

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 5



Título: Solución OPC para el sistema de adquisición, supervisión y control para los pueblos del ALBA

Proyecto de tesis para optar por el título de
Ingeniero en Ciencias Informáticas

Autor: Evián Suárez Rodríguez.

Tutor: Yunier Velázquez Batista.

Co-Tutor: Amado Espinosa Hidalgo.

Ciudad de la Habana, Abril, 2009.

DATOS DE CONTACTO

Yunier Velázquez Batista:

Graduado de Ingeniero en Informática en el 2006, profesor de la Universidad de las Ciencias Informáticas con categoría docente de Instructor, con dos años y medios de experiencia vinculado a la docencia y a la producción de software.

Amado Espinosa Hidalgo:

Ingeniero Informático y profesor asistente del Departamento de Ingeniería y Gestión de Software de la Facultad 5. Posee 6 años de experiencia en la actividad docente y productiva.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y abuelos, quienes me infundieron la ética y el rigor que guían mi transitar por la vida, por su ejemplo de superación incasable, por su comprensión y confianza, por su amor incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional.

Agradezco a todos los profesores y amigos, porque gracias a su apoyo y consejo he llegado a ser lo que soy, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir.

Agradezco a mi novia Angélica por comprenderme y dar lo mejor de sí, brindándome siempre su ayuda cuando es necesario, ganándose mi cariño, respeto y admiración.

Agradezco a Yunier, Amado, René y a Fung en reconocimiento a todo el apoyo, ayuda y orientación brindada a lo largo de este tiempo.

A todo aquel que ha contribuido a hacer la persona que soy hoy.

Agradezco a la Revolución, por permitirme estudiar y formarme en esta Universidad que nos ha hecho profesionales dedicados a ella.

Gracias.

DEDICATORIA

A mis padres Caridad y Eduardo, por su cariño, guía y apoyo a lo largo de toda mi vida.

A mis abuelos María, Rosa y Elier, por la confianza que en mi depositaron.

A mis tíos, por su apoyo moral.

A mis hermanos María y Marlon, que aún son pequeños, para que les sirva de guía y ejemplo.

A mis amigos.

A Angélica.

SINTESIS

Desde los primeros pasos en la concepción del “*sistema de adquisición supervisión y control para los pueblos del ALBA*” (1) o “*SCADA Guardián del ALBA*”, una de las prioridades resultó ser la integración con el estándar OPC. Producto a la existencia de un elevado número de dispositivos de campo propietarios, que utilizan este estándar para la comunicación con software de supervisión, en las instalaciones de PDVSA, se presentó la necesidad de desarrollar una solución, que permitiera incorporarlos en las implantaciones del sistema.

Antes del proceso de despliegue de los pilotos, iniciado en las instalaciones de PDVSA, se identificó la necesidad de proveer una interfaz OPC para el acceso a los datos del SCADA, con los sistemas de control externos existentes en la empresa, posibilitando la integración y la introducción paulatina del SCADA Guardián del ALBA en diferentes lugares de control, sin tener que afectar la capa de supervisión a nivel superior.

El presente documento refleja una investigación sobre las tecnologías usadas para el desarrollo del producto, la necesidad del mismo, así como las tareas, productos y resultados obtenidos que permitieron dotar al SCADA Guardián del ALBA de la integración con dispositivos y sistemas que utilizan el estándar OPC para su comunicación y control.

PALABRAS CLAVES

Acceso a Datos, Automatización, Comunicación, Control, Data Access, DCOM, Dispositivos, Estándar, Integración, Multiplataforma, OPC, SCADA, Software Libre, Supervisión.

TABLA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA.....	III
SINTESIS	IV
INTRODUCCIÓN	1
Análisis Científico Metodológico	2
Impacto de la Propuesta.....	4
DESARROLLO.....	6
Capítulo I: Fundamentación teórica.....	6
Problemas existentes y necesidad de integración en los sistemas SCADA	6
Estándar OPC como propuesta de integración al SCADA Guardián del ALBA	6
OPC DA como especificación a utilizar.....	8
Capítulo 2: Aporte a la Solución	8
GATEWAY OPC DA.....	9
Driver OPC	11
Servidor GALBA OPC DA.....	12
Túnel OPC	13
Productos Realizados	14
Publicaciones y trabajos relacionados con la Investigación.....	15

Lugares donde está implantada la solución	15
Ingresos.....	16
CONCLUSIONES	17
RECOMENDACIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA.....	19
ANEXOS	21
GLOSARIO.....	25

INTRODUCCIÓN

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) es un proyecto de la Revolución cuya misión fundamental es “formar profesionales, comprometidos con su Patria, calificados en la rama de la Informática, a partir de un modelo pedagógico flexible, que vincula dinámica y coherentemente el estudio con la producción y la investigación, acorde con las necesidades sociales del país y de otros pueblos hermanos” (2).

En la Universidad la producción se concentra en el desarrollo de proyectos ubicados en variedad de Polos Productivos. El objetivo de los polos es crear un espacio natural para ejecutar proyectos temáticos. Dentro de estos Polos se encuentra el “Polo de Hardware y Automática” de la Facultad 5.

Entre los proyectos de este polo productivo se encuentra el SCADA Guardián del ALBA, el cual es el resultado de la colaboración de universidades y empresas venezolanas y cubanas, en donde se encuentra enmarcada la solución de este trabajo. El proyecto, consta de varios módulos que en su conjunto conforman el sistema, ellos son desarrollados por distintas líneas de trabajo, que a lo largo del proyecto se han ido creando según las necesidades. La línea de desarrollo OPC tenía la responsabilidad de la integración con dispositivos y sistemas externos permitiendo al SCADA:

- ✓ Recolección mediante el estándar OPC DA (Incluye un manejador “Driver OPC” en la plataforma GNU/Linux y una pasarela llamada “Gateway OPC DA” en la plataforma Windows).
- ✓ Publicación mediante el estándar OPC DA (Incluye un “Túnel OPC” en la plataforma GNU/Linux y un servidor OPC para acceso a datos en la plataforma Windows llamado “Servidor GALBA OPC DA”).

Como valor agregado a la solución para facilitar el trabajo de los operadores y mantenedores del sistema de desarrollo se implementó en la plataforma Windows un explorador de servidores OPC DA llamado “Explorador Gateway OPC DA”.

Los estudios para el desarrollo de la línea de desarrollo OPC del SCADA comenzaron a finales del año 2006 (3), etapa fundamentalmente de concepciones del sistema SCADA en su conjunto y que posteriormente se materializara en el sistema concreto. El primer producto funcional de la solución se obtuvo en mayo de 2007.

Los trabajos y entregables de la línea de desarrollo OPC, comenzaron como parte de la línea de desarrollo Middleware, firmados en el Anexo 16 del convenio PDVSA–ALBET, donde fueron contratados. Posteriormente, en virtud de las nuevas tareas y el alcance de ellas, se decidió separar la línea de desarrollo OPC de la de Middleware.

Análisis Científico Metodológico

El SCADA necesitaba recolectar o acceder a los datos mediante el estándar OPC, funcionalidad requerida dada la existencia de una variedad de sistemas y dispositivos de campo propietarios, que utilizan este estándar para su comunicación con software de supervisión.

El sistema consta de varios módulos para su funcionamiento, entre los que se encuentra el “módulo recolector”, encargado de modificar y recolectar los datos que le llegan al SCADA, para esto necesita manejadores (“*drivers*”), dependiendo de las características de los protocolos de comunicación y de las fuentes de datos como: dispositivos de campo, aplicaciones de software, etc.

En el SCADA, no existía un driver que le permitiera al módulo de recolección, acceder a los datos mediante el estándar OPC, en las diversas fuentes que publican datos por este estándar.

Además, el SCADA Guardián del ALBA, necesitaba publicar los datos que se generaban en él y hacerlos llegar, de forma estándar, a sistemas externos existentes, permitiendo al SCADA, la capacidad de integración con otros sistemas.

Existían sistemas externos al SCADA Guardián del ALBA, los cuales se nutrían de información de servidores OPC, necesarios para sus acciones de supervisión, y el SCADA necesitaba brindar sus datos a estos sistemas para lograr la integración. Sin embargo, dichos clientes se encontraban principalmente en la plataforma Windows, mientras que el SCADA se encuentra en la plataforma GNU/Linux.

Para la solución que se le dio a esta problemática, el trabajo se centró en la integración del SCADA Guardián del ALBA con el estándar OPC. Para ello se realizó un estudio de los estándares para el control de proceso e intercambio de información en sistemas SCADA y comunicación multiplataforma distribuida, específicamente, en la utilización de estándares como OPC y CORBA.

En el desarrollo de la solución, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Publicar los datos del SCADA Guardián del ALBA utilizando el estándar OPC para que clientes OPC DA que se encontraban en la plataforma Windows pudieran acceder a los datos publicados.
- ✓ Acceder a los datos publicados por servidores OPC DA que se encontraban en la plataforma Windows y proveérselos al SCADA Guardián del ALBA mediante la interfaz genérica de los drivers.
- ✓ Establecer comunicación remota en tiempo real sobre diversas plataformas para comunicar eficientemente el SCADA Guardián del ALBA con el estándar OPC.

Para poder darle cumplimiento a esos objetivos propuestos, se formularon varias interrogantes:

¿Cómo lograr que el SCADA Guardián del ALBA sobre la plataforma GNU/Linux, recolecte datos desde servidores OPC sobre la plataforma Windows?

¿Cómo lograr que el SCADA Guardián del ALBA sobre la plataforma GNU/Linux, publique datos en el estándar OPC a clientes desarrollados por terceros sobre la plataforma Windows?

Las tareas de investigación que se llevaron a cabo se pueden resumir en las siguientes:

1. Realizar un estudio e investigación para conocer el estado actual del problema.
2. Elaborar la documentación necesaria vinculada a la investigación.
3. Investigar sobre los estándares de comunicación e intercambio de información para su aplicación a sistemas SCADA.
4. Estudiar la aplicación del estándar OPC para su integración al SCADA Guardián del ALBA.
5. Estudiar la especificación OPC DA para el desarrollo de aplicaciones clientes y servidoras.
6. Estudiar el estándar CORBA para la comunicación distribuida e interprocesos con requerimientos de tiempo.
7. Investigar sobre herramientas de desarrollo libres para agilizar el trabajo.
8. Adoptar las políticas de seguridad establecidas en el SCADA Guardián del ALBA.

9. Implementar los componentes o subsistema para permitir al SCADA Guardián del ALBA la publicación y recolección de datos mediante el estándar OPC.

Impacto de la Propuesta

La elaboración de la solución permitió, al SCADA Guardián del ALBA, la adquisición de variables de campo, abstrayéndose completamente de los protocolos de comunicación, accediendo a una amplia gama de dispositivos. Esto permitió, no tener que implementar manejadores de dispositivos y protocolos, que en su mayoría son cerrados y no se posee información. Permitted además, la obtención de datos procesados por otros SCADAs existentes, a través del estándar OPC, dependiente de tecnología Microsoft. Mediante la publicación de variables, a través de OPC DA, se logró una completa integración con otros sistemas, tecnologías y plataformas. Contribuyó con la preparación, adquisición de conocimientos, y formación de los estudiantes involucrados en el trabajo.

La existencia de un “Driver OPC”, permitió el acceso a cualquier dispositivo que posea un software de control OPC, consiguiendo de esta manera, una elevada flexibilidad, conectividad, compatibilidad, y la capacidad de añadir diferentes dispositivos, de diferentes fabricantes, sin tener que implementar manejadores específicos, lo que reduce los costos y amplía la conectividad, con una gran variedad de dispositivos de campo y fuentes de datos, permitiéndole a los usuarios, elegir una gama de opciones a la hora de construir la solución que mejor se adapta a sus necesidades. La presencia de un “Servidor OPC DA”, permitió la integración con sistemas externos desarrollados por terceros de forma estándar, realizando la publicación de los datos en tiempo real.

Una vez desarrollado estos productos, es posible utilizarlos en cualquier proceso automatizado que requiera supervisión y control, que desee acceder o publicar datos mediante el estándar de OPC, siguiendo la especificación de acceso a datos.

Los resultados obtenidos, sirven como base para proveer soluciones relacionadas con el estándar OPC a nuevos sistemas y entornos que lo requieran. Ahora, la integración de sistemas SCADA en cualquier entorno heterogéneo se convertirá en simple, ya que se podrá de manera sencilla, realizar la integración tecnológica de diferentes fabricantes, por lo que las industrias que desean automatizarse, no tendrán que amarrarse a ningún fabricante o sistema en específico.

Como bibliografía fueron consultados artículos disponibles en internet, la base bibliográfica del proyecto, libros suministrados por PDVSA, así como documentos generados por asesores. Todo el trabajo fue realizado usando componentes libres.

DESARROLLO

Capítulo I: Fundamentación teórica

En este capítulo se abordará sobre la tecnología y estándar utilizado como parte de la solución, partiendo de las condiciones y necesidades que conllevaron a la utilización del estándar OPC para el acceso a datos.

Problemas existentes y necesidad de integración en los sistemas SCADA

Los sistemas de supervisión y control de procesos, en su capa más baja, necesitan comunicarse con dispositivos y sistemas externos contenedores de datos, que en muchas ocasiones pertenecen a firmas de diferentes fabricantes. Debido a que muchos fabricantes desarrollan sus propios hardware y software como tecnología propietaria, conlleva a que la integración de sistemas o equipos de diferentes marcas resulte difícil.

En las industrias es muy común que existan sistemas y equipos de hardware de diferentes fabricantes para el monitoreo y control de los procesos, por lo que la integración con ellos es muy necesaria.

Específicamente en el SCADA Guardián del ALBA, era muy importante mantener la posibilidad de comunicación con dispositivos u otros sistemas externos existentes, esto posibilitó la introducción paulatina del SCADA Guardián del ALBA en diferentes lugares de control, accediendo a dispositivos de campo existentes, sin tener que afectar la capa de supervisión a nivel superior, y facilitando una interfaz estándar para que sistemas externos tuvieran acceso a las variables usadas en el SCADA Guardián del ALBA.

Estándar OPC como propuesta de integración al SCADA Guardián del ALBA

Se propuso el estándar OPC para la integración del SCADA Guardián del ALBA con sistemas y dispositivos externos, como una plataforma que permite obviar la incompatibilidad y facilitar la comunicación de forma estándar.

OPC, por sus siglas en inglés *OLE for Process Control*, es un conjunto de estándares, desarrollados y mantenidos por la Fundación OPC (*OPC Foundation*), basados inicialmente en tecnología COM, para realizar el intercambio de información por medio de objetos, propiedades y eventos compartidos en sus

inicios en las interfaces COM, desde cualquier fuente de datos hacia cualquier destino, sin importar el fabricante y bajo los preceptos de una estructura cliente–servidor. El intercambio de información se hace entre, los servidores OPC (que obtienen información desde PLC, cabeceras de redes de campo, otros servidores OPC, etc.) y los clientes OPC (aplicaciones conectadas a los servidores OPC para interactuar) (4).

OPC consta de varias especificaciones que permiten la obtención y envío de datos en tiempo real (DA), datos históricos (HDA), alarmas y eventos (A&E), entre otros.

La arquitectura de una red que trabaja con OPC consta de tres partes:

1. Un dispositivo o aplicación (*hardware* o *software*) de cualquier marca o fabricante, el cual genera o contiene datos. Por ejemplo: PLC, un DCS, una base de datos, un fichero de Excel, un RTU, un Switch, un Router o cualquier otro hardware o software que contenga información.
2. Un servidor OPC específico para este hardware o software: Es un software que “conoce” el lenguaje propietario del hardware o software de dónde obtendrá los datos. Hay servidores OPC para las diferentes marcas de dispositivos, como por ejemplo: Siemens, Allen Bradley, Omron, GE, Schneider, Honeywell, Emerson, Yokogawa, ABB, etc. Además de servidores OPC para Excel (DDE) para bases de datos (ODBC), para hardware informático (SNMP), para protocolos conocidos como Modbus o IEC o DNP3, entre muchos otros. En sentido general normalmente cada fabricante vende su propio servidor OPC.
3. Un cliente OPC: Es un software, que implementando las especificaciones del estándar OPC, puede comunicarse con cualquier servidor OPC, sin importar desarrolladores ni fabricantes. Existen clientes OPC para obtener datos en tiempo real (Cliente OPC DA) para obtener datos históricos (Cliente OPC HDA), etc.

El contar con OPC representa un gran beneficio debido a una máxima eficiencia operativa, mínimos costos de interconexión, disponibilidad inmediata de datos.

En la actualidad, OPC es muy utilizado en el campo de la automatización, pues la Fundación OPC cuenta con más de 300 miembros de todo el mundo, incluyendo casi todos los principales proveedores del orbe

en los sistemas de control, instrumentación y sistemas de control de procesos, los cuales tributan al mejoramiento y desarrollo de las especificaciones, siendo esto una garantía de valor agregado.

OPC DA como especificación a utilizar

El trabajo se centró en dotar al SCADA, de la integración con clientes y servidores externos que soportaran el estándar OPC DA, la especificación del estándar OPC para el acceso a datos en tiempo real, era una funcionalidad requerida dada la existencia de una variedad de dispositivos de campo propietarios que utilizan este estándar para su comunicación con software de supervisión. Además, de proveer al SCADA Guardián del ALBA de una interfaz OPC DA, para que clientes compatibles con este estándar, como sistemas supervisores de otras firmas, pudieran acceder a los datos y servicios del SCADA Guardián del ALBA.

La evolución de OPC DA, ha estado muy ligada al desarrollo de las tecnologías de programación. Desde la aparición de DCOM (*Distributed Component Object Model*), hasta las más recientes orientadas a Servicios Web.

OPC DA surgió basada en la tecnología COM/DCOM de Microsoft y evolucionó desde OPC DA 1.0 hasta OPC DA 3.0. A partir de la versión OPC DA 2.05 se introdujo el soporte de datos complejos, esta versión del estándar es una de las más difundidas en la actualidad.

Con la llegada de los Servicios Web el consorcio Fundación OPC liberó la especificación OPC XML DA, que permite una interacción multiplataforma de clientes y servidores, pero traía como limitante un bajo desempeño y la inseguridad de utilizar un formato texto para la transmisión de datos.

Capítulo 2: Aporte a la Solución

El trabajo realizado es completamente nuevo en nuestro país, no existe referencias de un software el cuál sea capaz de recolectar datos en el sistema operativo Windows, mediante el estándar OPC DA y enviarlos en tiempo real a diversas plataformas (GNU/Linux, Mac, Windows) de forma segura, y publicar datos provenientes de diversas plataformas de cualquier sistema contenedor de datos, como por ejemplo el

SCADA Guardián del ALBA hacia la plataforma Windows en tiempo real y de forma segura mediante el estándar OPC DA.

Lo más interesante del trabajo realizado, fue ajustarse a la arquitectura del SCADA Guardián del ALBA, que se encontraba desarrollado en la plataforma GNU/Linux, con componentes completamente libres y el intercambio se hizo a través de las interfaces que él brindaba, cumpliendo las políticas de seguridad establecidas.

A continuación se exponen los distintos subsistemas que dan solución a la integración OPC DA al SCADA Guardián del ALBA, donde se centra el aporte principal del autor.

GATEWAY OPC DA

Dada la necesidad que había de poder comunicar el SCADA Guardián del ALBA, con los dispositivos de campo compatibles OPC DA que posee PDVSA, y teniendo en cuenta que en aquel entonces las especificaciones OPC XML DA y la nueva OPC UA no eran muy difundidas, el trabajo se centró en dotar la integración con servidores y clientes de OPC DA superiores a las versiones 2.05 (3).

Una vez que se decidió usar OPC DA, existió un problema, que las aplicaciones que implementan esa especificación, usan DCOM, la cual es una tecnología propietaria de Microsoft, mientras que el SCADA Guardián del ALBA se desarrolló en la plataforma GNU/Linux, ambiente donde no existe una implementación de DCOM lo suficientemente madura, como para poderlo usar en aplicaciones industriales, que tienen requerimientos elevados en cuanto a la seguridad, confiabilidad y velocidad en el acceso a la información.

Se hizo un estudio de las diferentes variantes a principios del trabajo, como por ejemplo, el usar la nueva especificación OPC UA que resuelve estos problemas, pero la impedimenta fue que a pesar de que en los inicios aún no estaba del todo lista, pues aún no estaba liberada por la Fundación OPC, se realizó una encuesta que fue hecha a técnicos de PDVSA, los cuales plantearon que la mayoría de los clientes y servidores OPC utilizados en sus sistemas implementan OPC DA 2.05, por lo que entonces, se decidió implementar una solución que solventara la problemática existente y utilizando la especificación OPC DA.

Sabiendo que el trabajo con DCOM es inseguro, se estudió la alternativa de utilizar la especificación OPC Security la cual resuelve los problemas de seguridad, pero la desventaja de haber usado OPC Security es que requiere que todos los clientes y servidores OPC que interactúen en el sistema deben implementar dicha especificación. Se llegó a la conclusión de que esto limitaría a muchos clientes y servidores existentes que eran necesarios en el sistema que no implementaban la misma, por lo que no fue viable el usar esa variante.

Por tales motivos se decidió desarrollar una pasarela llamada “Gateway OPC DA”, sobre plataformas o emuladores del sistema operativo Windows, con la capacidad de resolver los problemas de seguridad y comunicación antes mencionados, utilizando OPC DA para la comunicación con servidores externos hechos por terceros y de esa forma acceder a los datos de los mismos y enviarlos al SCADA Guardián del ALBA usando para ello, una tecnología de comunicación multiplataforma en tiempo real y de forma segura (3).

Para la realización de este subsistema, el autor investigó sobre la existencia de kits de desarrollo, de código libre, de apoyo para implementar clientes OPC DA. Investigó sobre las tecnologías de comunicación multiplataforma en tiempo real propuestas. Realizó varios prototipos de pruebas con las tecnologías propuestas, orientados a comunicación sincrónica y asincrónica, velocidades de respuestas, consumo de recursos de sistema, intercambio e integridad de la información, entre otras, contribuyendo con el entregable 16.4.2 del Anexo 16 del convenio PDVSA–ALBET.

Implementó un prototipo del transporte que se utilizó posteriormente, considerando los resultados de las tareas realizadas, permitiendo que el “Gateway OPC DA”, desarrollado en la plataforma Windows, se comunicara con el manejador “Driver OPC”, en la plataforma GNU/Linux, en tiempo real y de forma segura, utilizando para ello, una implementación del estándar CORBA llamado ACE/TAO contribuyendo con el entregable 16.3.1 del Anexo 16 del convenio PDVS–ALBET.

Generó documentación asociada al diseño (5), documentó la implementación (6) para la transferencia de conocimientos y mantenimiento del mismo, así como manuales asociados al funcionamiento del subsistema (7).

Driver OPC

Para permitir el acceso del SCADA Guardián del ALBA, a variables que se encontraban en servidores OPC DA, se propuso hacer un “Driver OPC”, con la particularidad de que en vez de tomar los datos de un dispositivo de campo, lo hiciera mediante el “Gateway OPC DA”, el cual fue mencionado anteriormente e implementado en plataforma Windows, con la capacidad de servir de interfaz segura entre los servidores OPC DA existentes y el SCADA.

El autor desarrolló dicho manejador, contribuyendo con el entregable 16.3.1 del Anexo 16 del convenio PDVSA–ALBET, para ello ejecutó las siguientes tareas:

- ✓ Implementó la comunicación entre el manejador OPC, en la plataforma GNU/Linux, con el “Gateway OPC DA”, en la plataforma Windows.
- ✓ Utilizando el núcleo, para el desarrollo de los manejadores del SCADA, implementó la capa de interfaz genérica, permitiéndole al manejador OPC brindar todos los datos que recibe del “Gateway OPC DA” al SCADA. Dicha capa debe ser implementada por todos los manejadores que son usados en el SCADA.
- ✓ Documentó el diseño e implementación del manejador OPC para la transferencia de conocimientos y mantenimiento del mismo (8).
- ✓ Realizó un conjunto de pruebas contribuyendo con el entregable 16.4.2 del Anexo 16 del convenio PDVSA–ALBET.

Con vistas a mostrarles a los clientes y probar el uso del “Driver OPC”, se implementó un prototipo visual, usando el Framework Qt, con el cual se mostraron y probaron todas las prestaciones del mismo.

El manejador “Driver OPC”, ha pasado por varias versiones desde su creación a mediados del año 2007 hasta la actualidad, algunas sugeridas por los clientes, y otras para mejoras en cuanto a sus funcionalidades, dado los cambios en la tecnología usada para el desarrollo del mismo, así como las diversas actualizaciones que se le han venido haciendo a la interfaz genérica de los manejadores del SCADA, en todas ellas, el autor ha sido el responsable y ejecutor de las actualizaciones.

Paralelo al desarrollo del “Driver OPC”, la dirección del proyecto por la parte venezolana, indicó que se integrara la solución de recolección OPC, con el proyecto *MATGAS*¹. Para ello, se implementó un módulo de recolección, con una interfaz visual de configuración, desarrollada con el Framework Qt, que usando el manejador “Driver OPC, se comunicara con sus servidores, los cuales contenían la información necesaria para el funcionamiento de su sistema. Dicho módulo fue entregado y usado a finales del año 2008, en su primer prototipo de pruebas, en la gerencia de PDVSA, ubicada en La Campiña, Caracas, Venezuela, lugar en donde se supervisa a nivel gerencial, el gas a nivel nacional.

A raíz del proyecto de la medición fiscal de la producción de PDVSA, se despliega el SCADA por varias instalaciones de la industria. La implantación del manejador “Driver OPC”, en la refinería ubicada en Puerto la Cruz, en Anzoátegui, Venezuela, no fue viable por razones externas al sistema, y al autor, con ayuda de varios integrantes del proyecto, se le encargó la realización de una versión en corto plazo, de un driver o manejador mediante el cual se pudiera leer de un sistema gestor de base de datos, nombrado posteriormente “Driver SQL”. Este, a diferencia del manejador “Driver OPC”, lee datos provenientes de servidores Oracle, haciendo llegar los mismos, al SCADA Guardián del ALBA, según la interfaz genérica de los manejadores del SCADA, con lo cual se le dio solución al problema que surgió en dicha instalación. También se generó la documentación relacionada con el diseño y la implementación de dicho manejador (9).

Servidor GALBA OPC DA

Para servir los datos del SCADA Guardián del ALBA a otros SCADAs o clientes OPC pertenecientes a terceros, se implementa una variante de un Servidor OPC DA, llamado “Servidor GALBA OPC DA”, con la particularidad, que todos los datos a publicar en el mismo, se deben adquirir del SCADA Guardián del ALBA a través de los servicios que brinda el sistema (10).

En este subsistema, el autor implementó un prototipo del transporte usando la tecnología ACE/TAO, que se utilizó posteriormente, para permitir que el “Servidor GALBA OPC DA”, desarrollado en la plataforma Windows, se intercomunicara con el túnel OPC, en la plataforma GNU/Linux, contribuyendo al entregable 16.3.3 del Anexo 16 del convenio PDVSA–ALBET.

¹ Proyecto perteneciente a AIT-PDVSA en colaboración con la empresa rusa Gazprom, para la predicción del comportamiento en la transmisión y transporte de los gases.

Segeneró la documentación relacionada con la implementación del subsistema posibilitando la transferencia de conocimientos (11).

Túnel OPC

Para hacerle llegar la información del SCADA Guardián del ALBA, a publicar en la plataforma Windows, al “Servidor GALBA OPC DA”, así como la que se va a recibir del “Servidor GALBA OPC DA” hacia el SCADA, se propuso implementar un módulo llamado “Túnel OPC”. El “Túnel OPC”, por un lado, será el encargado de recibir toda la información a publicar, tanto los datos que provienen del módulo Adquisición como la configuración del “Servidor GALBA OPC DA” que provienen del módulo Configuración, así como la autenticación con el SCADA mediante el módulo Seguridad, todos a través de las distintas interfaces que provee el Middleware para la comunicación con los mismos. Mientras que por el otro lado, usa como capa de transporte la tecnología ACE/TAO para la comunicación con el “Servidor GALBA OPC DA”.

Desde el “Servidor GALBA OPC DA” se puede tanto leer como escribir datos mediante la especificación OPC DA. Por lo que el “Túnel OPC” es capaz de enviar datos del SCADA Guardián del ALBA hacia el “Servidor GALBA OPC DA”, así como, recibir información del mismo.

Al autor le fue encargado la implementación del “Túnel OPC” contribuyendo con el entregable 16.3.3 del Anexo 16 del convenio PDVSA–ALBET, para ello:

- ✓ Implementó la comunicación entre el SCADA en la plataforma GNU/Linux, con el “Servidor GALBA OPC DA” en la plataforma Windows.
- ✓ Se integró con el módulo de Seguridad, para cumplir con las políticas de seguridad establecidas en el SCADA.
- ✓ Se integró con la interfaz de datos del módulo Middleware, para recibir puntos o variables desde el SCADA Guardián del ALBA, provenientes del módulo Adquisición, los cuales son enviados hacia el “Servidor GALBA OPC DA” para su posterior publicación.
- ✓ Se integró con la interfaz de comandos del módulo Middleware, para enviar comandos hacia el módulo de Adquisición, los cuales son solicitudes de escrituras provenientes del “Servidor GALBA OPC DA”.
- ✓ Se integró con el módulo Configuración, permitiéndole al SCADA, la posibilidad de configuración y control de la publicación de los datos en el “Servidor GALBA OPC DA”. Una vez obtenida la

configuración en el “Túnel OPC”, es parseada y enviada hacia el “Servidor GALBA OPC DA” sobre plataforma Windows.

- ✓ Documentó el diseño e implementación del “Túnel OPC” para la transferencia de conocimientos y mantenimiento del mismo (12).
- ✓ Realizó pruebas contribuyendo al entregable 16.4.2 del Anexo 16 del convenio PDVSA-ALBET.

Productos Realizados

Una vez vista las necesidades de los subsistemas que fueron surgiendo, se realizaron durante todo este tiempo de trabajo los siguientes productos:

- ✓ *Explorador Gateway OPC DA*: Encargado de descubrir los servidores OPC DA locales donde esté instalado, así como enumerar los servidores tanto locales como remotos que cumplan con la especificación 2.05 de estándar OPC DA, el mismo monitorea el valor, la calidad, el estampado de tiempo, entre otros datos asociados, de las variables que están publicadas en los servidores OPC DA, que se encuentran locales como remotos a la aplicación. Para ello, contiene una interfaz visual de monitorización y para el acceso a los datos implementa un cliente OPC DA.
- ✓ *Panel de Control Gateway OPC DA*: Encargado de modificar y recolectar datos provenientes de servidores OPC DA en la plataforma Windows tanto locales como remotos a la aplicación y enviarlos usando ACE/TAO hacia la plataforma GNU/Linux, es capaz de recibir y ejecutar peticiones provenientes del “Driver OPC” que se encuentra en el SCADA Guardián del ALBA.
- ✓ *Driver OPC*: Encargado de recibir los datos provenientes del estándar OPC DA, así como solicitar la escritura de los mismos, desde el SCADA Guardián del ALBA a través de la interfaz genérica de los manejadores del SCADA hacia el *Panel de Control Gateway OPC DA*.
- ✓ *Servidor GALBA OPC DA*: Encargado de publicar variables en el estándar OPC DA provenientes del SCADA Guardián del ALBA, el cual lo hace a través de la comunicación con el “Túnel OPC”, para su configuración y variables en su espacio de direcciones. Dichas variables se pueden tanto leer como escribir según sean configuradas.
- ✓ *Túnel OPC*: Encargado de recibir peticiones de escritura y de solicitud de configuración del “Servidor GALBA OPC DA” y enviar los datos a publicar, así como la configuración del servidor

OPC DA al cual responde. Tiene la responsabilidad de aplicar las políticas y reglas implantadas en el SCADA Guardián del ALBA.

Publicaciones y trabajos relacionados con la Investigación

El trabajo ha sido presentado por el autor en múltiples eventos, en la Jornada Científica en el año 2007, obteniendo relevante a nivel de Universidad², en el evento COMPUMAT 2007, efectuado en Holguín como calidad de ponente³. Obtuvo en el año 2008 premio relevante en la Jornada Científica a nivel de Universidad⁴. Como parte del producto actual del SCADA ha sido presentado en varios eventos e implantado en disímiles instalaciones de la hermana República Bolivariana de Venezuela, en fase de prueba, brindando resultados satisfactorios.

Lugares donde está implantada la solución

Dado el proyecto de la medición fiscal de la producción de PDVSA, con el producto se está recolectando variables de servidores OPC DA vinculados directamente a la producción en las siguientes empresas mixtas:

- ✓ Petrosucre (plataforma costa afuera, Monagas, Venezuela)
- ✓ Petroquiriquire (Punceres, Monagas, Venezuela)
- ✓ Petromonagas (Monagas, Venezuela)
- ✓ Petrocedeno (Anzoátegui, Venezuela)
- ✓ Petrocabrutica (Venezuela)

² Ver Anexo 1

³ Ver Anexo 1

⁴ Ver Anexo 1

- ✓ Macolla (Morichal, Monagas, Venezuela)

Además, se está usando de manera satisfactoria el servidor GALBA OPC DA, leyendo datos del SCADA Guardián del ALBA en:

- ✓ Punta de Palmas (Zulia, Venezuela)

En el caso de la refinería de Puerto la Cruz-Anzoátegui se le ofreció otra solución para este proyecto.

Se está usando de manera general la solución para la supervisión con el mismo en:

- ✓ PDVSA (La Campiña, Caracas, Venezuela)

En Cuba, se ha previsto la instalación del producto en la refinería “Nico López” en Ciudad de la Habana y se tienen aspiraciones de implantación en otras instalaciones del país.

Ingresos

Hasta la actualidad, el proyecto SCADA Guardián del ALBA ha ingresado cerca de 6 millones de dólares al país, con un reporte de utilidades netas del 90%. La solución OPC, ha contribuido en parte a los ingresos del mismo, con un aporte en conjunto con la línea de desarrollo de Middleware, de 391.593,00 dólares pactados en el anexo 16 del convenio PDVSA-ALBET.

CONCLUSIONES

Con esta solución, el SCADA Guardián del ALBA, no requiere los drivers de los dispositivos que se desean supervisar y controlar, basta con que estos dispositivos se integren con un servidor OPC.

Los productos permitieron al SCADA Guardián del ALBA obtener información de otros SCADAs y dispositivos de campos mediante el estándar OPC.

Diversos sistemas de supervisión y control existentes en las industrias de PDVSA, se integraron con el SCADA Guardián del ALBA mediante el servidor OPC.

Aunque la solución actualmente esté integrada al SCADA Guardián del ALBA, es fácilmente adaptable a otros sistemas o software de supervisión y control, y lograr así la integración con el estándar OPC.

De manera general, estos componentes que integran la solución, logran nutrirse de datos mediante la especificación OPC DA y llevarlos a diversos sistemas operativos a través de otros estándares de comunicación, así como publicar datos, en esta misma especificación, de diversas fuentes de información que pueden estar ubicadas en otras plataformas.

La memoria recoge cada funcionalidad de estos componentes o subsistemas, haciendo énfasis en los aspectos más importantes de los mismos y en el aporte del autor en el desarrollo de cada uno de ellos.

RECOMENDACIONES

Se sugiere para el futuro, ir portando todas las aplicaciones OPC DA, tanto de PDVSA como las existentes en nuestro país, a la nueva tecnología OPC UA, la cual integra todas las especificaciones precedentes a la misma, y permite un mayor performance e independencia de plataforma.

Cambiar la tecnología de comunicación utilizada en el producto, que se encuentra en la plataforma ACE/TAO por nuevas tecnologías como ICE, que presenta mejores prestaciones que la anterior.

Permitir variantes asincrónicas en la recolección como en la publicación de datos.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Canesto, Kariana.** *Introducción a la arquitectura del Sistema de adquisición supervisión y control para los pueblos del ALBA y descripción de sus módulos.* 2009.
2. **Morell, Melchor Gil.** Carta del Rector. *Portal UCI - Universidad de las Ciencias Informáticas.* [En línea] <http://www.uci.cu/?q=node/47>.
3. **González, M.Sc. René y Herrera, M.Sc. Moisés.** *Documentación de diseño de la integración del SCADA al estándar OPC DA.* Ciudad de la Habana : s.n., 2006.
4. **Hernández, Yaneisy Hernández.** *Desarrollo de herramientas para servidores de OPC.* Santa Clara : s.n., 2004.
5. **Batista, Ing. Yunier Velázquez y Rodríguez, Evián Suárez.** *Documento de Arquitectura del Software "Gateway OPC DA".* Mérida : s.n., 2008.
6. **Rodríguez, Evián Suárez.** *Guía de Implementación de la "Pasarela OPC DA".* Mérida : s.n., 2008.
7. **Rodríguez, Evián Suárez y Tasse, Yolier Galan.** *Guía de configuración de DCOM para OPC.* Ciudad de la Habana : s.n., 2008.
8. **Rodríguez, Evián Suárez.** *Guía de Implementación del Manejador OPC.* Mérida : s.n., 2008.
9. —. *Guía de Implementación del Manejador SQL.* Ciudad de la Habana : s.n., 2009.
10. **Batista, Ing. Yunier Velázquez.** *Documento de Análisis y Diseño del Software "Servidor GALBA OPC DA".* Mérida : s.n., 2008.
11. **Rodríguez, Evián Suárez.** *Guía de Implementación del Servidor OPC.* Mérida : s.n., 2008.
12. —. *Guía de Implementación del Túnel OPC.* Mérida : s.n., 2008.
13. OPC. *sitio Web de Autómatas.* [En línea] 2 de Marzo de 2006. [Citado el: 15 de Abril de 2009.] <http://www.automatas.org/redes/opc.htm>.
14. **AG, Siemens.** *Acceso estandarizado a datos del proceso.* Nürnberg : s.n., 2004.

15. **Lemos, Juan Diego y Guerrero, David Miranda.** *OPC Como Alternativa a las Tecnologías Propietarias de Comunicación Industrial.* Medellín : s.n., 2006.
16. **Foundation, Opc.** *OPC Data Access Custom Interface Specification.* 2002.
17. **Object Computing, Inc.** *TAO Developer's Guide. Building a standard in performance.* 2005.
18. **Trujillo, Rafael Arturo.** *Interfaz Genérica de los Manejadores de Dispositivos.* Mérida : s.n., 2009.

ANEXOS

ANEXO 1:

Figura A1: Reconocimiento por haber obtenido Relevante en la quinta Jornada Científica Estudiantil a nivel de facultad en el año 2007.



Figura A2: Reconocimiento por haber obtenido Relevante en la quinta Jornada Científica Estudiantil a nivel de Universidad en el año 2007.



Figura A3: Certificado por haber participado en el evento COMPUMAT 2007 efectuado en Holguín.



Figura A4: Reconocimiento por haber obtenido Relevante en la Jornada Científica Estudiantil a nivel de Universidad en el año 2008.



GLOSARIO

Sistemas de Adquisición de Datos y Control Supervisorio (SCADA): Aplicación de software especialmente diseñada para funcionar sobre computadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del operador, proveyendo toda la información asociada al proceso.

OLE: *Object Linking and Embebed*, estándar desarrollado por Microsoft, que permite crear objetos en una aplicación y luego insertarlos en otra, compartiendo información entre ellas.

OPC: *OLE for Process Control*, estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos. Este estándar permite que diferentes fuentes de datos envíen datos a un mismo servidor OPC, al que a su vez podrán conectarse diferentes programas compatibles con dicho estándar. De este modo se elimina la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers para dialogar con múltiples fuentes de datos, basta que tengan un driver OPC.

OPC-DA: Especificación de OPC destinada al acceso a datos del proceso en tiempo real.

DCOM: *Distributed Component Object Model*, mecanismo que logra la evolución de la Tecnología COM, para ser portada en redes de computadoras.

DCOM: *Distributed Component Object Model*, mecanismo que logra la evolución de la Tecnología COM, para ser portada en redes de computadoras.

COM: *Component Object Model*, filosofía de programación de objetos orientados a Interfaces para compartir entre aplicaciones.

Multiplataforma: es un término utilizado frecuentemente en informática para indicar la capacidad o características de poder funcionar o mantener una interoperabilidad de forma similar en diferentes sistemas operativos o plataformas.

Dispositivo de campo: son los elementos físicos que miden, monitorean y, en algunos casos almacenan, los datos de las variables del proceso. Estos dispositivos no se conectan directamente al SCADA.

CORBA: *Common Object Request Broker Architecture* (arquitectura común de intermediarios en peticiones a objetos), es un estándar que establece una plataforma de desarrollo de sistemas distribuidos facilitando la invocación de métodos remotos bajo un paradigma orientado a objetos.

Controlador Lógico Programable (PLC): dispositivos electrónicos usados en automatización industrial para realizar estrategias de control básicas. Por su robustez y características sencillas de control, están cercanas al proceso, permitiendo ejecutar las tareas básicas del control, aun cuando no tenga conexión a las capas superiores del control.

Framework: es un conjunto de clases que encapsulan diseños abstractos de soluciones a un determinado número de problemas en relación. Los objetivos principales que persigue un framework son: acelerar el proceso de desarrollo, reutilizar código ya existente y promover buenas prácticas de desarrollo como el uso de patrones.

Switch: También conocido como “conmutador”, es un dispositivo analógico de lógica de interconexión de redes de computadoras que opera en la capa 2 (nivel de enlace de datos) del modelo OSI (*Open Systems*

Interconnection). Su función es interconectar dos o más segmentos de red, de manera similar a los puentes (*bridges*), pasando datos de un segmento a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red.

Router: Enrutador, dispositivo de hardware para interconexión de red de ordenadores que opera en la capa tres (nivel de red). Este dispositivo permite asegurar el enrutamiento de paquetes entre redes o determinar la ruta que debe tomar el paquete de datos.

RTU: Unidad Terminal Remota, dispositivo basado en microprocesadores, el cual permite obtener señales independientes de los procesos y enviar la información a un sitio remoto donde se procese. Generalmente este sitio remoto es una sala de control donde se encuentra un sistema central SCADA el cual permite visualizar las variables enviadas por la RTU.

DCS: Sistemas de control distribuido.

Oracle: Es un sistema de gestión de base de datos relacional, desarrollado por Oracle Corporation.