

Solución móvil con J2ME para monitorear y supervisar las variables del proceso de la planta industrial del Centro de Electricidad y Automatización Industrial del SENA Regional Valle

Implementation a J2ME mobile solution to monitor and supervise the process variables of the plant in the Center of Industrial Automation Power of the SENA Regional Valle

COLCIENCIAS TIPO 1. ARTÍCULO ORIGINAL

RECIBIDO: ENERO 15, 2014; ACEPTADO: MARZO 20, 2014

Carlos Jiménez¹
chjimenez@misena.edu.co
Henry Castro²
hecastro@usc.edu.co

Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], Cali-Colombia (1)
Universidad Santiago de Cali, Colombia (2)

Resumen

El objetivo de la investigación fue desarrollar una interface visual-gráfica en un dispositivo móvil, para realizar el control y monitoreo del estado de las variables del proceso en una planta industrial automatizada. Aspectos relevantes del trabajo realizado son: la creación del código fuente de las funciones de autenticación, gestión de la aplicación, validación de la IP del equipo, selección del tipo de proceso y gráfico de tendencias, en código libre. Este desarrollo le permite al usuario visibilizar, en tiempo real, el funcionamiento de las variables de control, a través de la conectividad y la interface del Cliente OPC, el Servidor OPC y la persistencia de datos. En el desarrollo de la aplicación MIDlet se consideró lo establecido por la OPC Foundation, la suite J2ME y NETBEANS 7.0. Además la comunicación entre el móvil y el Servidor de Control se hace a través de Wi-Fi, continuando con las características y ventajas de utilizar el protocolo HTTP y TCP/IP. La aplicación desarrollada es fundamental para aumentar el nivel de competitividad de las industrias, pues permite realizar procesos de control en modo remoto

Palabras Clave

J2ME; dispositivo móvil; aplicación cliente OPC; aplicación servidor OPC; interfaz Hombre-Máquina; Scada.

Abstract

The objective of the research is to develop a visual interface-graph on a mobile device which allows the control and monitoring of the state of the process variables in an industrial plant automated. This article makes relevance in the creation of the source code of the functions of authenticity, application management, validation of the IP of the computer, type of process, and graph of trends in open source, which will enable the user real-time visibility into the operation of the control variables through the connectivity and interface of the OPC-Client, the OPC server and data persistence. In the development of the MIDlet application will be considered as established by the OPC Foundation, suite J2ME and Netbeans 7.0, in addition, there will be communication between the mobile and the control server via WIFI, continuing with the features and benefits of using the HTTP protocol and TCP/IP. It can be concluded that the application developed is essential to increase the level of competitiveness of industries and processes perform remotely thus providing a service in line with technological advances.

Keywords

J2ME; mobile device; OPC client application; OPC server application; Human-Machine Interface; Scada.

I. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tecnologías y los nuevos dispositivos móviles –cada vez con mayor capacidad de procesamiento, almacenamiento y despliegue de gráficos–, han hecho posible la capacidad de ampliar, en gran medida, la funcionalidad de los teléfonos celulares, sin necesidad de realizar cambios a nivel de hardware, utilizando las herramientas de software adecuadas y teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones de los equipos actuales (e.g., SMS, WAP, Bluetooth). Los dispositivos móviles están cambiando la forma de hacer negocios en las empresas.

Se podría plantear que, mientras algunas organizaciones buscan estrategias para aumentar su productividad por medio de estos dispositivos, otras los consideran un riesgo en potencia para la seguridad de la información. Este cambio cultural, rechazar los dispositivos móviles en un inicio y ahora distribuirlos, soportarlos y desarrollar aplicaciones para ellos, trae consigo un nuevo conjunto de retos y complejidades para los encargados de TI.

En la interacción del hombre con las máquinas, a través de los medios computacionales, se debe tener en cuenta a la Interfaz Hombre-Máquina [*Human Machine Interface - HMI*], que es la que permite que el usuario u operador del sistema de control o supervisión, interactúe con los procesos.

Un HMI es, en consecuencia, el dispositivo o sistema que permite la interacción entre la persona y la máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros, que se interconectaban con la máquina o el proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y los procesos, en general, están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas HMI bastante más poderosos y eficaces, y permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas (Cobo, s.f.).

La plataforma J2ME [*Java 2 Micro Edition*] no es exactamente una especificación, sino un conjunto de especificaciones, cada una aplicable a un conjunto de requisitos. J2ME no define un nuevo lenguaje sino que mantiene la compatibilidad, hacia arriba, con la edición J2SE, adaptando la tecnología Java a su uso en dispositivos móviles (Froufe-Quintas & Cárdenas, 2004), lo que proporciona un entorno de desarrollo para crear

aplicaciones destinadas a familias de dispositivos móviles, contando con las librerías de clases necesarias para construir interfaces gráficas, almacenamiento persistente, manejo de eventos, conectividad de red y juegos.

Con base en las tecnologías ya nombradas, y adaptando un formato de representación de la planta para el proyecto, se creó una aplicación que permite al usuario monitorear y supervisar la planta y conocer los diferentes estados de los dispositivos conectados a ella (i.e., válvulas, bombas de agua, bombas de aire, termómetros, entre otros). Para llevar a cabo este proceso, se utilizó el servicio de mensajería SMS y una conexión Wi-Fi vía HTTP –para la comunicación entre el dispositivo móvil y la planta–, que permite realizar el proceso de supervisión y monitoreo de las diferentes variables del proceso remotamente (Castro & Jimenez, 2013).

Para el diseño y la implementación del sistema de supervisión y monitoreo se utilizó una plataforma que consta de una planta didáctica compuesta de transmisores inteligentes –que miden las variables del proceso–, configurables bajo protocolo *Hart* y válvulas de control comandadas mediante señales eléctricas, de 4 a 20 mA, las cuales reciben las señales del controlador para modificar el estado del proceso.

Se dispone además de un autómata programable [PLC] –*Allen Bradley*, serie *Controllogix*–, de última generación, en el cual se implementan las estrategias de control (Domínguez, Fuertes, Requera, González, & Ramón, 2004). Una característica que posee esta plataforma es su capacidad de acceso remoto a través de Internet.

En la Figura 1 se puede observar la planta de experimentación con la que se desarrolló el proyecto.

Figura 1. Foto planta industrial del CEAI



En cuanto al sistema:

- desarrollo de una interfaz que permita monitorear y

supervisar las variables de la planta;

- creación de funciones que permitan al usuario monitorear y supervisar en tiempo real la planta;
- diseño de un portal fácil de utilizar –ya que el usuario final puede ser personal no especializado–.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La implementación del móvil utilizó el desarrollo de software informático para dispositivos móviles, la que se consideró, más ágil. Consiste en una serie de fases que, aunque se desarrollen en orden, se cubren, de modo que es posible comenzar las tareas de una fase aún antes de haber finalizado todas las tareas de la anterior.

A. Fases

De acuerdo con la información suministrada por los Instructores del área de automatización industrial del CEAI, el principal proceso que se llevó a cabo fue el de supervisión y monitoreo de las diferentes variables (i.e., nivel, flujo de agua, bombas, y válvulas de control) de la planta industrial remotamente. Los requerimientos, funcionales y no funcionales, aparecen en las Tablas 1 y 2.

Tabla 1. Fase funcional

RF_01	Establecer comunicación con el equipo de control vía Wi-Fi
RF_02	Monitorear en tiempo real cada una de las variables del proceso
RF_03	Ajustar algunos puntos de la operación del proceso (Las válvulas de control, la bomba, punto de referencia o <i>set point</i>)
RF_04	Monitorear remotamente por medio de video el ambiente de trabajo donde opera la planta industrial.
RF_05	Mostrar las diferentes alarmas y/o mensajes los cuales avisen el estado de las variables del proceso.
RF_06	Desplegar los mensajes de error de las variables del proceso.
RF_07	Permitir la validación del ingreso de usuarios al sistema.
RF_08	Validar el acceso a la aplicación con un usuario y contraseña.

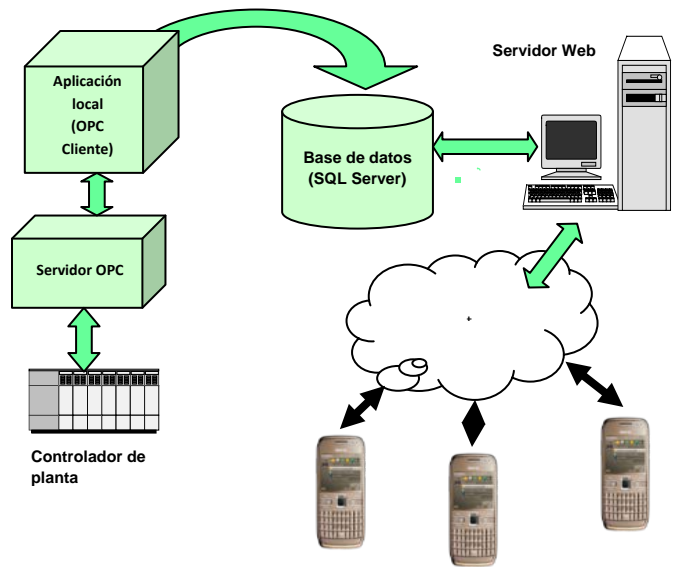
B. Tabla 2. Fase no funcional

RNF_01	El sistema debe accederse a través de un dispositivo móvil.
RNF_02	Periféricos disponibles para navegación teclado y ratón
RNF_03	El sistema debe proveer un módulo cliente
RNF_04	El sistema operativo de los dispositivos móviles es Symbian
RNF_05	La aplicación de enlace esta en PHP.
RNF_06	La conexión entre el dispositivo móvil y el servidor de gestión es a través de un servidor OPC
RNF_07	El sistema contiene un sistema operativo Windows Server 2008 para validación de usuarios
RNF_08	El sistema de acceso a la planta es un servidor Linux.
RNF_09	El sistema se debe implementar sobre la infraestructura existente.

C. Arquitectura de la aplicación móvil

Para implementar el prototipo se hizo necesario dividir el problema en varios módulos que interactúan entre sí, desde la extracción de los datos del PLC, hasta la visualización gráfica de los datos en la pantalla del dispositivo móvil (ver Figura 2).

Figura 2. Arquitectura general del proyecto



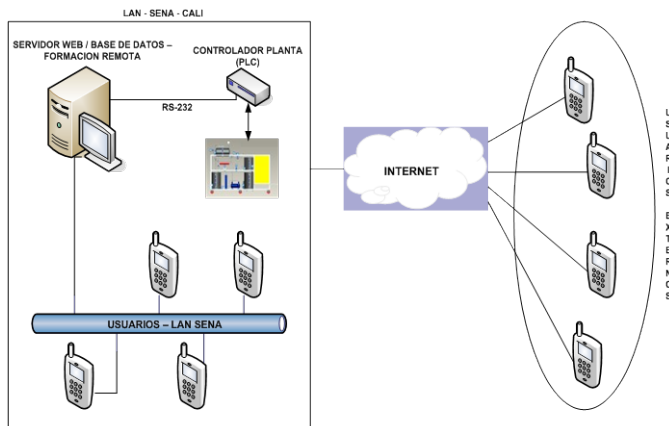
El modelo tiene como ente iniciador de actividad al cliente en J2ME, quien inicia las acciones en los demás módulos. Desde el cliente se puede monitorear y supervisar las variables de la planta.

Si el cliente decide obtener información de cualquier variable del proceso, puede hacerlo usando el servicio *Wi-Fi* o bien a través del protocolo *http*; para ello, envía una petición hacia el servicio y luego espera por una respuesta por medio de un flujo de bytes donde envía el estado de la variable que se desea consultar.

Para lograr la comunicación entre el cliente, en J2ME, y el PLC, se utiliza un *servidor Web*; por tanto, este módulo es un intermediario entre el cliente en J2ME y el PLC.

Dadas las grandes restricciones de procesamiento y memoria de los dispositivos móviles, el módulo web se encarga de recibir las peticiones del cliente móvil, conectarse al PLC y procesar la información, para así evitar que el cliente tenga que realizar cálculos o conexiones que necesitan muchos recursos (ver Figura 3).

Figura 3. Arquitectura del proyecto (Servicio Web)



1) Cliente J2ME

Este módulo corresponde a una aplicación MIDlet. Aquí es donde se generan las peticiones de los usuarios para supervisar o monitorear las variables del proceso de la planta y las peticiones que ponen en marcha los otros módulos.

Dentro de las opciones disponibles para el usuario en el MIDlet están:

- *Encendido*: permite encender o apagar la planta industrial.
- *Nivel*: permite monitorear o supervisar el nivel del tanque.
- *Cámara IP*: permite monitorear el taller de comunicaciones a través de la cámara IP en tiempo real.
- *Válvulas*: posibilita modificar la apertura o el cierre de las diferentes válvulas, de acuerdo con el control establecido por los usuarios (esto va desde el 0% al 100%).
- *Ver registro*: permite observar quiénes han entrado al sistema y qué se está realizando.
- *Gráfico de tendencia*: posibilita observar el comportamiento dinámico de las variables del proceso a través de un gráfico de líneas en tiempo real.

2) Herramienta de desarrollo

Para implementar la aplicación MIDlet se empleó la suite J2ME con Netbeans 7.0, la que, entre otros, permite:

- automatizar los pasos necesarios para crear un MIDlet (automáticamente compila, pre-verifica y empaqueta);

- seleccionar las características del dispositivo destino (e.g., la configuración CLDC, el perfil MIDP, el tamaño de la memoria, las APIs disponibles, etc.).
- disponer de emuladores para probar las aplicaciones.

3) Conectividad

Este componente es invocado cuando el usuario decide monitorear o supervisar cualquiera de las variables del proceso de la planta, hasta el encendido y apagado de las bombas.

En caso de encender la bomba, el componente de conexión recibe los argumentos de la petición (dirección del servidor, byte de marcha o parada según el caso), se conecta al servidor y devuelve un flujo de bytes con la respuesta entregada por el servidor. Esta conexión es: a través de *blue-tooth* (no implementada), y directamente al servidor Web con el protocolo HTTP.

Hay que hacer notar que todas las conexiones son realizadas por un *timer* o *thread*, separados del hilo de ejecución principal del MIDlet, puesto que éstas pueden ser lentas y dar la impresión que la aplicación está colgada.

III. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN CLIENTE

Cabe una aclaración, para el caso de la planta ubicada en el CEAI, se debe tener un servidor OPC (Rslinx, KepServ, etc.) y reservar el horario de trabajo sobre la planta para que el usuario pueda tener acceso al PLC y desde su celular pueda monitorear o supervisar las variables del proceso remotamente (políticas institucionales); por el contrario en una empresa (externa al SENA) se debe contar únicamente con el Servidor OPC.

Una vez instalada la aplicación cliente en el teléfono celular, al ser ejecutada, lo primero que se le muestra al usuario es la pantalla de entrada al sistema. Esta aplicación será de uso exclusivo de un técnico o ejecutivo encargado de instalar la aplicación y permitirá ingresar los siguientes datos: nombre y contraseña del usuario, número identificador del equipo en el cual se instala la aplicación, y dirección URL de la aplicación servidor, como se observa en la Figura 4.

El usuario y la contraseña del equipo son los datos que se utilizan para la autenticación en la base de datos a la que se conecta la aplicación servidor. Por razones

principalmente de seguridad se ha decidido que estos datos de autenticación no estén al alcance del usuario que utilizará la aplicación, sino que se mantengan almacenados internamente en el equipo, una vez ingresado al sistema se muestra el menú principal de la aplicación (Figura 4); desde él, el usuario escoge una opción a la cual debe ingresar según la tarea que desee, como se ilustra en la Figura 5.

Figura 4. Conexión a la planta

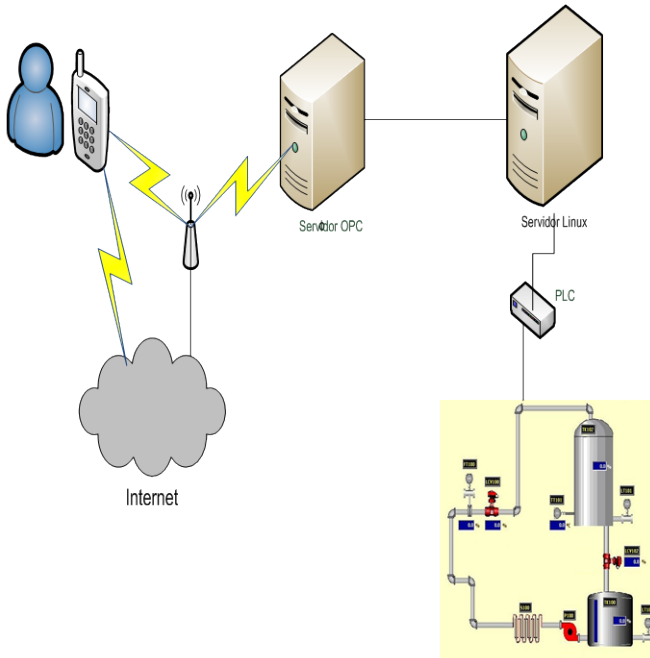


Figura 5. Menú principal de la aplicación



Figura 6. Esquema general para monitoreo de las variables



1) Opción controlar

El usuario debe digitar el número IP del equipo que contiene la aplicación de enlace para hacer la conexión Wi-Fi y al PLC que controla el proceso, luego se puede fijar el nivel del tanque, como se muestra en la Figura 7.

B. Tipos de proceso

1) Proceso manual

En este proceso se debe establecer manualmente las variables como *carga* –que sirve para abrir la válvula de escape del tanque– y *forzar*– que corresponde a la válvula que controla el caudal de entrada al tanque. Los parámetros son manejados en porcentajes; una vez establecidos, se aceptan en la opción *menú* del sistema, el cual envía la información a la planta para el proceso. Los parámetros son establecidos de acuerdo con un criterio de control que tienen los operarios e ingenieros (ver Figura 8).

2) Proceso automático

En esta parte de la aplicación, los parámetros están debidamente establecidos de acuerdo con procesos realizados internamente en el control (PLC). Ellos se encargan de controlar el proceso automáticamente. El usuario debe utilizar las opciones *menú* y *aceptar* para que comience el proceso en la planta. Estos parámetros son enviados a la aplicación de enlace, que a su vez se comunica con el PLC.

3) Opción Monitorear

En esta opción se puede visualizar por medio de un *gauge* o barra de desplazamiento, el nivel del tanque, en porcentaje. Se debe enviar a la aplicación de enlace la dirección IP del servidor. El establece la comunicación entre el PLC y el dispositivo móvil (ver Figura 9).

4) Gráfico de tendencia

Aquí se podrá ver de forma gráfica cómo se comportan las diferentes variables del proceso. A modo de ejemplo: color azul (superior), el nivel de tanque, y color verde (inferior), el *set point* (ver Figura 10).

Figura 7. Control inicial



Figura 8. Proceso manual



Figura 9. Nivel del tanque



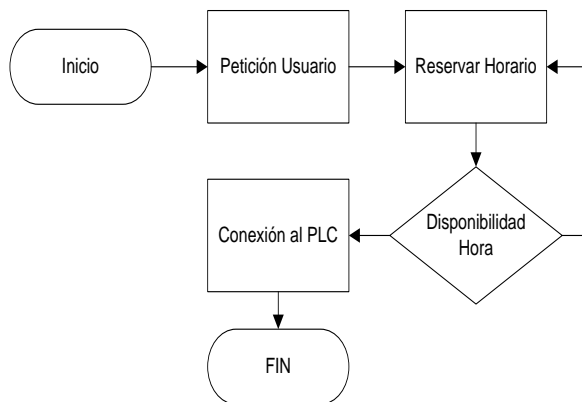
Figura 10. Gráfico de tendencia



IV. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN DE ENLACE

Esta aplicación fue realizada en lenguaje PHP y tiene como objetivo hacer el puente entre la aplicación cliente – que está en el dispositivo móvil– y el PLC (ver secuencia en la Figura 11).

Figura 11. Solicitud del usuario



La aplicación consta de un API que es el servidor OPC llamado *QuickOPC-Classic v5.1*; esta es una aplicación de uso libre para ciertos parámetros y está contenida en un servidor apache (Software toolbox, 2014). A continuación se muestra una porción de código PHP a manera de ejemplo:

```

<?php
// Crea el servidor EasyOPC-DA
component
$EasyDAClient = new
COM("OPCLabs.EasyDAClient.5.1");
  
```

```

// Para leer datos del PLC utilizando
KEPSERV:
print $EasyDAClient->
ReadItemValue(" ",
"OPCLabs.KitServer", "Demo.Single");

// Para escribir o enviar datos al
PLC:
$Value=$_GET["valor"];
$EasyDAClient->WriteItemValue(
"CHEBER-PC",
"KEPware.KEPServerEx.V4",
"AB.LOGIX5000.Group1.LAMPS",
$Value,
11,
"");

// Para leer datos del PLC utilizando
RSLINK:
/*$EasyDAClient->WriteItemValue(
"CHEBER-PC",
"RSLinx OPC Server",
"LAMPS",
$Value,
11,
"");*/
// Aquí es la información que
queremos que nos devuelva al
dispositivo móvil.
if($Value==1)
{
$response="Lámpara
encendida";
}
else
{
$response="Lámpara apagada";
}
echo $response;
?>
  
```

A. Software

1) OPC Kepserv

Es una solución flexible y escalable para conectar, administrar, supervisar y controlar diversos dispositivos de

automatización y aplicaciones de software (ver Figura 14).

Las comunicaciones se gestionan a través de una plataforma robusta que soporta una gran variedad de estándares abiertos –como OPC–, propiedades de los protocolos de comunicación, API e interfaces de diversos sistemas de automatización. KEPServerEX permite mejorar las operaciones y la toma de decisiones en todos los niveles de una organización (Kepware Technologies, 2014).

2) QuickOPC-COM

Es un conjunto de componentes que simplifican la tarea de integrar en las aplicaciones OPC. Leer un valor desde un servidor *OPC Data Access* –o escribir un valor de datos– se puede lograr con tan sólo una o dos líneas de código.

QuickOPC-COM es un enfoque radicalmente nuevo para acceder a datos OPC. Tradicionalmente, la programación OPC requiere código propietario, esta es una solución abierta y flexible al clásico problema de los drivers propietarios, sin importar si se utiliza OPC personalizado o interfaces de automatización. *Objetos OPC Server* debe ser instanciada, *OPC objetos de grupo* deben ser creados y manipulados, *Elementos OPC* deben ser accedidos y manejados apropiadamente, y las suscripciones deben establecerse y mantenerse.

Los componentes se pueden usar en varios lenguajes y entornos. Los ejemplos disponibles muestran cómo los componentes se pueden utilizar desde Visual Basic (VB, Visual Basic 6), C / C + +, VBScript (e.g., ASP, o Windows Scripting Host), JScript, Perl, PHP, Python, Visual Basic para Aplicaciones (VBA, por ejemplo, en Excel), Visual FoxPro (VFP), Delphi (Object Pascal), REAL Studio (REALbasic), Xbase (Xbase + +), T-SQL (SQL Server) y otras herramientas. Por ejemplo. Usted puede desarrollar HMI-s, o Registradores de OPC con QuickOPC. Cualquier herramienta o lenguaje que soporte la automatización COM es compatible (Software Toolbox, 2013).

V. FUNCIONAMIENTO DE LA APLICACIÓN SERVIDOR

Lo primero que se debe hacer es validar la información del usuario y la contraseña. Una vez digitado el usuario y contraseña entramos a la opción asignar un horario (Figura 12); después de asignar el horario debemos seleccionar la opción de Desarrollar Actividades, la cual nos permite

hacer la comunicación con el PLC, esta toma el número IP de la máquina que está haciendo la petición para que el servidor valide la IP y deje pasar la información que se envía, si el numero IP no tiene asignación de horario, no puede hacer la conexión con el PLC de la planta. Esto funciona bajo un ambiente LINUX (Figura 13).

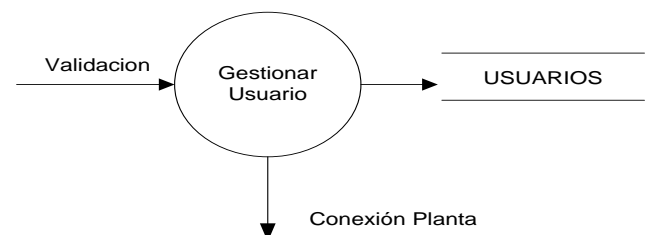
Figura 12. Asignar horario

Figura 13. Conexión a la planta



Asignar horario permite evitar la modificación del control almacenado en el PLC por un usuario (ver el proceso de validación en la Figura 14).

Figura 14. Proceso de Validación



A. Software

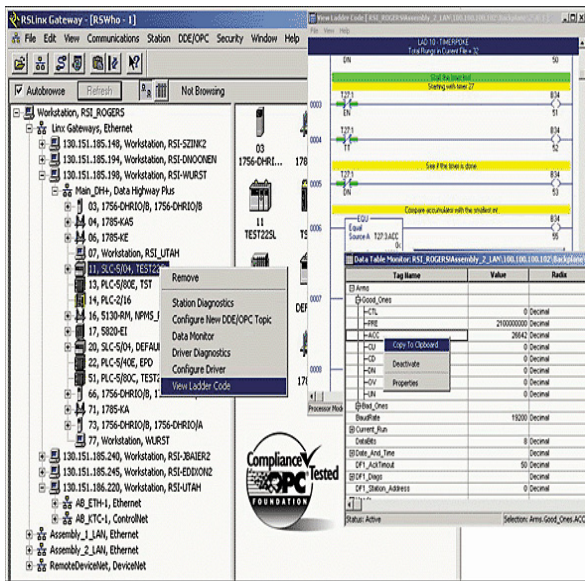
El software empleado en la aplicación Servidor es el siguiente:

1) RSLinx Classic

Es el servidor de comunicación más ampliamente instalado en la automatización de hoy. RSLinx Classic proporciona conectividad de planta al dispositivo para una amplia variedad de aplicaciones tales como Rockwell Software RSLogix™ 5/500/5000 y RSView32 (Rockwell, 2014).

RSLinx Classic también ofrece interfaces abiertas para terceros HMI, recopilación de datos y paquetes de análisis, así como aplicaciones personalizadas del cliente. RSLinx Classic soporta múltiples aplicaciones de software simultáneamente, comunicarse a una variedad de dispositivos en muchas diferentes redes industriales de Rockwell Automation (ver Figura 15).

Figura 15. Entorno de trabajo RsLinx



VI. FASE DE PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y PRUEBAS

Esta fase consiste en la aplicación del diseño de navegación, es decir, en pasar de una vista abstracta, a una vista real.

El modelo ideal para el funcionamiento de la aplicación se ilustra en la Figura 16. Asimismo, el diagrama de despliegue –que sirve para mostrar cada uno de los elementos físicos (hardware) que tiene la plataforma Web– se presenta en la Figura 17.

Figura 16. Modelo ideal del sistema

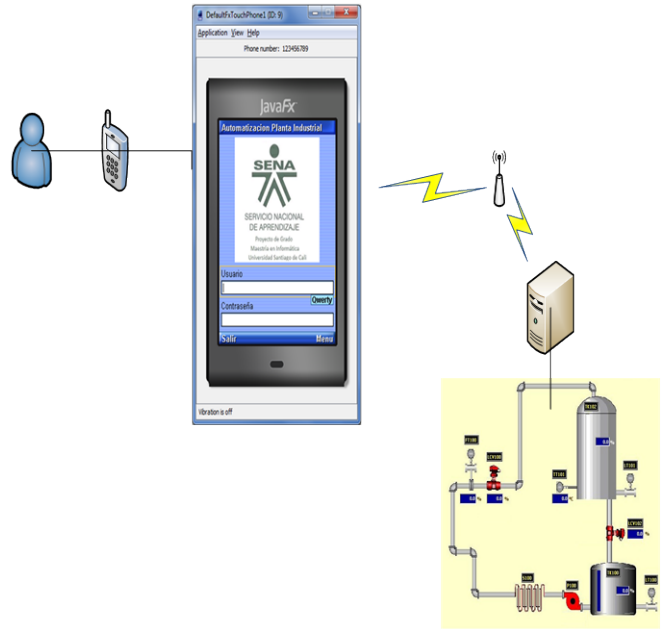
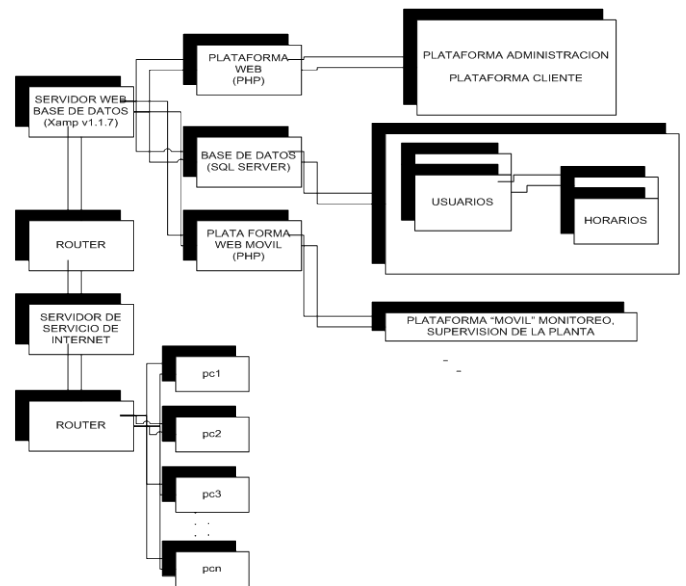


Figura 17. Diagrama de despliegue - Plataforma Web



Para desarrollar la aplicación que persista la conectividad del dispositivo móvil – Aplicación Servidor y la Aplicación Enlace se optó por el método empírico-experimental, que permite desarrollar e implementar los módulos para el control del producto final.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto mostró ser viable, lo que permite afirmar que se cumplió con el objetivo planteado: monitorear y supervisar remotamente las variables del proceso a través del móvil o celular desde cualquier lugar geográfico del país que posea cobertura celular y acceso Wi-Fi.

Se aumenta el nivel de competitividad de las industrias, involucrando elementos modernos, como realizar procesos remotamente, brindando así un servicio acorde a los avances tecnológicos.

Se pueden obtener datos que sirvan para mejorar el control de la planta por medio de una gráfica de tendencia que muestra la aplicación.

Por lo expuesto y con el propósito de mejorar la realización de este tipo de trabajos de investigación aplicada, se recomienda: exponer a las industrias, los beneficios que obtendrían de la implementación de este proyecto; y fortalecer los lazos de cooperación entre la Universidad y las empresas del sector productivo, para que faciliten la información requerida por los estudiantes para la realización de sus proyectos.

Asimismo, en cuanto a lo técnico, se recomienda, pasar la aplicación –que está escrita en J2ME– a Android, Windows Phone, iOS, para que sea un sistema multiplataforma.

Computación y Magister en Informática de la Universidad Santiago de Cali.

Henry Castro. Profesor de dedicación exclusiva de la Universidad Santiago de Cali [USC]. Ingeniero Electricista (Universidad Autónoma de Occidente), Magister en Administración de Empresas (ITEMS, CUA,UAB), Especialista en Gerencia Estratégica de Sistemas de Información (USC), Magister en Informática (USC), Diplomado en Redes de Telecomunicaciones (Cisco, Universidad Javeriana). Profesor desde Enero 1998 de la Facultad de Ingeniería de la USC en Estructura y Arquitectura de Computadores y Programación de Sistemas, Sistemas Embebidos en Microcontroladores, Lógica computacional y Sistemas Digitales, Diseño y Construcción de Circuitos Eléctricos de AC y DC, Programación en entorno Java y dispositivos Móviles, Sensores y transductores.

VIII. REFERENCIAS

- Keeware Technologies (2014). *KepServerEx Connection disparate devices and applications from plant control system to enterprise information system*. [en línea]. Recuperado de <http://www.keeware.com/kepserverex/>
- Cobo, R. (s.f.). El ABC de la automatización [en línea]. Recuperado de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/hmi.pdf>
- Domínguez, M., Fuertes, J., Requera, P., González, J., & Ramón, J. (2004). Maqueta industrial para docencia e investigación. *Revista iberoamericana de Automática e informática industrial*, 1(2), 58-63
- Froufe-Quintas, A. & Cardena, P.J. (2004). *J2ME Java 2 Micro Edition*. México D.F., México: Alfaomega
- Rockwell Automation. (2014). Design and Configuratio RSLink. Recuperado de <https://www.rockwellautomation.com/rockwellsoftware/design/rslink/overview.page>
- Castro, H., & Jimenez, C. (2013). *Implementación de una solución móvil con J2ME para monitorear y supervisar las variables del proceso de la planta industrial del centro de electricidad y automatización industrial del Sena Regional Valle* [tesis]. Universidad Santiago de Cali: Colombia.
- Software Toolbox (2013). *QuickOPC Concepts. Version 5.30* [en línea]. Matthews, NC: Software Toolbox. Disponible en <http://support.softwaretoolbox.com/ci/fattach/get/61331/1390576594/redirect/1/session/L2F2LzEvdGltZS8xMzk1OTYwMDg2L3NpZC94b0l2R2pRbA==/file name/Concepts-DataClient.pdf>

CURRÍCULOS

Carlos Heber Jiménez: Instructor de informática del Servicio Nacional de Aprendizaje [SENA], Regional Valle, desde septiembre de 1992. Profesor de informática, algoritmos, estadística, matemáticas, programación en php, j2me, java, Visual Basic 6.0 y .NET, diseño de bases de datos con SQL, MySQL. Licenciado en Matemáticas con énfasis en