

Automatizar las cubas: El proyecto ALUAR en la División Electrónica de FATE (1976-1982)

Bruno Massare

Instituto de Estudios sobre la Ciencia y la Tecnología

Universidad Nacional de Quilmes

Buenos Aires, Argentina

brnomassare@gmail.com

Resumen. Tras el golpe de estado de 1976 y el giro hacia una política económica con un fuerte sesgo hacia la importación, la División Electrónica de FATE interrumpió buena parte de sus proyectos productivos e intentó reconvertirse en importadora. La firma había sido creada en 1969 por el fabricante de neumáticos FATE y produjo las primeras calculadoras electrónicas de la Argentina con circuitos integrados e impresión, e inició el desarrollo de una línea de computadoras, bautizada Serie 1000.

Diversos trabajos sobre la trayectoria de la firma ubican en 1976 al final de las actividades relevantes de la firma en las áreas de producción e investigación. Sin embargo, la División Electrónica continuó con una serie de iniciativas lideradas por su gerencia de I+D, entre las que se destacó el desarrollo de un sistema para la automatización de las cubas en la planta de aluminio de ALUAR, perteneciente al mismo grupo empresario.

El objetivo central de este trabajo es reconstruir el desarrollo de este último proyecto, que le permitió al grupo empresario aprovechar las capacidades acumuladas en el área de I+D de la División Electrónica para desarrollar un sistema de control industrial que permitiera solucionar un problema productivo.

Abstract. After the 1976 coup d'état and the shift towards an economic policy with a strong bias towards imports, FATE División Electrónica interrupted most of its production projects and tried to convert itself into an importer. The firm had been created in 1969 by the tire manufacturer FATE and produced the first electronic calculators in Argentina with integrated circuits and printing, and began the development of computers, called the 1000 Series.

Diverse works on the trajectory of the firm place in 1976 the end of the relevant activities of the firm in the areas of production and research. However, the División Electrónica continued with a series of initiatives led by its R&D management, among which the development of a system for the automation of the tanks in the ALUAR aluminum plant, a company of the same business group.

The main objective of this work is to reconstruct the development of this last project, which allowed the business group to take advantage of the accumulated capacities in the R&D area of the División Electrónica to develop a system of industrial control that would allow to solve a productive problem.

Keywords—Argentina; historia; electrónica; informática

1 Introducción

En 1969, el fabricante de neumáticos FATE inició la operación de su División Electrónica. La empresa, controlada por la familia Madanes, produjo las primeras calculadoras electrónicas de la Argentina con circuitos integrados e impresión, y se convirtió en el principal proveedor local de calculadoras bajo la marca Cifra, a partir de una estrategia de integración local de componentes y la priorización del desarrollo de tecnología sin licencias. Durante la primera parte de la década del '70 exportó sus productos a países de América Latina y Europa, e inició el desarrollo de una línea de computadoras, bautizada Serie 1000.

Tras el golpe de estado de 1976, con el que sobrevino un giro en la política económica con un fuerte sesgo hacia la importación, la División Electrónica de FATE interrumpió buena parte de sus proyectos productivos e intentó reconvertirse en importadora de calculadoras y computadoras, entre otros productos de oficina. Diversos trabajos sobre la trayectoria de la firma [1], [2], fijan en ese año el final de las actividades relevantes de la firma en las áreas de producción e investigación.

Sin embargo, a partir de 1976, el área de I+D de la División Electrónica, por entonces dirigida por Alberto Bilotti, un prestigioso ingeniero con amplia experiencia en el diseño de circuitos electrónicos, llevó a cabo una serie de iniciativas como el desarrollo de terminales colectoras de datos para la lectura de medidores eléctricos, prototipos de mini y microcomputadoras y, en lo que sería el proyecto de mayor relevancia durante esa etapa, el desarrollo de un sistema para la automatización del control de cubas en la planta de aluminio de ALUAR, perteneciente al mismo grupo empresario.

El objetivo central de este trabajo¹ es reconstruir el desarrollo de este último proyecto, que le permitió al grupo empresario aprovechar las capacidades acumuladas en el área de I+D de la División Electrónica en el diseño y fabricación de equipos de cálculo, para desarrollar un sistema de control industrial que permitiera solucionar un problema productivo que hasta entonces se resolvía de manera cuasi artesanal. La historia de este desarrollo se reconstruye principalmente a partir de la escasa documentación disponible sobre el proyecto y los testimonios de quienes estuvieron involucrados en la iniciativa.² Hacia el final, se analizan algunas de las implicancias que el proyecto tuvo tanto para ALUAR como para la División Electrónica, y se esbozan algunos aspectos a profundizar en futuras investigaciones.

1 Este trabajo forma parte de la investigación para la tesis doctoral –en elaboración– del autor en la Universidad Nacional de Quilmes – Doctorado en Ciencias Sociales y Humanas, “El desarrollo de tecnología intensiva en conocimiento en la Argentina. La producción de calculadoras y el proyecto de computación en la División Electrónica de FATE (1969-1982)”.

2 Durante la investigación se realizaron entrevistas en profundidad y de carácter semiestructurado con actores relacionados con el desarrollo de la División Electrónica de FATE Electrónica. En la totalidad de los casos fueron realizadas por el autor del trabajo.

2 En busca de un palo verde

ALUAR (por Aluminio Argentino) nació como parte de una estrategia de diversificación de la empresa fabricante de neumáticos FATE, que se había presentado como oferente en la licitación abierta en agosto de 1970 para la instalación de una planta de aluminio en Puerto Madryn. El Estado haría su aporte al proyecto a través de la participación de la Fuerza Aérea en COPEDESMEL, una corporación para el desarrollo de los metales livianos, imprescindibles para la industria de aviación.

La oferta de ALUAR era cuestionada por ofrecer una tecnología (de cubas abiertas) considerada anticuada y de alto impacto ambiental. Un informe de COPEDESMEL sostenía que desde el punto de vista tecnológico y de acceso al capital la mejor oferta era la de las firmas extranjeras Kaiser, Pechiney y ALCAN, bajo el nombre de ALPASA, pero que desde el punto de vista de acceso del capital nacional a las industrias básicas, la mejor propuesta era la de ALUAR [3].

Tras un proceso licitatorio con impugnaciones cruzadas entre oferentes extranjeros y locales, y tras declararse desierto el concurso público, en junio de 1971 la dictadura encabezada por Alejandro Lanusse realizó una contratación directa con ALUAR por considerársela la oferta que “en mayor medida permite la concreción del proyecto, en el marco de las políticas nacionales” [4], descartando así la otra oferta local, de PRALSA.

ALUAR era un negocio en el que el Estado aportaba 410 millones de dólares y FATE 10 millones de dólares. El proyecto incluía, además de la planta, la construcción de un puerto de aguas profundas, de la central eléctrica de Futaleufú, de las líneas de transmisión de energía y de un acueducto de Puerto Madryn a la planta. A FATE se le eximía de cumplir con la Ley de Compre Nacional al permitir la contratación de la italiana Montedison para la instalación de la planta llave en mano y garantizaba una tasa de beneficio asegurada del 66,87 por ciento [5].

La capacidad técnica adquirida para la fabricación de calculadoras en la División Electrónica había sido esgrimida por FATE como una demostración de que la empresa podía encarar proyectos tecnológicos complejos [6].³ Esas capacidades de la División Electrónica, en medio de la crisis que atravesaba la producción de calculadoras tras los cambios arancelarios en la importación de componentes posteriores al golpe de estado de 1976 –que hicieron que fuese más costoso importar las partes de una calculadora que una terminada– serían nuevamente utilizados como un insumo estratégico por parte de ALUAR.

Así, muchos de quienes estaban trabajando hasta entonces en el prototipo de la computadora Serie 1000, que se encontraba muy avanzada en hardware pero no de la

3 Daniel Friedenthal, por entonces vicepresidente de FATE, fue quien manejó la negociación financiera del proyecto ALUAR, en tanto que Carlos Varsavsky participaba del plan técnico de la planta de aluminio y las negociaciones con el grupo italiano Montedison. Según Friedenthal, “a la empresa le vino muy bien tener lista la primera calculadora porque en ese momento de la licitación de la planta de aluminio era muy importante demostrar que uno era capaz de hacer cosas nuevas y nos daba prestigio”. Entrevista a Daniel Friedenthal, San Fernando, 15 de febrero de 2011.

misma manera en cuanto al desarrollo del software⁴, fueron reasignados a un proyecto de automatización de las cubas de ALUAR [7].

En 1976, la productora de aluminio controlada por FATE vendía unas 29.000 toneladas en un mercado local –recién exportaría a partir del año siguiente– en estado de recesión por los efectos del Rodrigazo y de la política económica de la dictadura militar [8]. ALUAR también enfrentaba problemas técnicos relacionados con el efecto anódico que se producía en las cubas por una repentina elevación de la resistencia eléctrica, un problema recurrente que requería una rápida intervención ante el riesgo de perjudicar la producción.

El problema a resolver estaba originado en la tecnología de electrólisis utilizada por ALUAR. Durante la operación de la planta, si bien cada una de las cubas de producción de aluminio tenía una tensión baja entre el ánodo y el cátodo, entre las cubas circulaba una tensión muy alta, de hasta 150.000 amperes. En un determinado momento, comenzaba a subir el voltaje en alguna de las 400 cubas por el efecto anódico, causado por la acumulación de gases entre la superficie de la escoria y los bloques de grafito que funcionaban como ánodos. Si la creciente suba de tensión no lograba interrumpirse comenzaba a disiparse calor, se perdía potencia y se podía estropear la cuba. La solución era sumamente artesanal: el uso de voltímetros analógicos y la posterior la introducción de una rama de árbol –bautizada “el palo verde”– como catalizador, dentro del aluminio fundido, que interrumpía el efecto anódico [9].

3 La Cifra 68

El requerimiento de ALUAR hacia el grupo de I+D de la División Electrónica era reemplazar ese recurso casi artesanal por un sistema que pudiera medir los parámetros de la cuba para saber cuándo se estaba por producir el efecto anódico, es decir, que detectara cuándo la tensión empezaba a aumentar para así evitarlo.

Según Luis Rivero, quien ingresó a FATE en marzo de 1977 para el proyecto de automatización de las cubas de ALUAR, la planta presentaba un ambiente adverso para la instalación de equipos electrónicos debido al alto voltaje que circulaba:

La corriente eléctrica que circulaba entre las cubas generaba un campo magnético tan grande que habían puesto una reja alrededor para que la gente no se acercara, porque si tenías una pinza o algo parecido, te lo chupaba. De hecho, cuando visitabas la planta te hacían la prueba de la barra: te daban una barra de hierro y, si estabas parado entre las cubas, no podías girarla por el efecto magnético [10].

En comparación con el desarrollo de la Serie 1000, el sistema de control para las cubas de ALUAR era un desafío de menor complejidad en términos de desarrollo de software –al ser un sistema de control industrial no tendría un sistema operativo,

4 “El hardware estaba todo terminado. Lo que pasa es que había un error de concepto: era una máquina diseñada por ingenieros electrónicos que no sabían de software, con lo que el software había sido dejado de lado”, refiere Horacio Martínez del Pezzo, quien había ingresado en 1975 a la firma para trabajar en el desarrollo de hardware para la Serie 1000. Entrevista a Horacio Martínez del Pezzo, La Plata, 19 de julio de 2019.

como en el caso de la Serie 1000– pero, a la vez, tenía que tener alta confiabilidad en un ambiente de alto “ruido” eléctrico. El sistema fue bautizado Cifra 68, debido a la elección del procesador 6800 de Motorola, de 8 bits, como base del desarrollo [11].

FATE S.A.I.C.J. Electrónica
Avda. del Libertador 416
(1001) - Buenos Aires - Argentina
Tel. 393.0284 - 393.6203
Teléx: 012-1276 - Cables: Citrelec

Fate O
Electrónica

MICRO COMPUTADOR PARA CONTROL DE PROCESOS

CIFRA - 68

CARACTERÍSTICAS SOBRESALIENTES

Alta Confiabilidad: En su constitución se utilizan componentes seleccionados en base a rigurosos controles de calidad.

Memoria protegida contra fallas de energía: Memoria alimentada por fuente ininterrumpible.

Versatilidad para procesos en tiempo real: Protección de áreas de memoria por programa, Reloj incorporado, Interrupciones y acceso directo a memoria controladas por hardware.

Sistema de Comunicaciones: Vía norma RS-232 o Lazo de corriente con velocidad de transmisión seleccionable.

Panel de Control: Diseñado para optimizar las operaciones durante la depuración de programas.

Uso Industrial: Partes mecánicas y eléctricas fabricadas en base a pautas estrictas de confiabilidad, solidez y hermeticidad.

El microcomputador CIFRA-68 fue concebido para ser aplicado, en ambientes industriales, en tareas relacionadas con el control de procesos en tiempo real.

Su estructura es modular, pudiendo adaptarse la misma a las necesidades propias de cada usuario quien puede extender o modificar, con el agregado de nuevos módulos, las prestaciones del mismo.

Está construido usando componentes seleccionados según rigurosas pruebas ambientales y eléctricas y en base a procesos productivos controlados.

De esta manera se asegura un alto nivel de confiabilidad en el producto.

De las características sobresalientes enunciadas se desprende que CIFRA-68 Es un microcomputador ideal para ser utilizado en sistemas de control jerarquizados con gran versatilidad de manejo de periféricos.

No obstante puede ser aplicada, como microcomputador de propósitos generales, al procesamiento de datos en otras áreas.

Fig. 1. Página frontal del folleto promocional de la computadora Cifra 68 presentado en el Sexto Simposio Nacional de Control Automático, organizado por la Asociación Argentina de Control Automático (AADECA) en octubre de 1978. Foto: Gentileza Gustavo Wiman.

El proyecto implicaba medir parámetros de las cubas con sensores y electrónica discreta en una terminal de adquisición de datos de corriente y tensión. Ese grupo de desarrollo estaba liderado por Raúl Rigo, mientras que Horacio Martínez Del Pezzo (que en 1977 dejó la empresa y fue reemplazado por Gustavo Wiman), Jorge Roitman, Fernando Szklanny y Rivero, entre otros, trabajaban en el diseño y desarrollo del sistema de control de las cubas. Alberto Bilotti, como gerente de I+D, era el responsable máximo del proyecto.

En el área de I+D de la División Electrónica había todavía quedaba un rack enorme que había sido el del prototipo de la Serie 1000, con sus plaquetas, y cada vez que necesitaban algo, intentaban reutilizar algunos componentes. El diseño de la computadora Cifra 68 estaba constituido por tres módulos principales: la CPU, con el

Motorola 6800, el de registros (con un total de 6) y el de memoria, con una capacidad máxima de 64 Kilobytes [12].

Según Rivero, el uso de los registros como una memoria de acceso inmediato permitía ampliar las posibilidades de cálculo de los procesadores:

Si había que poner información en una memoria externa eso llevaba tiempos de acceso muy lentos para los cálculos que había que hacer con respecto al funcionamiento de las cubas. Y como la capacidad de los procesadores no alcanzaba, ya que tenían unos pocos registros, hubo que desarrollar registros externos, que los hicimos con flip-flops, circuitos de lógica binaria. Entonces, cuando pasaba por el bus de datos un cierto código, se generaba una interrupción, el circuito capturaba esos datos y los guardaba en el registro. Eso nos permitía ejecutar una instrucción eran unos pocos microsegundos [13].

Así como la demora en el desarrollo de software había sido uno de los motivos de retraso en el proyecto Serie 1000 [14], también lo fue, aunque en menor medida, para la Cifra 68. Mientras se avanzaba con el hardware, el grupo de software –conformado por Guillermo Delbúe, Hugo Studnitz, Ricardo Renyi, Paula Sutton e Irene Trosberg, entre varios de sus integrantes– comenzó a programar el assembler para el Motorola 6800, tarea que se realizaba en una Digital PDP-11, donde contaban con un emulador de ese procesador [15].

Sin embargo, por decisión de Bilotti debido a las demoras en el desarrollo del software, finalmente fue el grupo de hardware el responsable de hacer una programación de emergencia del assembler del procesador 6800 –bajo la supervisión del gerente de I+D de la División Electrónica– para poder realizar una demostración ante personal de ALUAR, en 1978. Posteriormente, el grupo de software terminó la programación definitiva [16].

La interacción cercana entre ALUAR y la División Electrónica de FATE facilitaba el desarrollo de la teoría subyacente para el control de las cubas. En ALUAR había un grupo específico que diseñaba los algoritmos de control del sistema, que posteriormente eran codificados en la programación de las Cifra 68 [17].

Durante 1979 finalizó el desarrollo de prototipos de la Serie 68 que se instalaron en un conjunto de cubas de ALUAR, lo que implicó que algunos de los ingenieros debieran pasar un mes en la planta de Puerto Madryn. Un año antes, uno de los prototipos había sido expuesto en el Sexto Simposio Nacional de Control Automático, organizado por la Asociación Argentina de Control Automático (AADECA), adonde también fueron presentados dos trabajos que detallaban el trabajo llevado a cabo para el desarrollo del sistema: “Software básico para un sistema de control basado en microprocesadores” y “Terminales para el control y la adquisición de datos comandables por microcomputadoras”. Para esa ocasión también se habían elaborado folletos de la Cifra 68, con la idea de comenzar a promocionar comercialmente el sistema [18].

La Cifra 68 contaba con un teclado reducido en el frente y display LED, ambos importados y aptos para aplicaciones industriales, condición que también debía cumplir el gabinete de la computadora. Hugo Méndez, por entonces gerente de Ingeniería de Producto de la División Electrónica, recuerda:

Un desafío aparte fue el diseño del gabinete que contenía la electrónica, debido al ambiente sumamente agresivo en el que debía estar: temperaturas elevadas, corrientes altísimas y polvo. Se optó por un gabinete de chapa de acero totalmente hermético, que además de servir como blindaje electromagnético, disipaba el calor de los circuitos a través de sus paredes, facilitado por un ventilador recirculador interno [19].



Fig. 2. Demostración de la Cifra 68 en el Sexto Simposio Nacional de Control Automático, organizado por la Asociación Argentina de Control Automático (AADECA). Luis Rivero opera la computadora mientras Alberto Bilotti (detrás, con mano levantada) realiza una explicación sobre su funcionamiento. Foto: Gentileza Luis Rivero.

Una vez atravesadas las pruebas iniciales, comenzó a diseñarse la arquitectura final del sistema para la planta de ALUAR. Desde un principio, fue concebida como un sistema distribuido jerárquico con una computadora para aplicaciones industriales HP 2100A de control⁵, más otra de back up, para las que se había desarrollado también la programación, en C y assembler. Por debajo de ellas, 25 computadoras Cifra 68 que controlaban las terminales de adquisición de datos, que debían medir tensión y corriente de electricidad en las 400 cubas repartidas de a 100 en cuatro galpones. En simultáneo con el diseño de la arquitectura del sistema, el área de I+D de ALUAR había encontrado que, al detectar el aumento de tensión, mediante un movimiento de oscilación que hacía subir y bajar el plano de los ánodos de las cubas, se podía

⁵ Tiempo después esa computadora habría sido reemplazada por una HP 3000. Entrevista telefónica con Fernando Szklanny, 27 de julio de 2021.

disminuir el efecto anódico, aunque seguía siendo necesario el uso del “palo verde” [20], [21].

En el folleto promocional presentado en 1978 en AADECA se destacaban la modularidad y versatilidad del equipo, así como su potencial como microcomputador de propósito general para el procesamiento de datos en otras áreas más allá del control de procesos en tiempo real en el ámbito industrial. También que la Cifra 68 estaba diseñada con un gabinete hermético que podía montarse en racks y que el software permitía control sobre los procesos mediante un panel manejado por monitor residente en ROM que daba la posibilidad de leer y escribir registros internos del procesador y memoria, detectar el pasaje del programa en ejecución por una dirección de memoria previamente seleccionada y la ejecución paso a paso de programas [22].

En 1980, el jefe de Compras de Importación de la División Electrónica, Ricardo Glücksmann, viajó a Estados Unidos junto con uno de los ingenieros involucrados en el proyecto, Víctor Rodríguez Cubero, para comprar los componentes necesarios para instalar el sistema de control en las 400 cubas [23]. Ese mismo año, asumió Horacio Serebrinsky, hasta entonces gerente Industrial de la División Electrónica, como gerente general de la firma, en reemplazo de Horacio Scliar.

Sklanny –que en paralelo a las tareas para ALUAR trabajaba junto con otros integrantes del área de I+D de la División Electrónica en el desarrollo de una colectora de datos para la empresa estatal de Servicios Eléctricos del Gran Buenos Aires (SEGBA)–, recuerda que la falta de antecedentes en lo que estaban haciendo les demandaba arrancar desde cero en muchos aspectos:

Por entonces, la idea de un red de computadoras conectadas todavía era muy nueva y tuvimos que desarrollar normas para la parte eléctrica y protocolos para las comunicaciones, necesitábamos que el magnetismo de la sala de electrólisis no afectara los cuatro kilómetros de cableado que hubo que desplegar. Fue un esfuerzo muy grande porque ya éramos pocos quienes trabajábamos en el proyecto [24].

El sistema fue presentado en documentos de la firma como AL600, ya que estaba prevista su aplicación a otras 200 cubas más allá de las primeras 400⁶.

Mientras tanto, el negocio de ALUAR crecía de manera sostenida. En 1979, la empresa ocupaba el puesto 47 entre las empresas más grandes de la Argentina y un año después estaba en el puesto número 30, con una facturación de alrededor de U\$S 280 millones [25].

La instalación final del sistema de control de cubas se extendió más de lo previsto y concluyó en 1982, principalmente debido a la escasez de recursos que generó el achicamiento de la División Electrónica. Un año antes, había asumido un nuevo gerente general en la División Electrónica: Raúl Marozof, ex gerente Comercial de la

6 El equipo Cifra 68 recibía por línea de pares retorcidos una señal de frecuencia proporcional a una tensión analógica convirtiéndola a digital con una precisión de 12 bits. La comunicación se realizaba a través de un canal de comunicaciones serie (4800 bauds de velocidad de transmisión) y las líneas habían sido aisladas galvánicamente en forma independiente. Sistema para control de procesos FATE AL600, FATE División Electrónica, documento sin fecha.

firma y muy cercano a la dirección del grupo FATE, con instrucciones de cerrar la operación [26].

De los 130 integrantes que tenía el área de I+D en 1977, en los inicios del proyecto, hacia 1982 quedaban solo cinco. Además de Bilotti, uno de ellos era Wiman, quien recuerda:

Más allá de nosotros, casi lo único que quedaba de la División Electrónica era la gente que hacía soporte técnico de las microcomputadoras NEC que se importaban, que estaban en un edificio en el centro. En la planta de San Fernando ya no quedaba nada de Electrónica, veíamos que la empresa se moría, el tema era cuándo [27].

En 1982, la División Electrónica de FATE fue cerrada, se vendió la marca Cifra a un distribuidor y poco tiempo después se crearía otra empresa, ELFA (por Electrónica FATE), dedicada a la importación, servicios y soporte de computadoras personales NEC, además de continuar brindando el servicio técnico de las máquinas de registro directo Cifra Sistema [28].

Tras el cierre de la operación de la División Electrónica, Sklanny, junto con Rigo y Norberto Caminoa –ingeniero residente en la planta de ALUAR en Puerto Madryn– conformaron la empresa ITD, a través de la cual fueron contratados para finalizar aspectos de la instalación y brindar soporte al sistema de control de cubas, tarea que desempeñaron hasta el año 1988 [29].

4 Conclusiones

El proyecto de automatización de las cubas de ALUAR implicó que las actividades de I+D en la División Electrónica no solo continuaran a partir de 1976 con nuevos proyectos, sino que comprendieran la contratación de personal, inversiones y la generación de nuevas capacidades en la empresa durante los años siguientes.

Sin experiencia en el área de control industrial, el área de I+D de la División Electrónica logró aprovechar los conocimientos acumulados en hardware y software generados en el diseño y fabricación de calculadoras, máquinas de registro directo y prototipos de computadoras con un nuevo objetivo. El diseño e implementación de este tipo de sistemas complejos a partir de un desarrollo desde la base es evidencia de las capacidades acumuladas en la firma y de que todavía se encontraba en condiciones de encarar proyectos cercanos al estado del arte en el sector electrónico y computacional.

Para ALUAR, el aprovechamiento de la interacción con la División Electrónica significó la posibilidad de solucionar un grave problema en el proceso de producción. Adicionalmente, el desarrollo del sistema de automatización de cubas le permitió al área de I+D de ALUAR una mejor comprensión y control sobre el proceso productivo del aluminio.

El mercado de sistemas de control industrial fue identificado por la División Electrónica como un área de negocios con potencial para la comercialización de los sistemas que estaba desarrollando, con la ventaja de que la puesta en marcha de uno de la dimensión del de ALUAR podía resultar un caso testigo de relevancia en

términos comerciales. El área de proyectos de ingeniería, que también comprendió otros proyectos como el desarrollo de colectoras de datos para SEGBA era, además, un sector menos vulnerable que el de máquinas de cálculo y computación frente al impacto de la política económica con fuerte sesgo importador impuesta por la dictadura militar.

En futuras investigaciones podría profundizarse sobre el posicionamiento del sistema de control industrial desarrollado por la División Electrónica frente a otras alternativas disponibles a nivel local e internacional y sus posibilidades de comercialización, así como en el beneficio económico que ALUAR obtuvo a partir de la puesta en marcha de la automatización de las cubas realizada por la División Electrónica versus la compra de un sistema llave en mano, un aspecto que no parece haber sido mensurado por la dirección de FATE,⁷ y que podría ser un aporte de relevancia para el análisis del impacto financiero que la División Electrónica tuvo en su empresa madre.

Referencias

[1] Adler, E (1987), *The power of ideology. The quest for technological autonomy in Argentina and Brazil*, University of California Press, Berkeley.

[2] De Alto, B. (2013), *Autonomía tecnológica, la audacia de la División Electrónica de FATE*, Ediciones Ciccus, Exi2 y UTN-Facultad Regional General Pacheco, Buenos Aires.

[3] Rougier, M. (2011), *Estado y empresarios de la industria del aluminio en la Argentina: el caso ALUAR*, Editorial Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, p. 284.

[4] *Ibíd*, p. 299.

[5] Seoane, M. (1998), *El burgués maldito*, Planeta, Buenos Aires, p. 185.

[6] Massare, B. (2014), *De los neumáticos a los chips: el rol de la I+D en el desarrollo de calculadoras y computadoras en la División Electrónica de FATE (1969-1982)*, en *Memorias del III Simposio de Historia de la Informática de América Latina y el Caribe (SHIALC 2014)*, Montevideo, p. 81.

[7] Entrevista a Eduardo Lapadula, Buenos Aires, 10 de febrero de 2010.

[8] Rougier, M. (2011), *Estado y empresarios de la industria del aluminio en la Argentina: el caso ALUAR*, Editorial Universidad Nacional de Quilmes, Bernal, p. 400.

[9] Entrevista a Luis Rivero, Buenos Aires, 8 de febrero de 2019.

[10] *Ibíd*.

[11] Entrevista a Horacio Martínez del Pezzo, La Plata, 19 de julio de 2019.

[12] Entrevista a Luis Rivero, Buenos Aires, 8 de febrero de 2019.

[13] *Ibíd*.

[14] Massare, B. (2014), *De los neumáticos a los chips: el rol de la I+D en el desarrollo de calculadoras y computadoras en la División Electrónica de FATE (1969-1982)*, en *Memorias*

⁷ “La gente que estaba con la Serie 1000 hizo el programa de control de las cubas que funcionó mucho tiempo, con algunas adaptaciones que se fueron haciendo. Fue una externalidad positiva, no sé si pagó lo que se perdió por otro lado”. Entrevista a Daniel Friedenthal, San Fernando, 27 de julio de 2018.

del III Simposio de Historia de la Informática de América Latina y el Caribe (SHIALC 2014), Montevideo, p. 86.

[15] Entrevista a Horacio Martínez del Pezzo, La Plata, 19 de julio de 2019.

[16] Entrevista a Luis Rivero, Buenos Aires, 8 de febrero de 2019.

[17] Entrevista telefónica a Gustavo Wiman, 28 de mayo de 2019.

[18] *Ibíd.*

[19] Díaz, E. y Zubieta R. (comp.) (2015), *Una experiencia de desarrollo independiente de la industria electrónica argentina de punta*, Prosa Editores, Buenos Aires, p. 255.

[20] Entrevista telefónica a Gustavo Wiman, 28 de mayo de 2019.

[21] Entrevista telefónica a Fernando Szklanny, 27 de julio de 2021.

[22] Folleto promocional de la CIFRA 68 presentado en el Sexto Simposio Nacional de Control Automático, organizado por la Asociación Argentina de Control Automático (AADECA), en octubre de 1978.

[23] Entrevista a Ricardo Glücksmann, Buenos Aires, 18 de enero de 2010.

[24] Entrevista telefónica a Fernando Szklanny, 27 de julio de 2021.

[25] García, Luis F. (1979), "Las ventajas de cotizar", *Revista Mercado*, abril de 1979, Buenos Aires.

[26] Entrevista a Raúl Marozof, Buenos Aires, 18 de enero de 2010.

[27] Entrevista telefónica a Gustavo Wiman, 28 de mayo de 2019.

[28] Entrevista a Raúl Marozof, Buenos Aires, 18 de enero de 2010.

[29] Entrevista telefónica a Fernando Szklanny, 27 de julio de 2021.