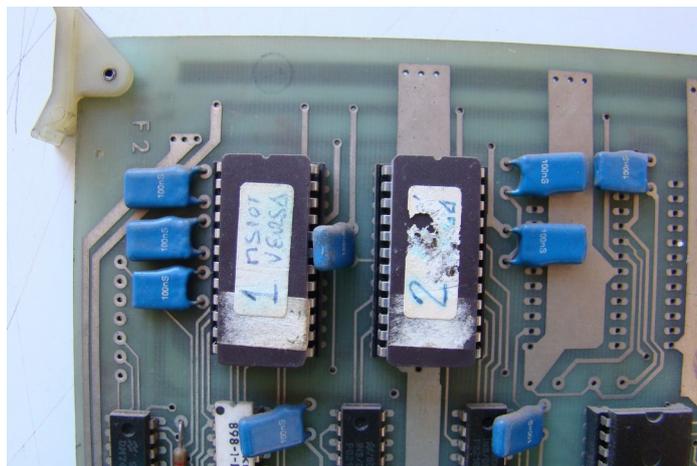


Figura 10: Placa de CPU con ROMs "Versa" para la controladora *Versa II* adaptada.

### 3 SOFTWARE

Para ver una cosa hay que comprenderla. El sillón presupone el cuerpo humano, sus articulaciones y partes; las tijeras, el acto de cortar. ¿Qué decir de una lámpara o de un vehículo?  
**Jorge Luis Borges**<sup>1</sup>

<sup>1</sup>There are more things, El libro de arena, 1975.

### **Marco metodológico.**

El estudio sobre la lógica de funcionamiento de la *MS101* y sobre algunos aspectos o características de su implementación (el software), se realizó empleando un marco metodológico que hemos denominado *arqueología computacional* [DEL DAGO, 2012-2014]. Desde la perspectiva de este enfoque, los objetos materiales cobran un papel central puesto que ofrecen evidencias concretas sobre las producciones culturales que se intentan explicar desde el presente. Los artefactos tecnológicos siempre son portadores de una serie de ideas y conocimientos propios del contexto socio histórico en el que surgen. Las técnicas de trabajo empleadas en el marco de la *arqueología computacional*, implican trabajos de preservación, emulación y análisis de programas. El análisis de los programas se realiza aún en los casos donde no se cuenta con el código fuente, por medio del proceso de *ingeniería inversa*. Dichos trabajos, en conjunto, nos permiten estudiar con un importante grado de profundidad y detalle los objetos materiales hallados.

A continuación se presentan los objetos materiales encontrados, se describen brevemente las técnicas empleadas al momento de abordar su estudio, se señalan los principales hallazgos y se ofrecen algunas conjeturas y sobre éstos.

### **Tareas de preservación y emulación.**

Como se describió anteriormente, en la placa principal del equipo se encuentran instaladas cuatro memorias de tipo *EPROM 2780*. La primera etapa de nuestro trabajo consistió en leer el contenido de dichas memorias a fin de extraer el código binario de los programas y datos allí almacenados. Se construyeron, de manera independiente, dos dispositivos capaces de leer el contenido de las memorias *EPROM* y generar archivos digitales con la información obtenida. Mediante estos dispositivos se logró leer con éxito las memorias de los dos equipos *MS101* a los que tuvimos acceso: uno de ellos, parte del patrimonio del *Museo de Informática*<sup>2</sup> y el otro del *LIADe de la Universidad Nacional de Córdoba*.

Una vez obtenidas las imágenes digitales se comenzó un trabajo de ingeniería inversa en el que se emplearon técnicas de desensamblado y emulación de manera concurrente a fines de analizar y documentar la lógica programada. La emulación del equipo se desarrolló en dos fases separadas, la primera de orden experimental o *ad hoc* mediante pequeños emuladores de subconjuntos de las operaciones del microprocesador *Intel 8080*, un esquema de memoria

<sup>2</sup>Para conocer más acerca del *Museo de Informática de la República Argentina* puede visitarse el sitio WEB: <http://museodeinformatica.org.ar/>

tentativo y un controlador de video y memoria de pantalla elemental. La arquitectura del equipo no se relevó a partir de los componentes hardware sino que se recreó a partir de los servicios demandados por el software bajo estudio. Durante el trabajo se realizaron una serie de especulaciones o suposiciones sobre el modo de funcionamiento, basadas en el conocimiento de otras arquitecturas de computadoras digitales. Estas suposiciones se fueron poniendo a prueba mediante programas emuladores experimentales del tipo descrito anteriormente. De este modo, se pudo elaborar nueva documentación técnica sobre la arquitectura de la *MS101*. Los principales productos obtenidos durante esta etapa fueron: el mapa de memoria del sistema, el esquema de interrupciones, el subsistema de gestión de entradas y salidas, el subsistema de gestión del teclado, el subsistema de gestión de video y su memoria asociada y el sistema de control de discos flexibles.

En una segunda etapa (que continúa hasta el presente), se trabajó en base al entorno de emulación *SIMH*<sup>3</sup>. La decisión de trabajar con *SIMH* obedeció a dos criterios principales. El primer criterio, de orden práctico, nos guió para aprovechar una serie de funcionalidades disponibles en el entorno *SIMH* que son comunes a la mayoría de los emuladores. De este modo no sólo se tienen algunos beneficios derivados de la reutilización del código existente sino que se facilita la operación del emulador resultante por parte de los potenciales usuarios. Mediante el segundo criterio, que responde a un orden más estratégico, se logra contribuir con un proyecto colectivo de alcance mundial visibilizando, al mismo tiempo, los hallazgos de nuestro trabajo de investigación. Creemos que el esfuerzo por integrar nuestro emulador de la *MS101* en el entorno *SIMH* se justifica por tratarse de un espacio que reúne contribuciones orientadas a la preservación y estudio de las producciones culturales relacionadas con lo que hoy denominamos historia de la computación.

### **Análisis y principales hallazgos.**

A continuación exponemos una serie de hallazgos cuya naturaleza y orden de presentación no obedecen a un intento de documentar de manera completa el objeto de estudio sino más bien de ofrecer al lector algunas pistas que le permitan acompañarnos en el trabajo de análisis que denominamos *arqueología computacional*. Recordemos que las instancias de ejecución de los programas que se comentarán corresponden a las realizadas en el entorno de emulación descrito en el apartado anterior.

La secuencia de arranque comienza con una fase de autodiagnóstico de la memoria

<sup>3</sup>Para conocer más acerca del proyecto *SIMH Computer Simulation and*

*History* puede consultarse el sitio WEB: <http://simh.trailing-edge.com/>

*RAM* (incluida la memoria de video). El sistema escribe y lee de manera iterativa una serie de patrones que permiten determinar, en un grado básico, el correcto funcionamiento de los circuitos integrados de memoria.

La primera información que se presenta, luego de la etapa de chequeo de memoria, corresponde a la identificación del equipo. Aquí encontramos formas de escritura para el nombre de la empresa y del equipo específico que no habíamos visto en el material impreso al que tuvimos acceso (folletos y catálogos comerciales). Como puede verse en la Fig.11 el nombre de la empresa contiene un guión intermedio “MICRO-SISTEMAS” y, por otra parte, el nombre del modelo contiene puntos en las iniciales y no contiene guión entre éstas y el número “M.S. 101”.

A screenshot of a computer terminal displaying the system's initial message. The text is rendered in a monospaced font on a dark background. The first line reads "MICRO-SISTEMAS" and the second line reads "M. S. 101".

Figura 11: Vista en detalle del mensaje inicial del sistema.

Este detalle nos permite realizar algunas especulaciones sobre la dinámica de trabajo en la que se elaboraron los productos. En principio puede afirmarse que hay diferencias entre el material impreso, el gabinete del equipo y el mensaje emitido en la pantalla de video. Siguiendo la secuencia de arranque, se solicita al usuario el ingreso de la fecha. Esto nos permite abordar otras cuestiones relacionadas con la arquitectura del equipo y con las técnicas de programación empleadas en su desarrollo.

El ingreso de la fecha requiere que el usuario ingrese dos dígitos para el día, dos para el mes y dos para el año. La cantidad de dígitos para el año, no sólo puede considerarse estándar para la época sino que está en relación al formato lógico de los discos flexibles de *IBM* [IBM, 1977]. Lo curioso es que el sistema no verifica la validez de las fechas ingresadas y, en consecuencia, se podrían generar archivos con fechas inexistentes. Desde una perspectiva que no atienda al momento histórico, podríamos pensar que la validación de la fecha es una característica indispensable, más aún si se tiene en cuenta que los equipos tenían como principales usuarios a empresas relacionadas con el sector bancario y financiero.

Confirmar que la *MS101* efectivamente no valida la fecha nos invita a buscar algunas explicaciones. En primer lugar podemos afirmar que los procedimientos o rutinas de validación ocuparían un espacio de memoria que, en vista del diseño que estamos analizando, no sería despreciable. Sostener este argumento requiere un análisis detallado sobre las técnicas de optimización de espacio aplicadas en el desarrollo. En principio, se encuentran múltiples evidencias que permiten asegurar que los programas analizados no fueron optimizados en este sentido. Los motivos, suponemos, podrían estar relacionados con la

necesidad de minimizar los tiempos de desarrollo o con cierta falta de conocimiento sobre las técnicas que en ese momento eran conocidas. Un ejemplo de lo anterior lo encontramos en el menú principal del sistema que está almacenado como una copia textual de la imagen en pantalla (incluidos todos los espacios en blanco requeridos para completar las 11 líneas completas) y no como una serie de cadenas de texto con un carácter delimitador o un atributo de longitud. Por otra parte y volviendo a la cuestión relacionada con el ingreso de la fecha, parece evidente que los usuarios no exigían de los sistemas informáticos validaciones de este tipo. Pensemos que los equipos de tarjetas perforadas, a los que los equipos de grabo-verificación en discos flexibles como *IBM 3741* y el *MS101*, venían a reemplazar no siempre validaban la totalidad de la información ingresada. No hemos podido confirmar si el equipo de *IBM* realiza validación sobre el campo fecha. En cualquier caso, ahora sabemos que los usuarios del *MS101* no contaban con esta facilidad.

Desde el punto de vista del diseño interno, la rutina de ingreso de fecha presenta otro aspecto notable: la información ingresada se almacena en el espacio de memoria destinado a la memoria de video. Las rutinas de gestión de pantalla, en particular aquellas encargadas de limpiar el contenido antes de mostrar nueva información, están adecuadas a esta situación y permiten borrar determinadas áreas de la pantalla (en realidad se puede borrar la pantalla a partir de una determinada fila). Lo anterior se vuelve imprescindible cuando sabemos que si se borra la pantalla se pierde la información de la fecha. Nuevamente nos enfrentamos a una implementación que puede parecer extraña de acuerdo a las técnicas de programación actuales; sin embargo, podemos asegurar que se trata de una técnica que no registra, de acuerdo a nuestro conocimiento, antecedentes para su época. De hecho en muchos equipos de computación, incluido el propio *MS101*, la memoria de video y la memoria principal se encuentran en circuitos separados e independientes. Sólo a partir de un esquema de direcciones compartido se puede considerar la memoria total como un espacio común. Se trata de un sistema de acceso que hace necesario conocer el mapa de memoria al que nos referimos al comienzo de este apartado. En síntesis, creemos que la idea de almacenar la fecha en el espacio de memoria de video, por lo limitado de su alcance, es una solución poco ortodoxa que tiene más apariencia de atajo o truco de programación que de técnica de diseño de software. Nuevamente debemos señalar que, desde el punto de vista estrictamente funcional, se trató de una solución que resolvió el problema.

El ingreso de información nos lleva a estudiar una característica del sistema de entradas y salidas que nuevamente presenta cierta particularidad. El microprocesador *intel 8080* ofrece un sistema de interrupciones muy flexible [Intel, 1975]. El esquema general permite definir un

vector de interrupción con las direcciones de memoria donde se encuentran las rutinas de servicio para cada una de las ocho interrupciones disponibles. La amplia mayoría de los diseños centrados en este microprocesador hacen uso intenso de este esquema de interrupciones y la *MS101* no es la excepción. La característica propia de la *MS101* es que las operaciones de entrada y salida están sincronizadas con el microprocesador, lo que significa que la gestión de los dispositivos de entrada y salida no se puede realizar en forma paralela a otras funciones. De hecho, el software de la *MS101* interrumpe el ciclo de operación del microprocesador antes de cada operación de entrada. El estudio de la gestión del teclado nos permitió comprender este modo de funcionamiento. En la Fig.12 se muestra un fragmento de código con la rutina de interrupción del teclado.

```
ROM:006D GET_KEY:
ROM:006D          mvi    a, |8
ROM:006F          out    30h
ROM:0071          ei
ROM:0072          hlt
ROM:0073          ret
```

Figura 12. Fragmento de código ensamblador de la rutina que, denominada **GET\_KEY**. Nótese la presencia de la instrucción **hlt** (Halt) que detiene la ejecución del programa.

El microprocesador queda absolutamente detenido hasta que la placa de control del teclado emite una señal de interrupción. El mismo mecanismo se emplea, como veremos más adelante, con la gestión de la unidad de disco flexible. Lo anterior, confirma la ausencia de un programa de tipo monitor de sistema que se ejecuta de manera permanente y efectúa las operaciones más cercanas al nivel de *hardware*, incluida la gestión de interrupciones. Esta característica hace que sea imposible establecer aquí una frontera entre lo que denominamos software de base y software de aplicación. En el caso de la *MS101* se trata de un único programa, que como veremos se extiende más allá del tamaño de las memorias que contiene la parte residente, donde se encuentran totalmente imbricadas las funciones y servicios de gestión del sistema y las de la aplicación específica orientada a la graboverificación de datos.

Uno de los aspectos más notables que hemos encontrado hasta ahora está relacionado con la gestión de la unidad de discos flexibles. Como hemos visto, el diseño de la placa controladora de la unidad de disco flexible, se centra en un componente específico desarrollado por la firma *NEC*: el microcontrolador  $\mu PD372D$ . El propio fabricante sugiere, de acuerdo con los diseños presentados en el manual del microcontrolador [NEC, 1977], dos esquemas de conexión posibles. El diseño más sencillo requiere un microprocesador dedicado a las tareas de control de la unidad de discos y un programa específico (una versión completa

de dicho programa se encuentra en el manual del producto) que ofrece al sistema principal una serie de comandos de alto nivel mediante los cuales se puede controlar la unidad.

La segunda alternativa es definitivamente más económica, desde el punto de vista del hardware, pero exige la programación a bajo nivel ya que no se cuenta con un sistema basado en microprocesadores independientes comunicados mediante un protocolo de comandos. Para analizar la decisión de *Micro Sistemas*, que luego tendría un impacto en el tiempo de desarrollo del producto final y en los costos de mantenimiento de los equipos, debe considerarse que el microprocesador adicional en el esquema sugerido por *NEC* que hemos denominado “sencillo” es justamente un Intel 8080 que, como se sabe, constituye la pieza central del diseño de la *MS101*. Seguir esa recomendación implicaba como mínimo, duplicar el costo del componente principal del equipo.

Sabemos, por varios testimonios recogidos en diversas entrevistas, que el desarrollo de la placa controladora de la unidad de discos flexibles no estuvo libre de contratiempos, no obstante se logró un diseño económico y funcional. Desde el punto de vista de la programación, hemos encontrado fragmentos de código que son copias casi exactas al código presentado en el manual de *NEC*; las Fig.13 y Fig.14 son un ejemplo de lo que acabamos de señalar.

```

;
; READ ID RECORD ROUTINE
;
;
;REGISTERS: A,F,B,C,DE,HL
;
00FA CDE300 RID: CALL SEEK ;POSITION HEAD
00FD CD9A02 CALL HDLD ;LOAD HEAD
;
0100 0E04 ; MVI C,4 ;STORE LIMIT OF REVOLUTIONS OF
;DISK WITHOUT FINDING CORRECT ID
;RECORD. USE 4 TO GUARANTEE
;THREE COMPLETE REVOLUTIONS.
;
0102 210204 RIA: LXI H,TRACK ;INITIALIZE TRACK/SECTR POINTER
0105 110A04 LXI D,WTRK ;INITIALIZE FLAG POINTER
0108 AF XRA A
0109 47 MOV B,A ;SET B=0
010A D303 OUT W3 ;RESET STT (FOR RETRY)

```

Figura 13. Fragmento del programa controlador presente en el manual del  $\mu PD372D$  [NEC, 1977].

```

ROM:1090 RID: ; CODE XREF: RID+80↓j
ROM:1090 ; READ_RECORD:READ↓p ...
ROM:1090 mvi d, 4 ; PAG. 46 manual NEC 372
ROM:1092 ; CODE XREF: RID+5F↓j RID+65↓j
ROM:1092 lxi h, 2005h
ROM:1095 lxi d, 2000h
ROM:1098 xra a
ROM:1099 out 2Bh
ROM:109B mvi a, 0A0h ; ''
ROM:109D out 2Bh
ROM:109F ei
ROM:10A0 hlt ; INTERRUPT
ROM:10A1 in 2Ah ; READ DATA

```

Figura 14. Fragmento de código desensamblado del programa de control de la *MS101*. En las tareas de desensamblado se utilizaron etiquetas con los mismos nombres empleados en el código fuente de *NEC*. Nótese la similitud con el código de la Figura 13.

Debe tenerse en cuenta que el código en lenguaje ensamblador correspondiente a la *MS101* se

obtuvo mediante una etapa de desensamblado, los comentarios se incorporaron durante las tareas de investigación para este trabajo.

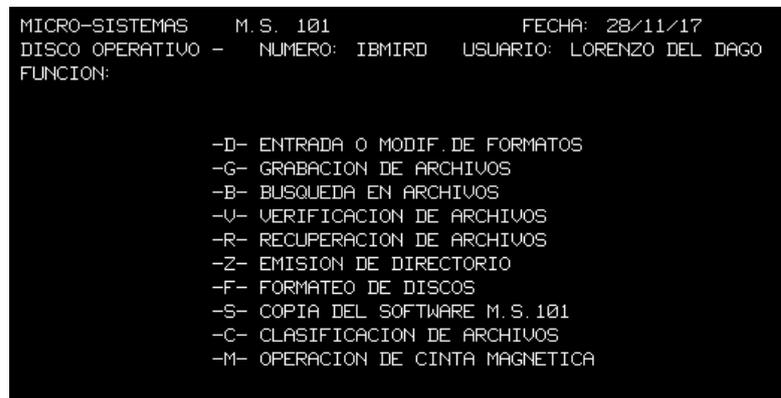
Aún partiendo de un código de programa provisto por el fabricante se aprecia, de acuerdo a nuestro criterio, un alto grado de dominio en relación con este nivel de microprogramación, puesto que se han realizado adaptaciones importantes para imbricar estas rutinas con el programa monolítico de la *MS101*.

Comprender el funcionamiento de la placa controladora y la unidad de discos flexibles nos permitió avanzar en el desarrollo del emulador. Se elaboraron imágenes de discos flexibles de acuerdo a las especificaciones de formato documentadas en el manual de *IBM*. Durante las pruebas de ejecución, el sistema *MS101* rechazó el disco informando la ausencia de formato. Este hecho nos permitió determinar que los discos empleados en los equipos *MS101* requieren una instancia de formateo especial (que analizaremos más adelante) y que, entre otras cosas, genera una marca que, sin afectar la compatibilidad con otros equipos de procesamiento de datos, permite identificarlos de manera rápida (ver Fig.15).

```
ROM:070A loc_70A:          ; CODE XREF: sub_137E-DE6↑j
ROM:070A          call    RESET_DISK
ROM:070D          lda     217Fh          ; 217F = 0xFF
ROM:0710          inr    a
ROM:0711          jz     loc_5E5        ; SI: SALTA A DISPLAY MENU
ROM:0714          lxi    d, aDiscoNoFormateo ; NO: MSG "DISCO NO FORMATEADO"
ROM:0717 loc_717:          ; CODE XREF: sub_137E-C5B↓j
ROM:0717          mvi    b, 13h
ROM:0719          call   DISPLAY_MSG   ; DISPLAY MESSAGE AT 2, 32
```

Figura 15. Fragmento de código ensamblador del programa de control de la *MS101*. Nótese en los comentarios agregados durante la etapa de desensamblado la condición que determina el formato propio de *Micro Sistemas* (valor 0xFF).

Con esta información preparamos una nueva imagen virtual que fue aceptada por el sistema *MS101*. Este paso constituye, según lo que logramos indagar, la última fase de la secuencia de arranque del sistema y presenta al usuario el menú principal (ver Fig.16).



```
MICRO-SISTEMAS M.S. 101 FECHA: 28/11/17
DISCO OPERATIVO - NUMERO: IBMIRD USUARIO: LORENZO DEL DAGO
FUNCION:

-D- ENTRADA O MODIF. DE FORMATOS
-G- GRABACION DE ARCHIVOS
-B- BUSQUEDA EN ARCHIVOS
-V- VERIFICACION DE ARCHIVOS
-R- RECUPERACION DE ARCHIVOS
-Z- EMISION DE DIRECTORIO
-F- FORMATEO DE DISCOS
-S- COPIA DEL SOFTWARE M.S. 101
-C- CLASIFICACION DE ARCHIVOS
-M- OPERACION DE CINTA MAGNETICA
```

Figura 16. Captura de pantalla del emulador desarrollado para este trabajo de investigación. Vista del menú principal del sistema. La invocación de cualquiera de los comandos se realiza digitando la letra correspondiente (indicada entre guiones). Todos los comandos requieren la carga de fragmentos de programa desde el disco flexible.

La emulación del subsistema de discos flexibles (unidad controladora y unidad de discos) nos condujo al siguiente hallazgo: el software de la *MS101* tiene componentes residentes y componentes externos. Éstos últimos se materializan en fragmentos de programa almacenados en los disquetes de datos (en todos los que hayan sido formateados), que son cargados desde la unidad de discos hacia la memoria principal frente a la invocación de alguna de las opciones del menú principal por parte del operador del equipo. No hemos podido analizar los fragmentos de programas externos, ya que no logramos encontrar, hasta la fecha, ningún disco flexible utilizado en un equipo *MS101* que funcionen. Sin embargo, no quedan dudas de la existencia de dichos programas de los que se ha podido establecer, mediante las técnicas de análisis del código disponible, su ubicación (pista y sectores del disco flexible), su extensión y el área de memoria principal donde el sistema residente los cargará cuando sean invocados. La Fig.17 sintetiza esta información.

FUNCION:		ROM Table (0400-043A)				
-D-	ENTRADA O MODIF.DE FORMATOS	D	1	1	2900	6
-G-	GRABACION DE ARCHIVOS	G	1	26	2C00	1
-B-	BUSQUEDA EN ARCHIVOS	B	2	14	3000	13
-V-	VERIFICACION DE ARCHIVOS	V	1	7	2D00	1
-R-	RECUPERACION DE ARCHIVOS	R	3	24	2D00	3
-Z-	EMISION DE DIRECTORIO	Z	3	1	3000	3
-F-	FORMATEO DE DISCOS	F	4	11	2200	6
-S-	COPIA DEL SOFTWARE M.S.101	S	4	11	2200	6
-C-	CLASIFICACION DE ARCHIVOS		4	17	2180	10
-M-	OPERACIONES DE CINTA MAGNETICA			0	0008	0

Figura 17. Fragmento de la documentación elaborada durante el estudio de los programas hallados en las memorias del equipo *MS101*. Aquí se indican: la ubicación en el medio físico (disco flexible) mediante el número de pista (*track*) y sector inicial, La dirección de carga en la memoria RAM y la extensión de cada módulo (indicada en número de sectores). No se descarta que estos módulos puedan, a su vez, solicitar nuevas cargas de información desde la unidad de discos.

Un conjetura es que la función de formateo de disquetes presente en el menú principal se encarga, entre otras cosas, de copiar los fragmentos de programa necesarios para el normal funcionamiento del sistema *MS101*.

Lo anterior constituye, como anticipamos, una de las cuestiones más notables que hemos encontrado en el software de la *MS101*. Si bien es cierto que para facilitar el relato, hemos empleado estos términos, debemos decir que del análisis realizado no surgen evidencias que permitan describir la existencia de un esquema tradicional de programas “residentes” y “externos”. Tampoco se encontró la implementación de un esquema de carga dinámica mediante técnicas de paginado o de gestión de memoria virtual. La fragmentación del código presenta un carácter ciertamente caótico. Prueba de lo anterior es la aparición de diversos mensajes de texto (cadena de caracteres) correspondientes a funciones cuyo código de programa es externo.

## 4 CONCLUSIONES

Estamos transitando una etapa temprana de nuestro proyecto de investigación y, en consecuencia, todas las conclusiones tendrán carácter provisorio. Hemos expuesto, con cierto grado de detalle, algunas evidencias halladas durante las tareas de análisis de los objetos encontrados. Como se indicó, el estudio de los objetos se realizó siguiendo el enfoque que hemos denominado *arqueología computacional*.

El software analizado no presenta una estructura de diseño con separaciones claras entre componentes o capas de servicios. La frontera entre el nivel de sistemas y el de aplicación, como se ha dicho, es difusa. Pudimos confirmar que el programa de control de la *MS101*, que presenta una estructura monolítica, está a su vez dividido en fragmentos residentes y fragmentos externos. Esta división no presenta una estructura lógica evidente.

El estilo de codificación y algunas soluciones poco ortodoxas nos permiten suponer que los productos provienen de un entorno de desarrollo de tipo experimental o artesanal. No se descarta que en algunos casos los programas resultantes constituyan las primeras producciones de las personas intervinientes luego de tomar contacto con las tecnologías empleadas.

Auténticos primeros pasos con unas tecnologías novedosas sobre los que posiblemente la dinámica de trabajo no permitía volver atrás.

Según nuestro punto de vista el software de la *MS101* constituye la pieza que determina sin lugar a dudas su funcionalidad. La arquitectura del equipo presenta todas las características de una computadora de propósito general, sin embargo la lógica de control (el software) lo convierten en un equipo de propósito específico. Una decisión que la empresa *Micro Sistemas* no mantendrá en sus siguientes productos.

Este trabajo está dedicado a la memoria de José García, trabajador de Micro Sistemas del lado de adentro de la General Paz.

## REFERENCIAS

ALONSO, D., **Comunicación personal**, 2018.

BASHE, C.J., JOHNSON, L.R., PALMER, J.H., PUGH, E.W., **IBM's Early Computers. A Technical History**, MIT Press, 1986.

BAZÁN, Julio Eduardo, **DOS Un libro sin nombre**, comunicación personal, 2002.

BEHREND Tomás, **Entrevista personal**, 11 de junio de 2014.

BOMHEKER, Manuel, **Entrevista a Julio Eduardo Bazán para “30 años de Democracia”**, LRA7,

Radio Nacional Córdoba, 30 octubre 2012.

CERUZZI, P., **A History of Modern Computing**, 2. ed, 2003.

DEL DAGO, Gustavo, **Creación de un ecosistema donde preservar el primer lenguaje y compilador argentino: Un caso de arqueología computacional**, Anales del II Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC 2012), en el XXXVIII CLEI. Medellín/Colombia, 2012.

DEL DAGO, Gustavo, **Innovación tecnológica en la Argentina de los años sesenta. Estudio del SIM1401**, Memorias del III Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC 2014), Montevideo/Uruguay, 2014.

DIAZ, Freddy, **Entrevista personal**, 25 de febrero de 2014.

Ediciones Banco de la Provincia de Buenos Aires, **Microsistemas S.A.: El Salto Tecnológico**, Testimonios No.10, julio 1987.

IBM, **The IBM Diskette General Information Manual**, IBM Product Reference Literature, Fourth Edition, 1977.

Intel, **8080 Microcomputer Systems User's Manual**, Intel Corporation, 1975.

MONTES, M., **Comunicación personal**, 2017.

NEC, **μPD372D LSI Floppy Disk Controller Chip User's Manual**, Nec Microcomputers, Inc., 1977.

PUGH, E.W., JOHNSON, L.R., PALMER, J.H., **IBM's 360 and Early 370 Systems**, MIT Press, 1991.

MOGNI, Alejandro, **Entrevista personal**, 13 de febrero de 2014.

MOGNI, Alejandro, **Procesamiento Sectorial con Microcomputadores**, Mini Computer, año 2, número 13, p24-27, 1982.

PROPATO, Ricardo, **Micro Sistemas es una realidad**, Gráfica Electrónica, No. 615, marzo 1985.

ROJO, Guillermo, **Micro Sistemas, empresa cordobesa pionera en la fabricación de computadoras en la Argentina**, Memorias del III Simposio de Historia de la Informática en América Latina y el Caribe (SHIALC 2014), Montevideo/Uruguay, 2014.

SALONIA, Eduardo, **Entrevista personal**, 7 de marzo de 2014.