

# Automatización en control distribuido aplicado a procesos industriales

Julían Alexis Arana  
Ingeniero en Automatización Industrial  
Docente Tecnología Agroambiental  
Unicomfacauca Sede Puerto Tejada

**Resumen:** En los ambientes industriales existe una amplia variedad de equipos dedicados al control, medida y registro de variables provenientes de los procesos, a su vez, éstos requieren de un medio de comunicación eficiente, que simplifique la instalación, configuración y mantenimiento de los equipos destinados al intercambio de datos a nivel de control, centralización y supervisión, utilizados en procesos de producción. Mediante los sistemas de control distribuido se hace posible tener unidades de control independientes dedicadas a gobernar cierta parte del proceso general, de modo que cada unidad funcional consista en un proceso relativamente sencillo comparado con el funcionamiento del proceso global, reduciendo la posibilidad de errores en la programación, permitiendo el empleo de unidades de control más sencillas y por tanto más económicas. Al mismo tiempo, la existencia de fallos en las unidades de control no implica la paralización de todos los procesos que se llevan a cabo en la planta productiva. Este artículo describe una serie de criterios en control distribuido, aplicables a procesos con cierto grado de automatización.

**Palabras claves:** Control distribuido, bus de campo, automatización.

## Introducción

El control distribuido cada vez ha ganado más popularidad en el contexto de la automatización industrial, se creó para mejorar las deficiencias que se tenían con los antiguos sistemas de control de grandes procesadores o computadoras centralizadas, que para ejercer sus funciones de control y manejo de datos del proceso necesitaban de un complejo y extenso cableado de kilómetros dispersos, en una forma no muy funcional, hacia todos los dispositivos de campo a través de las instalaciones industriales.

Con el auge de la tecnología en las comunicaciones industriales es cuando el control distribuido toma especial importancia, los dispositivos de campo dejan de ser sólo instrumentos de medida y son diseñados para convertirse en dispositivos inteligentes, capaces de formar un sistema (o núcleo) autónomo de control con capacidad propia para procesar y realizar funciones de diagnóstico de los mismos, por lo cual son independientes de la existencia o no de un procesador central. De esta manera, se crea un sistema descentralizado y modular que haciendo uso de los sensores inteligentes, puede obtener información de

los diversos dispositivos de campo ubicados en diferentes partes del proceso y transportarla mediante los buses de campo a diferentes dispositivos de control para su debido proceso.

En el ambiente industrial se incorporan nuevas tecnologías, procesos, se hacen modificaciones, modernización de equipos, etc., la intención es mejorar cada vez más el sistema productivo y convertirlo en uno más organizado y automatizado. Estas mejoras hacen que las tecnologías de control tradicional se muden a sistemas modulares y distribuidos, llevando a la incógnita ¿Cómo se encuentra el proceso en relación con los sistemas de control distribuido? y ¿Cómo identificar esta tecnología?

Con tal motivo, en este trabajo se describe una serie de criterios de automatización en control distribuido, que aplicados a procesos industriales permitan llevar de una manera sistematizada y organizada la instrumentación presente en las instalaciones de un proceso industrial a un enfoque o arquitectura de automatización distribuida. Es indispensable que para la aplicación de los criterios exista cierto grado de automatización en las instalaciones del

proceso en estudio como lo son: redes de comunicación, controladores con accesos a estas redes, sensores y/o actuadores inteligentes, entre otros elementos de instrumentación que se analizan en este documento.

Este artículo inicia con el estudio de los sistemas de control distribuido, teniendo claro el concepto se prosigue a un planteamiento de criterios que permiten seleccionar y proyectar instrumentación de tipo industrial, con el objetivo de enmarcar un proceso en una arquitectura de control distribuida.

## Sistemas de control distribuido

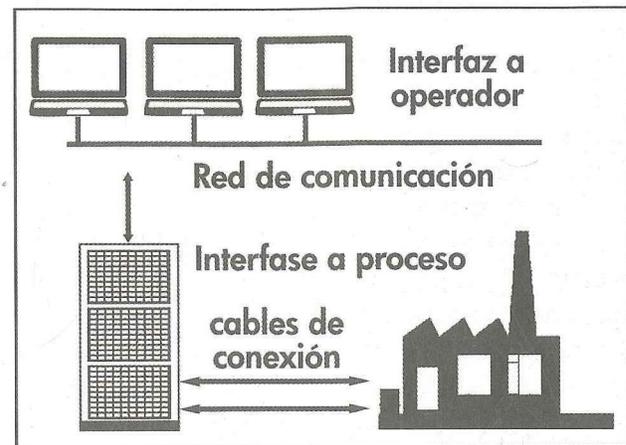
Los sistemas de control distribuido DCS (de sus siglas en inglés distributed control system) son aquellos sistemas de producción en los que hay varios equipos de control, cada uno de los cuales controla una parte del proceso global, definido en procesos, grupos de procesos o áreas funcionales, los sensores y actuadores de cada parte están conectados a su correspondiente equipo de control.

Para que el sistema general funcione correctamente es necesario que los distintos equipos puedan comunicarse entre sí, es decir, que exista una red de comunicación a través de la cual se puedan transmitir datos de configuración y valores de las variables del proceso entre los distintos equipos, por tanto, un DCS está formado por equipos conectados mediante una red de comunicación y pueden ser supervisados por computadores industriales y pantallas para el despliegue de diferentes variables existentes en los procesos[1].

## Componentes de un control distribuido

Los componentes de un sistema de control distribuido se pueden esquematizar en tres elementos o componentes fundamentales tal como aparece en la Figura 1 y pueden definirse de la siguiente manera: Interfase al proceso, interfaz al operador y red de comunicación [1].

Figura 1. Elementos de un Sistema de Control Distribuido (Fuente propia).



## Interfase al proceso

Es la comunicación del sistema con los dispositivos existentes en el nivel de campo, en esta parte se encuentran equipos especializados que se dedican al control de las diferentes variables en los procesos como son: temperatura y caudal, entre otras. Suele haber dos tipos de equipos para realizar la interfase con el proceso.

Uno de ellos, denominado habitualmente controlador, se dedica al procesamiento de lazos de control con entrada procedente de elementos de medida y salida hacia elementos finales, mientras que otro módulo se dedica al procesamiento de entradas que no necesitan realizar funciones de control, tal como indicaciones.

## Interfaz al operador

Es un medio para supervisar y manipular todas las unidades y señales del proceso que el sistema proporciona al operador. Normalmente este procedimiento se realiza desde una sala de control o distintas estaciones de trabajo, en la industria existen dispositivos ampliamente utilizados que con ayuda del software adecuado sirven de interfaz al operador para supervisar y manipular las unidades que proporcionan los procesos, además de asistir en el mantenimiento y configuración de los dispositivos del proceso; entre ellos se encuentran los computadores industriales, pantallas de mensajes y terminales gráficos.

## Red de comunicación

El sistema DCS dispone de una red principal para comunicación de datos y otra de reserva. Inicialmente

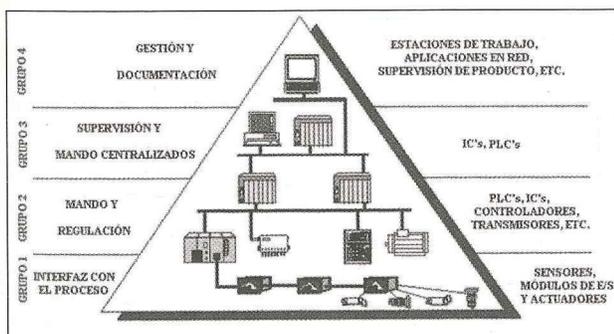
cada red estaba compuesta por un cable coaxial y toda la electrónica asociada por donde fluye la comunicación a lo largo de todos los elementos del sistema de control.

Ante un fallo en la red principal, automáticamente entra la de reserva, sin afectar al control de la planta. Hoy en día tras una amplia cantidad de protocolos propietarios de diferentes firmas e incompatibles entre sí que surgió en los años setenta, se planteó crear un bus de campo estándar o normalizado, con procedimientos de validación y homologación bien definidos, donde las especificaciones deben estar publicadas y disponibles a bajos costos para cualquiera que desee adquirirlas, lo que generó la disminución, en gran cantidad, de protocolos de comunicación, surgimiento de los buses de campo y utilizarlos como vía de datos [2].

## Niveles de un control distribuido

Al momento de describir un sistema industrial de control distribuido, las funciones se suelen dividir en cuatro niveles distintos y para no confundirlos con los niveles del Modelo de Referencia de Interconexión de sistemas Abiertos (OSI, Open System Interconnection) se van a llamar grupos para propósito de este documento. En consecuencia, las funciones de los cuatro grupos que suelen conformarse y muestran una estructura distribuida de comunicaciones toman una arquitectura como se ilustra a continuación en la Figura 2.

Figura 2. Grupos de tareas en un sistema de control industrial con estructura distribuida (Fuente propia).



## Criterios de automatización en control distribuido para su aplicación en procesos industriales.

En este documento se formula una serie de criterios de automatización en control distribuido aplicado a procesos industriales, para llevarlos de una manera sistematizada y

organizada a un entorno o arquitectura de automatización distribuida. Estos se abordan desde un enfoque o punto de vista del proceso, partiendo del conocimiento previo referente al funcionamiento de los procesos, la definición y los elementos que componen un sistema de control distribuido, señalados en este artículo.

Para una correcta aplicación de los criterios se considera necesario el desarrollo de ciertas actividades previas como es la identificación de los requerimientos, tanto técnicos como económicos, sobre aplicaciones de control distribuido aplicados a un caso particular de estudio, paso que conlleva a realizar un levantamiento de información para valorar sus instalaciones respecto a los sistemas de control distribuido. Más adelante, con la información obtenida se procede a buscar una solución mediante la aplicación de los criterios planteados, para determinar las necesidades en DCS solicitadas.

## Requerimientos del proyecto

Por la falta de distribución de procesamiento en los equipos y plantas industriales, cuando existen averías en los componentes de los procesos principales, se causan paradas en procesos, cierre de algunas operaciones y en ocasiones hasta el paro total de las actividades en planta, situaciones que provocan grandes pérdidas, tanto económicas como humanas.

Para solucionar estas necesidades de distribución de procesamiento, el mercado de la automatización industrial ofrece una amplia gama de dispositivos para control distribuido, por eso se hace necesaria una herramienta que permita elegir estas tecnologías de una manera práctica, que obedezca a requerimientos y factores técnico-económicos, además de buscar la compatibilidad y utilizar la tecnología existente.

Las necesidades o requerimientos de una instalación industrial deben ser detallados, especificados, comentados y encargados a la persona quien realiza la aplicación de los criterios, esta información permite un enfoque sobre la necesidad planteada y evita la realización de rutinas innecesarias en la fase inicial de levantamiento de información para la aplicación distribuida, por ejemplo no se justifica realizar un estudio de toda un área, cuando la necesidad presente se encuentra en una de las instalaciones del área nombrada. Los requerimientos obedecen a factores económicos, cuando la aplicación en DCS tiene limitaciones presupuestales; técnicos, cuando

la aplicación DCS necesariamente debe responder a parámetros técnicos o una combinación de los anteriores.

## Levantamiento de información

Es una actividad destinada a la recolección de información del caso de estudio, para realizar un mapa conceptual que contenga su diagnóstico respecto a los sistemas de control distribuido. Esta actividad comprende la identificación del área de aplicación, en la que se debe mostrar cómo está distribuida el área de aplicación, instalaciones, áreas de procesos y componentes más significativos a ser detallados.

En la identificación de los procesos dentro de las instalaciones se detalla la función de cada proceso a integrarse al DCS y que existen dentro de las instalaciones en estudio. Identificación de la instrumentación de cada proceso en las instalaciones, debe contener los dispositivos que componen cada proceso descrito y el tipo de señales que manejan. Identificación de las redes existentes, con redes existentes en procesos, instalaciones y área de aplicación.

La información se debe presentar en formatos que sean de utilidad a la hora de su consulta y donde se debe detallar: área de aplicación, sección, proceso, nombre de los dispositivos, las variables a manipular, valores de voltaje en el proceso, ya sea alimentación o control del dispositivo y descripción de las variables utilizadas, redes de comunicación y toda la información de utilidad.

## Mapa conceptual

Antes de conocer y aplicar los criterios es necesaria la elaboración de un mapa conceptual que permita saber cómo se encuentran las instalaciones de los procesos en estudio respecto a los sistemas DCS, para esta actividad se utiliza la información obtenida en el levantamiento de información, como la Tabla 1 para registrar, analizar y dar un diagnóstico como resultado.

Tabla 1. evaluación en DCS (Fuente propia)

AREA DE APLICACIÓN:			
SECCION:			
PROCESO:			
PASO 1: Equipos y características en proceso	PASO 2: Nivel DCS en proceso		
	Solo control	DCS clásico	DCS por niveles
División de proceso	Si/No	Si/No	Si/No
Distribución de procesamiento	Si/No	Si	Si
Bus de campo	Si/No	Si	Si
Comunica pasos anteriores	No	Si	Si
Red de usuario	Si/no	Si/no	Si
Comunica pasos anteriores	No	No	Si
Redundancia	Si/No	Si/No	Si/No

Donde: El uso del condicional **Si** en la Tabla 1, significa que para que sea válida esa casilla debe existir esa característica en el proceso, el condicional **No**, significa que no está presente esa característica y el condicional **Si/No** significa que puede o no estar presente esa característica. Por ejemplo, en un sistema DCS clásico debe presentarse la característica "comunica pasos anteriores" que significa que debe existir bus de campo que comunique los procesos y que haya distribución de procesamiento, la característica redundante, puede o no existir, en este caso.

El diagnóstico de las instalaciones que se obtiene con el mapa conceptual, es de vital importancia en el desarrollo de los criterios, pues permite hallar el punto de partida para aplicación de los criterios y la aplicación DCS.

## Criterios de automatización en control distribuido.

Con el análisis de la sección 1, sobre los DCS y los grupos que los conforman, es difícil para un usuario final utilizar tecnologías en DCS, por esta razón en este trabajo se plantean los criterios como una herramienta de ayuda en las tareas iniciales para la selección de componentes de sistemas DCS.

## Valoración de la estructura encontrada respecto a los sistemas de control distribuido.

Este primer criterio tiene como finalidad definir realmente que es lo que se desea obtener del sistema DCS, de acuerdo a las características propias del tipo de industria y las necesidades que presenta tanto el proceso como el requerimiento, se sugiere evaluar la Tabla 1 y subrayar las características a necesitar.

Para lograr el objetivo de este criterio se debe tener en cuenta que tecnologías como PLC y sistemas DCS han evolucionado y pueden adoptar soluciones híbridas para el control de procesos que soporten las dos tecnologías [5].

Las actividades que encierran este criterio para distinguir necesidades que conlleven a la búsqueda de tecnologías, para elegir el DCS que cumpla con los requerimientos y especificaciones técnicas son:

En caso de la instrumentación: Identificar si la integración de la instrumentación se puede realizar desde los equipos de una estación de control local o es necesario su acceso desde una estación o cuarto de control remoto.

En caso de control: Se procede a la identificación de grupos o procesos intervenidos por controladores con acceso a redes de comunicación ubicados en planta (control local) o desde cuartos y estaciones de control distantes del proceso (control remoto), desde los que se tiene acceso a señales y control de unidades en proceso mediante dispositivos equipados de comunicación con redes denominados dispositivos inteligentes. De igual forma, la identificación de estaciones (remotas o locales) para monitoreo, configuración y acceso a variables de proceso.

En caso de redes: Verificar la posible existencia de sistemas de comunicación implementados, para definir si se pueden usar como base en la comunicación de los dispositivos de campo del DCS o a nivel de centralización de la información e integración de departamentos, también definir si se puede crear una comunicación activa entre las redes encontradas.

En caso de redundancia: Identificar la presencia de redundancia, si es necesario incrementarla o definirla, determinando redundancia en controladores (redundancia de CPU), redundancia de redes o métodos de mejorarla.

Todas las características para que se cumplan las especificaciones técnicas y requerimientos de un DCS se deben analizar, tratando de integrar en su mayor parte los equipos existentes, como también se deben listar los equipos a adquirir, conociendo y determinando las especificaciones técnicas de cada necesidad como: equipos para realizar control local o remoto, alimentación, velocidad de transmisión, potencia, señales que manejan, redes a las que se debe integrar, pasarelas, ambientes de trabajo para los que deben disponerse, etc., con esta primera aproximación de la instrumentación existente en

una planta industrial a los sistemas de control distribuido se puede obtener información y conocimiento valioso para determinar una estructura DCS.

## Soluciones y equipos para control distribuido

Este criterio parte de información general y conocimiento en equipos DCS para encontrar solución a necesidades presentes en los procesos y que responda a los requerimientos exigidos. En los sistemas DCS la distribución de procesamiento se realiza partiendo del análisis de las instalaciones, de cómo estén distribuidos y divididos los procesos, de esa forma se determina el acceso a los elementos componentes del DCS (elementos de medida, actuadores, controladores, etc.), este acceso puede ser para control local o control remoto.

En el control local: Si existen divisiones del proceso, para las variables de cada proceso se dispone un controlador.

En el control remoto: Los dispositivos de control y las variables más importantes del proceso son accedidos y controlados por red, por eso es necesario que el dispositivo en proceso disponga de acceso a redes con tarjetas de comunicación en PLC o como dispositivos inteligentes en el caso de sensores y actuadores.

## Sistema de comunicaciones

Los DCS presentan dos sistemas de comunicación, en el primero se encuentran las redes cercanas al proceso como son los buses de campo. El segundo sistema lo integran las redes de usuario que son redes para centralización y manejo estadístico de datos.

Adición de un Bus de campo: Son redes que están físicamente en contacto con el entorno a controlar se conectan a ellos: sensores, actuadores, módulos de E/S inteligentes, PLC, computadores, pantallas gráficas, entre otros, para maximizar los beneficios de un control distribuido (distribución de procesamiento y manejo de información).

Adición de Redes de usuario: Son redes encargadas de la centralización de los datos del proceso para fines estadísticos, de producción, diseño, calidad, entre otros.

En estos sistemas de comunicación se identifica y es de importancia el número máximo de dispositivos a conectar, distancias máximas que debe recorrer, tipo de mensajes

a intercambiar, reemplazo automático de estaciones, comunicación con redes de nivel superior e inferior de acuerdo al área de cobertura requerida.

Adición de estaciones de trabajo: Está compuesto por los puestos de operación (de las estaciones de control local o control remoto) y los Servidores del Sistema (servidores de datos de las redes de usuario). Físicamente son ordenadores de tipo PC compatibles con las redes y acceso a los datos del sistema, las estaciones de trabajo están presentes tanto en los buses de campo como en las redes de usuario y sirven para realizar monitoreo, configuración y control de las variables del proceso.

En los buses de campo: Existen computadores industriales, pantallas gráficas, de mensajes y de interacción con los procesos, para desplegar datos del proceso, control y configuración de controladores.

En las redes de usuario: Siguen la filosofía Cliente/Servidor en un entorno Windows normalmente, es decir, uno o varios computadores "Servidores" recogen todos los datos del sistema (base de datos), normalmente uno, y el resto (Puestos de Operación) solicitan los datos (clientes).

Adición de redundancia: Un mecanismo redundante es aquel donde existe un dispositivo primario que controla un sistema (bien sea proceso, red o despliegue de datos) y otro dispositivo secundario que está configurado para controlar la operación del sistema en caso de falla del dispositivo primario.

Existen sistemas redundantes en red, en procesador y en el sistema servidor de datos.

Adición de software: El software para DCS son programas que necesitan los sistemas de control que se encuentran en una periferia distribuida para acceder a los datos de los procesos, con ellos se logra una correcta administración y brindan información a los diferentes niveles administrativos y de control.

Estos se escogen de acuerdo al área de aplicación (procesos de tipo Batch o por lotes, procesos de tipo continuo, procesos de tipo discreto) y alcance del proyecto (integración a nivel de procesos, integración a nivel de empresa).

El software a nivel de procesos: permite al operador las funciones de configuración, control y supervisión de planta

(buses de campo, buses de dispositivos, PLC, PAC, etc.) adaptándolo a la aplicación particular que desea.

El software a nivel de empresa: Integra los dispositivos de campo a través de múltiples redes de comunicación (redes de usuario, buses de campo, buses de dispositivos), realiza la gestión de empresa para fines de evaluación, planificación, coordinación y optimización a nivel de ERP (Enterprise Resource Planning), MES (Manufacturing Execution System), MIS (Management Information System).

Con este criterio se pretende dar solución a las necesidades en DCS encasillándolas en un modelo como: adición de elementos de medida, adición de elementos actuadores, adición de controladores, adición de un bus de campo, adición de redes de usuario, adición de estaciones de trabajo, adición de redundancia, adición de software, con esta solución se enfoca en las características del equipo y disminuye la búsqueda en un amplio campo de equipos existentes en el mercado.

## **Tecnologías en control distribuido**

Este criterio se basa en el desarrollo de una actividad que consiste en estudiar las tecnologías en DCS posicionadas tanto a nivel internacional como a nivel local. El reconocimiento de estas tecnologías es sinónimo de seguridad y puede ayudar a encontrar una selección de un DCS para un caso particular de estudio.

Para hacer un estudio de las tecnologías y sistemas más comunes en DCS, quien este en proceso de implementar un sistema DCS, debe soportarse en un conocimiento previo, basado en su propia experiencia o tener referencia de quienes tienen experiencia en la integración de estas tecnologías, esto permite inclinarse por una tecnología en particular reflejando un conocimiento frente a las empresas integradoras, quienes son parte interesada en la adopción de las tecnologías que ellos promueven.

## **Elección del sistema DCS**

Después de encontrar las opciones más significativas para el DCS adecuado, quien esté en proceso de selección debe corroborar con los requerimientos que la solución cumple con las necesidades del área de aplicación, que el sistema a elegir presente modularidad, respaldo, apertura e integración de nuevas tecnologías al sistema, además de los costos asociados.

Con el análisis de todos los métodos anteriores se reduce el número de opciones para la selección del sistema DCS adecuado, que se adapte a los requerimientos entregados al evaluador de tecnologías DCS avanzadas adaptables a nuevas actualizaciones, donde el vendedor de DCS debe tener capacidad suficiente para proporcionar soporte a largo plazo.

## Conclusiones

Conocer la temática y entender los grupos que conforman un DCS, es sin duda un factor altamente determinante para seleccionar una arquitectura de este tipo, aunque conocer todos los grupos de un DCS no es factor que pueda garantizar la correcta selección de un sistema de éstos, existe otra serie de aspectos que obligatoriamente se tienen que considerar.

Los criterios de automatización en control distribuido planteados en este artículo son una serie de pasos organizados que orientan y sirven como referencia en las tareas iniciales de selección de estas tecnologías.

Soportándose en los criterios se pudo definir que es necesario optar por soluciones particulares cuando no existe en el mercado la tecnología que se busca, en el caso de estudio se opta por el diseño y realización de un equipo que tenga las funciones requeridas por el proceso.

## Bibliografía

- [1] Acedo J. Control Avanzado de Procesos (teoría y práctica). Edition illustrated. Publicado por Ediciones Díaz de Santos. 2003. ISBN 8479785454, 9788479785451. Pág. 138-141.
- [2] Solé Instrumentación Industrial. o Creus. Sexta Edición. Editorial Alfaomega. 1999. ISBN 970-15-0246-9, 958-682-135-8. Pag 570-571.
- [3] Her, M. "Understanding Distributed Processor Systems for Control" Edition illustrated. Publicado por Instrument Society of América. 1999. ISBN 1556176457, 9781556176456. pp. 15.
- [4] "Control de Procesos Industriales. Control Distribuido". (Consultado en Abril de 2009). pp. 26-27. <http://www.depeca.uah.es/wwwnueva/docencia/IT-INF/ctr-eco/Tema4.pdf>.)
- [5] Spurgeon E. Balcells J. Romeral, J. Autómatas Programables. Edición Illustrated. Publicado por Marcombo. 1997. ISBN 8426710891, 9788426710895. Pág. 277 y 278.