

## Control distribuido y buses de campo: flexibilidad, integración y eficiencia

Ing. Francisco Rodolfo Ramos Jiménez<sup>1</sup>

**Resumen.** En la automatización de los procesos, se puede mencionar que el avance más significativo que se ha obtenido es el hecho de contar con sistemas flexibles los cuales funcionan a base de lógica y de una programación estructurada ya sea lineal o secuencial, en donde ya no se necesita el volver a cablear o crear nuevas adiciones (salvo que exista una mejora o modificación a nivel de la máquina-proceso), lo que conlleva a que los sistemas sean más eficientes, en tanto las mejoras y los diagnósticos son más fáciles de procesar, analizar y obtener un resultado concreto y preciso de los mismos.

También se ha tenido la dificultad que cuando los sistemas se vuelven más exigentes en cuanto a los requerimientos de los dispositivos de entrega (entradas) como elementos finales de control y actuadores (salidas), se necesita un volumen mayor de cableado tanto para la alimentación de los elementos como para la transmisión y recepción de las señales de control de los mismo. Esto tiene como consecuencia que un sistema que tenga mayor complejidad, tenga la tendencia a utilizar excesos en el cableado y por ello se corre el riesgo de no tener un control en cuanto al diagnóstico de fallas y averías, sino que también se hace más difícil la labor del mantenimiento a estos sistemas voluminosos.

En cuanto a lo anterior, en los últimos años se han creado mecanismos y soluciones, los cuales no solo han ayudado en la reducción de cableado sino también en agregar flexibilidad en el mismo e integración de otros sistemas y tecnologías que han mejorado el control industrial en la actualidad.

**Palabras clave.** Controladores lógicos programables, programación estructurada, control automático, sistemas de control digital, control industrial.

### Desarrollo

Una máquina aislada no deja de necesitar información del entorno para poder trabajar correctamente (finales de carrera, detectores y sensores, sistemas de medición, etc.) Cada vez que comenzamos a utilizar señales en un sistema o maquinaria, se tendrá la necesidad de coordinar los diferentes componentes para obtener un resultado productivo. Si se agrupan varias máquinas para realizar un trabajo determinado, éstas también deben de ponerse en sincronía para conseguir un resultado favorable y productivo.

Anteriormente a los años 60, el control industrial se realizaba utilizando lógica cableada basada en sistemas electromecánicos. Desde el desarrollo de la electrónica, se han podido implantar dispositivos con microprocesador llamados "Controladores Lógicos Programables" (de las siglas en Inglés PLC, Programmable Logic Controller). Esto permitió que diseñadores e integradores contaran con rutas de flexibilidad y productividad hasta el día de hoy.

1. Ingeniero Electricista, Docente de la Escuela de Ingeniería en Mecatrónica. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. Sede Santa Tecla. Email: francisco.ramos@itca.edu.sv

En primera instancia, todas las señales de control se transmitían por cables desde la máquina (dispositivos) hasta el armario eléctrico. Si además tenemos varias máquinas, se complica la situación: volumen mayor de cables, fenómenos de interferencia, caídas de tensión, saturación de las canaletas, y por ende, un mayor espacio del armario eléctrico. Como consecuencia a lo anterior se incrementan los costos de componentes eléctricos, cableado, mano de obra, tiempos prolongados de falla y complejidad en el mantenimiento.

La aparición de los sistemas de control electrónicos programables, permitió que se redujera en gran medida el cableado, no sólo en cantidad, sino también en volumen debido al desarrollo de los sensores de presencia (sustitutos directos de los interruptores finales de carrera) como detectores de variables físicas cambiantes según las condiciones (llamadas variables analógicas). Aún con ello, los sistemas seguían con conexión punto a punto entre los componentes de entrada y salida de la máquina al gabinete de control.

Esto implicaba que aunque los sistemas de control se volvieron flexibles en cuanto a poder modificar sus acciones mediante el cambio en la programación del proceso, se dependía de la forma tradicional de conexionado sobre todo en aquellos procesos que tenían más puntos de entradas y salidas, ya sea por la complejidad del mismo o por el tamaño de la máquina. Es en este punto en donde se desarrolla la idea de "distribuir" y "ordenar" estas señales de manera que se pueda reducir la conexión punto a punto de los equipos, así como agregar también esa "flexibilidad" al sistemas en cuanto a la incorporación de más componentes en las máquinas y procesos.

El concepto del control distribuido nace con esa finalidad, que las conexiones sean más sencillas y fáciles de controlar, de detectar errores y fallas, de generar soluciones eficientes en cuanto al mantenimiento. Claro que el desarrollo de esta idea también conlleva al desarrollo de la transmisión de la información: cómo se debe de transmitir esta información, cómo se debe de procesar esta información y como se debe retroalimentar esta información.

**EL CONTROL DISTRIBUIDO Y LOS BUSES DE CAMPO**

El control distribuido se basa en la idea de descentralizar los diversos componentes de entradas (sensores y captadores) o de salida (actuadores y elementos finales de control) de una máquina o proceso, de manera que no dependan directamente de un módulo del controlador sino de un sistema de comunicación; esto tiene como resultado que se puedan tener sistemas controlados a distancias, desde una unidad centralizada o realizar una supervisión en tiempo real de procesos que son independientes entre sí, pero que el monitoreo de ellos se realiza de forma simultánea.

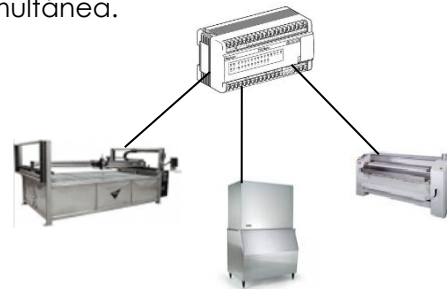


Figura 1. Control Centralizado.

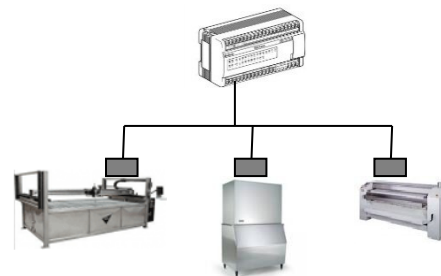


Figura 2. Control Distribuido.

La comunicación es el factor clave de esta idea, la cual dependerá de ciertos factores que el mismo proceso o procesos demanden. Entre las formas más comunes de transmisión de señales, podemos mencionar:

- **Cable eléctrico:** el más utilizado por su sencillez, ejemplos, par trenzado y coaxial.
- **Fibra óptica:** utilizando un conductor especial donde se transmite la luz codificada, se está introduciendo lentamente debido a su costo.
- **Radiofrecuencia:** la cual utiliza enlaces por medio de señales de radio, ésta aún se encuentra en etapa de desarrollo y algunos fabricantes de equipos y componentes industriales están integrando esta tecnología. Y en cuanto a los niveles de tensión que se utilizan en los sistemas de transmisión, podemos mencionar:
  - **RS232C:** el cual fue el primero en ser utilizado y orientado principalmente a las conexiones punto a punto en los equipos informáticos (impresor, ratón, modem) y que luego fue introducido al entorno industrial, teniendo como principales desventajas la longitud, interferencias y la velocidad, siendo más utilizado para enlaces de programación.
  - **RS422A:** éste se basa en la transmisión por dos hilos de señales con tensiones diferenciadas sin punto de referencia; y es utilizado para conexión multipunto de hasta 10 elementos.
  - **RS485:** éste es la evolución del anterior, con características notables como conexiones multipunto de hasta 32 elementos y su baja inmunidad a las interferencias.

Considerando que los Buses de Campos son la parte auxiliar para la comunicación en un control distribuido, esta referencia es útil porque en base a

las formas de transmisión y recepción de datos, se elige cual es la más adecuada en la aplicación, sistema o proceso a utilizar.

Algunos de los buses de campo más utilizados, se mencionan a continuación:

- **HART:** control de procesos
- **Profibus:** control discreto y de procesos
- **AS-i:** control discreto
- **CAN:** control discreto

Al momento de la selección de un bus de campo, se deben de tomar en cuenta ciertos puntos: costo por nodo del bus, costo de programación o desarrollo, tiempos de respuesta, fiabilidad, robustez, modos de acceso, medios físicos, topologías permitidas, gestión de la información, interfaces de usuario y normalización.

## FLEXIBILIDAD, INTEGRACIÓN Y EFICIENCIA

Si se habla de un sistema de control distribuido y cuya herramienta principal son los buses de campo, esto en primera instancia genera la idea de que los sistemas y los procesos pueden enlazarse entre sí tomando como modelo la Pirámide de Automatización CIM (Computer Integrated Manufacturing), en donde un proceso de manufactura puede ser controlado y monitoreado en cualquier punto de la planta, así como gestionarlo desde una localidad específica que mantienen el control y el almacenamiento de la información. Esto hace que el Control Distribuido se convierta en sistema flexible, tanto para su programación, gestión, monitoreo, mantenimiento e incluso en la creación de nuevas aplicaciones o mejoras en las ya existentes.

Cabe destacar que gracias al software de supervisión y de adquisición de datos



(SCADA) se puede no sólo monitorear y almacenar la información de los procesos, sino también gestionar sus recursos, insumos, fallos y la producción del proceso, máquina o sistema.

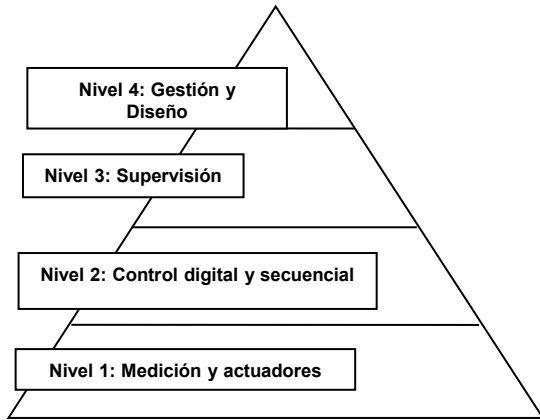


Figura 3 Pirámide de Automatización (CIM).

Debido a la creciente demanda que exigen los sistemas para el fácil reemplazo o agregar elementos nuevos, se hace una tarea más sencilla con la incorporación de los protocolos de comunicación que los fabricantes añaden en forma temprana a equipos y componentes industriales. Lo anterior motiva a que exista una normalización de la comunicación industrial (protocolos y medios físicos) que tiene como resultado que se pueden integrar aparatos, equipos, procesos y sistemas de diferentes fabricantes, programadores e integradores, no siendo necesario recurrir a una sola persona o entidad, lo que tiene como beneficio optar por alternativas, ya sean, económicas, de calidad y de confiabilidad.

Todo lo anterior expuesto, tiene como resultado que exista una flexibilidad e integración del entorno del control industrial, que además conlleva a concluir en que también la eficiencia de un sistema, máquina o proceso es producto de este entorno, gracias a esto se ha logrado que sistemas que eran voluminosos en cableado, difíciles de reparar o encontrar anomalías y fallas, costosos en programación y modificación, se tornen más sencillos y comprensibles; el hecho de enlazar varias máquinas por medio de un solo medio físico, mediante un protocolo de comunicación normalizado que todos los elementos y dispositivos entienden, la mejora en las tecnologías que trae como consecuencia mejores velocidades de transmisión y recepción de datos, disminución en los errores y mayores distancias de enlace, profundiza en la necesidad de mejorar cada día mas esta forma del control industrial.

### CONCLUSIÓN

Los procesos de manufactura industrial en la actualidad ya no están aislados entre si, mas bien, cada día se requiere mayor control sobre ellos, monitoreo constante y sobre todo, que se obtenga la mayor eficiencia en los recursos, evitando los retrasos en la producción debido a la falta de control de los mismos.

#### Bibliografía consultada

1. BOLTON, William. Mecatrónica: sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica, 4ª edición, México: Alfaomega grupo editor, 2010. 594 p. ISBN: 978-607-7854-32-6
2. RODRIGUEZ Penin, A. Aquilino. Comunicaciones Industriales: guía práctica, 1ª edición, España: Marcombo S.A., 2008. 286 p. ISBN-10: 84-267-1510-9
3. PIEDRAFITA Moreno, Ramón. Ingeniería de la automatización industrial, 2ª edición, España: Editorial Ra-Ma, 2004. 685 p. ISBN: 970-15-1034-8
4. RUBIO Calín, José Miguel, Buses industriales y de campo: prácticas de laboratorio, 1ª edición, España: Marcombo S.A., 2009. 278 p. ISBN: 978-84-267-1585-2