

# Revisión histórica de los PLC, en el 50 aniversario

Joan Domingo y Joan Segura

Este año 2018 se cumple el cincuentenario de la aparición de los PLC, los controladores lógicos programables, sin los cuales la automatización industrial, como la conocemos actualmente, no existiría. La historia de los PLC es extensa, puesto que involucra a muchos actores y son fruto de una mezcla de iniciativas muy diversas, de forma que, aunque su paternidad se atribuye habitualmente a Dick Morley, el propio Morley afirmó que dicha paternidad, realmente, se debía a muchísimas personas. En este artículo lo que se pretende es hacer un resumen de cómo fueron sus inicios y los elementos que marcaron su aparición, así como las causas, hechos, empresas, personas y fechas clave para que hayamos llegado hasta los PLC actuales, pero con énfasis en su génesis.

## Antecedentes

Para hacerse una idea de cómo sucedió todo, el lector debería mentalizarse en que tecnológicamente está hacia la mitad de la década de 1960. Por entonces, las instalaciones automatizadas corrían a cargo de grandes armarios de relés o de miniordenadores con interfaces de entradas y salidas para conectarlas con el proceso productivo. Los pequeños controles no tenían mayor problema, pero para los grandes clientes, básicamente los fabricantes de automóviles como General Motors, Ford y otros, tenían grandes cantidades de automatismos, que les creaban no pocos problemas tanto de diseño y construcción como de costes y de mantenimiento.

La tecnología de relés se basaba en un funcionamiento por relevadores, esto es, dentro de una secuencia de acciones. Cada acción corría a cargo de un relé, de forma que cuando se activaba una acción, la anterior se desactivaba, tomando el relevo otro relé al anterior y, así, de forma sucesiva y cíclica, se iba ejecutando la secuencia establecida. El porqué de esta forma de actuar tiene dos fuentes, la primera es el propio término de “relés” o “relevadores”, que procedía de la telegrafía; desde sus inicios, no había posibilidad de que los cables del telégrafo superaran las 20 millas de distancia (unos 30 kilómetros), porque se realizaba en código Morse mediante impulsos de corriente continua, que provocaban caídas de tensión en dichos cables y el impulso no llegaba con suficiente intensidad a su destino si superaba esta distancia. Por ello, se estableció que cada 20 millas, el impulso accionaría un relé que, a través de sus contactos conectados a baterías locales, reemitiría

el impulso hacia la siguiente estación, con lo que se tenía un sistema de relevos que permitía alcanzar cualquier distancia. Por otra parte, la forma en que se hacían (y se siguen haciendo) los sistemas de control que ejecutan una secuencia, y que se basa en el relevo de un relé a otro para cada paso de la misma, tiene un origen darwiniano, esto es, implementaciones sucesivas de sistemas de control llevaron a descartar los circuitos menos afortunados hasta llegar a un sistema que era completamente operativo, y sus orígenes, sin tener una autoría concreta, posiblemente, se deban encontrar en la Alemania de principios del s. XX.

Los automatismos basados en lógica de relés y diagramas de relevadores o diagramas de contactos en escalera se denominaron así porque se tenían dos líneas paralelas (una conectada a positivo y otra a negativo) entre las cuales se iban dibujando los peldaños de una escalera formada por contactos en serie y en paralelo, con las bobinas de cada uno de los relés relevadores en un extremo. Estos automatismos, aun siendo muy eficaces, presentaban no pocos inconvenientes, entre los que destacaban los siguientes:

- Cableado fijo, que hacía muy costoso cualquier cambio.
- Tecnología electromecánica que, antes o después, presentaba fallos por rotura de muelles, soldadura de contactos, deterioro de bobinas, rebotes en los contactos, etc.
- Gran tamaño y ocupación en armarios contenedores.
- Costes elevados tanto por el tiempo de diseño, como de montaje, como de materiales.
- Dificultad en la localización de averías

(una frase célebre de la época decía “cinco horas para encontrar una avería y cinco minutos para repararla”).

Este escenario, nada halagüeño para los ingenieros y electricistas de la época, derivó hacia la mitad de la década de 1960 en la necesidad de encontrar una forma de sustituir los armarios de relés por algún tipo de controlador general que, siendo siempre el mismo, se pudiese programar para cada necesidad, en vez de cablear de forma fija cada vez, un controlador concreto que solo serviría para cada instalación.

Diversas empresas proveían de servicios de automatización a clientes industriales y, en muchas ocasiones, ya empezaban a suministrar controladores basados en miniordenadores, pero el coste económico era muy elevado, los programas eran difíciles de escribir y, sobre todo, difíciles de depurar para ajustarlos hasta que cumplieran completamente con las especificaciones del cliente o las necesidades de cada instalación; en ocasiones, se precisaban hasta seis meses para tener un automatismo terminado que, a pesar de las dificultades para crearlo, fallaba menos que los basados en relés y ocupaba menos espacio. Uno de los problemas que había era el tratamiento de interrupciones que, en ocasiones, hacían que una subrutina fuera llamada muchas veces dentro de un mismo ciclo de la secuencia, lo que dificultaba en extremo que dicha secuencia se ejecutara dentro de un tiempo mínimo previsible: no eran siempre sistemas deterministas, al contrario de los sistemas con relés, que sí lo eran. Unos presentaban unas ventajas e inconvenientes y los otros también.

Este escenario provocó que, desde

diferentes frentes, y de forma a veces completamente independiente, se empezara a acariciar la idea de un controlador estándar, que sirviera a cualquier propósito general de automatización de instalaciones industriales, preferentemente las de gran tamaño, porque, resueltas estas, las de tamaño mediano y pequeño, quedarían cubiertas. Desde diciembre de 1947, en los laboratorios de Bell Telephone Company, John Bardeen y Walter Houser Brattain, bajo la dirección de William Shockley, habían obtenido el 17 de junio de 1947 el transistor bipolar de punto y, en 1948, Shockley patentó el transistor bipolar de unión. Este fue el que realmente se comercializó y con el que el peso y consumo de energía de los ordenadores disminuyó notablemente hasta alcanzar tamaños razonablemente pequeños con la llegada de los primeros circuitos integrados que, en 1957, que fueron introducidos por el ingeniero Jack Kilby de la compañía Texas Instruments. Ello permitió que los ordenadores evolucionaran rápidamente y, en 1958, se tuvo ya la denominada segunda generación, usando esta tecnología y abandonando las válvulas electrónicas. Todas las personas que trabajaban en el campo de la automatización conocían estos elementos y las ventajas que suponían, puesto que los sistemas con relevadores requerían para realizar un enclavamiento (la base de establecer los pasos de una secuencia automática, que se pasó a denominar “báscula” o *flip-flop*), un coste, tamaño y velocidad de operación y tasa de fallos muy ventajosa para las soluciones transistorizadas y basadas en circuitos integrados frente a las soluciones con relés. Y ahí se tuvo la confluencia de varios actores, de forma simultánea, en la definición y búsqueda de soluciones para controladores basados en tecnología de estado sólido.

### Hydramatic

En Hydramatic, la división de General Motors para transmisiones automáticas de automóviles, había dos grupos internos de trabajo, el Circuitry Group y el Computer Group, dedicados a los automatismos basados en relés y a los basados en miniordenadores. Se habían instalado tres sistemas de miniordenadores entre 1965 y 1969 y tenían prevista la incorporación de un cuarto. Dos de ellos eran IBM 1800: uno controlaba 24 bancos de pruebas de dinamómetro y el otro supervisaba una de las líneas de montaje de

cajas de transmisión. El tercero era un Varian 620i que controlaba una máquina de montaje de embrague delantero. Los resultados fueron buenos, pero no óptimos.

### Allen-Bradley y 3-I

John Dute, presidente de 3-I (Information Instruments Inc.), trabajó en la interconexión entre los miniordenadores y el sistema de Hydramatic y, en su opinión, este proyecto fue la primera operación de ensamblaje controlada por ordenador de la historia. Consciente de que la automatización precisaba de nuevos controladores, quería uno de estado sólido, pero, al no disponer de capital para ello, propuso a Allen-Bradley que comprara parte de la empresa y se convirtiera en un socio capitalista. Allen-Bradley aceptó y, con el tiempo, absorbió completamente 3-I. El controlador que se creó fue el PDQ-II (Program Data Quantifier) y, posteriormente, una versión mejorada, el PMC (Programmable Matrix Controller), pero ambos eran grandes, complejos y difíciles de programar. Odo Josef Struger, un ingeniero austriaco emigrado a Estados Unidos, trabajaba en Allen-Bradley cuando, posteriormente, en 1971, junto con Ernst Dummermuth, comenzaron a desarrollar un nuevo concepto conocido como el 1774 PLC que les daría grandes éxitos. Allen-Bradley denominó a su nuevo dispositivo el “controlador lógico programable” sobre el término aceptado entonces como “controlador programable” y posteriormente creó el famoso PLC-1. A Struger se le debe el acrónimo de PLC (nombre registrado por Allen-Bradley), así como muchas otras aportaciones al mundo de la automática.

### DEC

DEC (Digital Equipment Corporation) fue creada en 1957 por dos ingenieros provenientes del MIT (el Instituto Tecnológico de Massachusetts), Ken Olsen y Harlan Anderson, en la pequeña localidad de Maynard, en la costa norte del este de Estados Unidos. Era una empresa muy respetada porque ofrecía una serie de productos muy bien diseñados, pero incompatibles con el resto del mercado, por lo que muchos clientes se fueron interesando por alternativas más estandarizadas. A sus modelos de miniordenador siempre los llamaron PDP (*Programmed Data Processor*) hasta la aparición del VAX (*Virtual Address eXtension*) y el Alpha (con arquitectura RISC), y se sucedieron diferentes modelos de éxito. Su

controlador industrial, el PDP-14 (una variante del PDP-8 con una interfaz binaria de 256 entradas y otras tantas salidas), era el único miniordenador de propósito industrial, puesto que toda la serie de PDP que existió eran miniordenadores de cálculo y proceso de bases de datos, entre otras funciones de propósito general.

La historia de DEC es un tanto extraña porque desde 1992 se produjeron un conjunto de decisiones que precipitaron su desaparición. Su producto de base de datos, RDB, fue vendido al fabricante de *software* Oracle y se desprendieron también de la tecnología de cinta de TK-serie.

En 1997 vendió la división de impresoras a Gericom, que desapareció en 2008, y Gericom fue adquirida por la taiwanesa Quanmax Inc. En 1998, Compaq adquirió lo que aún quedaba del negocio de DEC. Es así como DEC, la empresa que creó uno de los mejores miniordenadores que ha existido, y que introdujo la idea de ordenador para trabajo personal, desapareció.

Es paradójico que, sin una empresa como DEC, con productos muy remarquables, posiblemente, la informática no sería lo que es en la actualidad, y la sociedad no habría desarrollado un acceso tan sencillo e inmediato a la información como tenemos actualmente. Nunca ha quedado completamente claro por qué desapareció del mercado.

### La llamada a propuestas

A su vez, había en Hydramatic ingenieros que llevaban tiempo intercambiando ideas y para tener un controlador de máquina, económico, pequeño y simple, para no tener que usar relés ni miniordenadores. Las personas clave en esta generación de ideas fueron el supervisor de pruebas Ed O'Connell, el ingeniero de sistemas Jim Bevier y los ingenieros de control Dave Emmett y Len Radianoff y se generó un proyecto conjunto desde el Grupo de Control de Procesos, dirigido por Edward R. Clark. Este proyecto, que solo contenía ideas, fue compartido con John Dute, de 3-I, y con John Dumser, de DEC, que añadieron ideas.

En marzo de 1968, Jim Bevier diseñó la estructura de entradas y salidas que debería tener un controlador estándar y, en abril del mismo año, Dave Emmett propuso hacer un pliego de condiciones que debería cumplir un controlador de máquina estándar. La propuesta fue respaldada por William Bill Stone, por

entonces, el supervisor de desarrollo de maquinaria y equipos de Hydramatic y asumida por toda la compañía, General Motors, por lo que Ed Clark redactó una solicitud de propuestas para reemplazar con sistemas electrónicos los sistemas cableados basados en relés. Este controlador era el que había estado proponiendo David Emmett, que en aquel momento estaba a cargo del Circuitry Group. Emmett tenía una visión muy clara de lo que se necesitaba: "El objetivo era desarrollar una tecnología que redujera significativamente el tiempo necesario para realizar cambios en una secuencia de control de la máquina (...) para que esta nueva tecnología alcanzara una amplia aceptación, necesitaba emular lo que ya se venía haciendo hasta ahora".

En abril y mayo de 1968, se trabajó en una solicitud de propuesta, notablemente simple según los estándares actuales, para lo que se denominó *Standard Machine Controller* y en junio se emitió ya formalmente, con solo cuatro páginas de especificaciones de diseño muy genéricas, pero muy ambiciosas:

- Basado en tecnología de estado sólido, sin partes móviles, que fuese flexible como un ordenador, pero a un precio mucho más competitivo y con un sistema lógico de relés similar.
- Debía poseer 32 entradas a 120 Vac (corriente alterna), ampliables a 256 y 16 salidas que admitiesen 120 Vac y 4 A, ampliables a 128 (esto es, usaba memorias de, al menos, 8 bits).
- La memoria de programa debería ser de 1 Kb, ampliable a 4 Kb y la información que contuviese.
- Debería permanecer al menos durante 12 horas en caso de quedar sin tensión de alimentación, que, a su vez, debía poder variar entre unos márgenes razonables.
- Debía ser robusto en entornos agresivos y tolerante a polvo, suciedad, humedad, elevada temperatura, interferencias electromagnéticas y vibraciones, a poder ser, sellado (esto excluía el uso de cintas perforadas, cintas magnéticas, etc.) y con construcción modular para poder sustituir elementos y componentes de forma rápida y sencilla, además de poder añadir expansiones.
- Debería ser capaz de manejar ocho temporizadores programables entre 0,1 y 10 segundos, que operasen simultáneamente.

Respecto de la programación:

- Debía ser fácil de mantener y ser programable con un lenguaje que fuese como los esquemas de relés, con lógica de escalera (tanto por razones heredadas como por facilidad de mantenimiento y programación o reprogramación) y la programación debería hacerse desde un módulo separado del controlador, sin tener que acceder al interior del mismo.
- Debía tener un rendimiento determinista, esto es, que se asegurase que el programa completo se ejecutara en un periodo de tiempo máximo y, por tanto, descartar el uso de interrupciones.

En mayo de 1968, Bill Stone presentó en el Westinghouse Annual Machine Tool Forum de Filadelfia el documento que contenía estas especificaciones preliminares. La ponencia relataba los problemas que tenían con la fiabilidad y la documentación de las máquinas en sus plantas de producción: necesitaban un controlador capaz de reemplazar sus sistemas de control automáticos basados en circuitos con relés y miniordenadores.

### Bedford Associates y Modicon

Esta es la parte mejor documentada con relación a la aparición de los PLC, por una parte, porque fue la solución ganadora y, por otra, porque Dick Morley fue un divulgador excepcional. Sucedió que, de forma paralela e independiente de las demás historias, Richard Dick Morley, que había creado en 1964 la empresa Bedford Associates junto con George Schwenk y, cansado de hacer siempre los mismos tipos de automatismos con miniordenadores, estableció la siguiente lista de requisitos que debería tener un controlador: procesado sin uso de interrupciones, mapeado directo a memoria, sin uso de *software* para las tareas repetitivas, lento (este fue un error del que se dio cuenta más tarde), un diseño robusto y tolerante a ambientes agresivos y un lenguaje (que meses después acabaría siendo el popular diagrama de contactos o *ladder logic*, muy parecido a los esquemas eléctricos de los circuitos con relés).

En la idea subyacente de Morley (según sus palabras) redactó unas especificaciones el día 1 de enero de 1968 después de la fiesta de fin de año, con la voluntad de superar los inconvenientes que ofrecían los controladores con relés y que se podrían resolver mediante recursos programables, en vez de cableados

fijos, de manera que se tuviese un reducido espacio de ocupación del controlador, poco volumen y peso escaso, gran flexibilidad en cuanto a la puesta a punto de las aplicaciones y a su evolución (mejoras, actualizaciones, nuevas funciones, cambios, etc.), simplicidad para resolver problemas complejos, escaso coste de realización y de componentes en relación con las soluciones con relés, baja complejidad en la búsqueda, detección de averías y, en consecuencia, bajo tiempo y bajo coste de la reparación, rentabilidad financiera para casi todo tipo de funciones y tiempo de vida prácticamente ilimitado, independiente del número de maniobras.

Morley trataba de construir un controlador que aceptase el calor sin problemas de funcionamiento, pero sin ventiladores, que no fallase nunca ni nunca se debiese desconectar (con funcionamiento continuo ilimitado), sustancialmente sobredimensionado y ser a lo que en su momento se llamó "a prueba de Coca-Cola", dada la agresividad de este producto en los metales.

En cuanto al *software*, la idea de funcionamiento era que este controlador hiciese una "foto" del estado del proceso leyendo la información procedente de sensores y entradas de operario, luego procesara las interrelaciones entre estas informaciones recibidas, aplicara la lógica del proceso y, finalmente, enviara los resultados de vuelta al proceso accionando los elementos oportunos, en función del estado del proceso que indicase la foto realizada y el estado anterior en el que se encontrase, con lo que podía hacer sistemas secuenciales, que era de lo que se trataba. Esta forma de trabajo debería solucionar los problemas que de intermodulación que se daban habitualmente, es decir, problemas derivados de que sucedieran dos cosas a la vez en el proceso controlado, puesto que los automatismos respondían al sistema analizando la información solo de una en una y, con más de una, aparecían oscilaciones mecánicas y otros fenómenos extraños que no se podían someter a control.

Además, la memoria tenía que ser completamente fiable, puesto que lo habitual era utilizar una memoria central cableada, generalmente basada en núcleos de ferrita, que no siempre funcionaba correctamente a causa de los campos electromagnéticos que generalmente están asociados a las instalaciones in-

dustriales por conmutaciones, motores, etc. De esta forma, aun cuando el coste de estas memorias era comparativamente bajo frente a otras más modernas y costosas, quedaron descartadas desde el principio del proyecto.

El *software* estaba pensado para que lo usaran electricistas y debía ejecutar todo el ciclo de leer entradas, ejecutar programa y dar salidas en un tiempo lo más corto posible. Por otra parte, en vez de usar estructuras de programación basadas en saltos (*go-to*), se estableció una estructura básica del tipo *si-entonces (if-then)*.

Con todo este conjunto de ideas, Morley formó un equipo de personas con Mike Greenberg, Jonas Landau, George Schwenk y Tom Boissevain que, conjuntamente, trabajaron en el diseño de este controlador. Y el grado de robustez del equipo que diseñaron era muy superior al de cualquiera que esté actualmente en el mercado puesto que soportaba temperaturas extremas y se alojaba en un habitáculo sin aire; en cualquier caso, no lo consideraron nunca un ordenador y durante todo el proceso de diseño se descartó el uso de esta palabra.

El grupo de personas que se había formado tenía un prototipo funcionando en marzo de 1968 y en abril la nueva unidad, que costó un millón de dólares en esa época (hoy serían ocho y medio), se presentó en Landis International Inc., un fabricante de maquinaria. La demostración fue bien recibida y se presentó también a Bryant Chucking Grinder Company, una famosa compañía entre las industrias de mecanizado, y a otros potenciales clientes. Uno de los principales resultados de estas presentaciones fue reforzar la decisión de utilizar la lógica de escalera.

El equipo de trabajo operaba aparte de Bedford Associates, que seguía con sus clientes y su forma de trabajo habitual con miniordenadores. Se buscaron patrocinadores y se constituyó una nueva empresa, Modicon (Modular Industrial Controller), el 24 de octubre de 1968, con el objetivo de desarrollar el nuevo controlador. Aunque Morley nunca formó parte de los empleados de esta nueva empresa, fue quien estuvo al cargo de la ingeniería y Modicon siempre trabajó en estrecha colaboración con Bedford Associates para crear el nuevo controlador. El año 1969 también fue clave puesto que se terminó el nuevo controlador, que se materializó en noviembre de 1969 en

el MODICON-084, que se considera el primer PLC (Programmable Logic Controller o controlador lógico programable) de la historia, porque ganó la llamada de General Motors, y de él se vendieron más de 1.000 unidades; aunque es Dick Morley quien ha pasado a la historia como el padre de los PLC, él mismo afirmó: "Realmente no sé cómo empezó el controlador programable; en realidad, solo creció por sí mismo". El modelo 184 llevó a Modicon a ser líder mundial de ventas en controladores programables y actualmente es reconocido como el primer PLC comercial masivo y de éxito, con un impacto similar al que tuvo el automóvil modelo T de Ford.

### La resolución

Las especificaciones del controlador de máquina estándar junto con la solicitud para construir un prototipo, se completaron a principios de junio y se entregaron a Allen-Bradley (a través de 3-I), DEC y Century Detroit. Más tarde, Cutler-Hammer, Cincinnati Milling Machine y Bedford Associates obtuvieron copias. De este grupo, solo tres –DEC, Allen-Bradley (3-I) y Bedford Associates–, entregaron prototipos de controladores para su evaluación.

El gerente de ventas de Bedford Associates, Lee Rousseau, que había asistido a la conferencia de Bill Stone sobre un controlador estándar en el Westinghouse Annual Machine Tool Forum, se dio cuenta enseguida de que el prototipo de controlador con el que en Bedford habían estado trabajando encajaba bien con el concepto enunciado por Stone y llevó inmediatamente la idea a Bedford; también visitó la planta de Hydramatic, con el resultado de reconsiderar lo que el mercado demandaba. Fue entonces cuando se incorporaron, a través de Modicon, a la llamada.

En realidad, lo que sucedió, pues, es que en la llamada que había hecho General Motors y en la que tres empresas se presentaron, Modicon fue la ganadora después de dos años de tener en evaluación a los tres equipos presentados y que por ello ha pasado a la historia como el primer PLC.

El primero que respondió a la llamada fue el controlador de DEC, el PDP-14, en junio de 1969, que se instaló para controlar un molino de engranajes. El segundo en presentarse fue el equipo de 3-I (Allen-Bradley) que, en realidad realizó dos intentos, uno con el PDQ-II, que se

instaló para controlar un segmento de una máquina de ensamblaje, y otro con el PMC. El último en presentarse fue el de Bedford Associates en noviembre de 1969, el Modicon 084, que se instaló para reemplazar paneles de relés en una rectificadora de engranajes.

Probablemente, una razón importante de la desaparición de DEC del mercado de la automatización fue la complejidad de programación del PDP-14 para los usuarios industriales, pues no podía almacenar datos más allá de los que necesitaba para las salidas y usaba memoria de ferritas, aunque podía retener estos datos en caso de fallo de tensión de alimentación si se le equipaba para ello, algo que no podían hacer ni el PDQ-II ni el 084. Tampoco tenía aislamiento de las entradas, lo que las hacía vulnerables, ni temporizadores programables, en contra de los otros dos competidores que sí tenían entradas aisladas y este tipo de temporizadores. Probablemente, aunque era un buen equipo, la razón por la que no siguió en la competición por el mercado de los controladores, más allá de responder a la llamada para propuestas, fue que el equipo presentado era un miniordenador adaptado y esto no era lo que esperaba General Motors; pero por qué razones abandonó la carrera sigue siendo una pregunta sin respuesta. No obstante, Square D, negoció con DEC, y comenzó a comercializar el PDP-14 y el PDP-14L durante un tiempo.

### Avanzando en el tiempo

La disponibilidad de los PLC había reducido el tiempo de programación de seis meses a seis días, los costes habían bajado en picado (entre 3.500 y 7.000 dólares de la época), las averías, también, así como el tiempo de localización y reparación, el mantenimiento era mínimo y el Modicon 084 se mejoró con el modelo Modicon 184 que realmente sí fue un PLC como lo conocemos actualmente y del que se vendieron muchísimas unidades. Allen-Bradley siguió en la carrera y aunque ha habido compras y absorciones entre empresas, la filosofía original siempre es la que se ha quedado hasta hoy.

Los PLC siguieron una lógica evolución asociada a los avances tecnológicos de la electrónica y la informática; el periodo comprendido entre 1972 y 1975 vio un mayor crecimiento y asentamiento en el uso de PLC. En 1975, ya se tenía como una tecnología base para los PLC lo suficientemente madura que llevó a un



crecimiento exponencial durante el resto de la década y más allá.

En 1975, varias empresas presentaron sus PLC en la feria Machine Tool Show: las europeas (AEG Telefunken, Brown Boveri & Cia, Elan Schaltelemente, Mathias Holmer, Siemens, CIT Alcatel, Merlin Gerin, A-B Ltd, GEC Elliott, Ferranti Ltd y Aalsepa) y las japonesas (Fuji Electric Toshiba, Tateishi –actualmente Omron–, Yokagawa, Hitachi, Mitsubishi, Toyota) entre otras.

A finales de la década de 1980, tanto Allen Bradley como Modicon tenían terminales propios, dedicados solo a la programación de sus PLC. Eran consolas con teclados especiales y pantallas simples que permitían escribir y cargar en el PLC los diagramas de contactos. Algunos, también se podían conectar a impresoras y cintas magnéticas para poder imprimir y almacenar los programas. También fue en esta época cuando varias compañías independientes desarrollaron herramientas de software basadas en el ordenador personal, PC, que ya estaba en el mercado de la mano de IBM.

Los PLC han ido absorbiendo e incorporando todo lo que el mercado ha ido demandando, control de velocidad de motores, control de posición, reguladores PID autosintonizados, manejo de E/S (entradas/salidas) analógicas en tensión, corriente, PWM (modulación por ancho

de pulsos), capacidad de expansión de E/S y que se pueden operar en islas de E/S remotas, salidas a relé, a transistor en colector abierto, a triac, pulsantes, etc., amplios márgenes de tensiones de alimentación, estructuras modulares o compactas, comunicaciones industriales tanto alámbricas como inalámbricas, comunicaciones por encima y por debajo, esto es, con capas de comunicación superiores con el resto de la empresa y capas de comunicación inferiores con buses de campo y otros controladores, manejo de diferentes tipos de buses de campo, compatibilidad entre equipos, capacidad para enlazarse con paquetes SCADA (programas para el control de sistemas y la adquisición de datos), con paneles de control de operador, grandes cantidades de memoria, enlace con equipos de visión artificial, sintetizadores de voz, control distribuido con múltiples PLC en configuraciones de maestro-esclavo o multimaestro, y un largo etcétera.

Desde el punto de vista de la programación, se abandonaron los lenguajes propietarios y las consolas especiales para enlazarse mediante USB o Ethernet a ordenadores personales o de sobremesa, y se asentó como norma internacional CEI-1131 y como norma europea, EN-61133 que, en su apartado 3, especifica cuatro lenguajes estándar, la lista de instrucciones, la programación por

bloques, la programación por texto estructurado y, cómo no, el ladder diagram o diagrama de contactos de siempre y un metalenguaje para la descripción genérica de procesos, que está inspirado en el GRAFCET, que en 1977 estableció la normalizadora francesa, AFCET y en 1979 asentó ADEPA. No obstante, cada vez son más los ingenieros que demandan que los fabricantes ofrezcan un lenguaje de programación orientado a objetos, además de poder operar en la nube, algo que facilitaría el acceso a los datos desde cualquier punto.

Se ha llegado a una inflexión en la que ya no se avanza tanto a partir de los procesos de fabricación como por las posibilidades de los controladores, que imponen formas nuevas de organizar la producción, y a la vez, las formas de producción también imponen cómo deben ser los controladores, puesto que cada vez quedan menos barreras tecnológicas por vencer y la tecnología actual permite dar cumplimiento a casi cualquier estrategia de fábrica, de organización de la producción y de la producción misma de cada máquina.

La última crisis económica llevó a una disminución del crecimiento del mercado de los PLC en la última década (en 2015 se alcanzaron los 8.300 millones de euros), pero se prevé una tasa media de crecimiento anual del 3,8% en el periodo 2017-2020, con unos ingresos que llegarían a los 9.300 millones de euros.

Todo hace pensar que el de los PLC es un segmento que seguirá entre nosotros por muchos años, que a finales de la década de 1960 despegó, cambió completamente el mundo de la automatización y, con él, el propio mundo. Este año se cumplen 50 años del Modicon 084. ¡Feliz aniversario!

#### Referencias

- <https://www.automation.com/automation-news/article/the-dawn-of-the-programmable-logic-controller-plc>
- [http://www.plcdev.com/the\\_birth\\_of\\_the\\_plc](http://www.plcdev.com/the_birth_of_the_plc)
- <https://pdhonline.com/courses/e448/e448content.pdf>
- [http://www.eng.utoledo.edu/~wevans/chap1\\_S.pdf](http://www.eng.utoledo.edu/~wevans/chap1_S.pdf)

**Joan Domingo Peña y Joan Segura Casanovas** son profesores de Control Industrial y Automatización en la Escola d'Enginyeria de Barcelona Est (EEBE), de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Son ingenieros por la UPC, pertenecen al departamento de ESAII y al grupo de investigación SIC. Han desarrollado su actividad profesional en el ámbito de la educación universitaria desde 1983 y 1982, respectivamente, en la extinta Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB).