

Migración del Sistema SCADA del SRI de la ciudad de Quito a LabVIEW 2014 utilizando el Módulo DSC

Andrés Sebastián Páez Delgado, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador
 Carlos Vladimir Suasnavas Lagos, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador
 Silvana del Pilar Gamboa Benítez, Escuela Politécnica Nacional (EPN), Quito – Ecuador

Resumen - El presente proyecto es una propuesta innovadora en el desarrollo de sistemas SCADA haciendo uso del módulo DSC de LabVIEW. Esta propuesta integra diversos sistemas de los edificios de las agencias Páez y Río Amazonas del Servicio de Rentas Internas (SRI) de Quito, estos son: sistema de transferencia automática de energía eléctrica, sistema de UPS, sistema de detección de incendios, sistema de aire acondicionado de precisión, y sistema de control de iluminación, que serán controlados y monitoreados desde las interfaces gráficas desarrolladas, esto con el fin de precautelar tanto la seguridad de los ocupantes del establecimiento como la de los equipos existentes.

Palabras clave – *Sistemas SCADA, LabVIEW, Módulo DSC.*

I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los sistemas SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) se han implementado en el sector industrial con el fin de supervisar y controlar los procesos[1][2][3]. Sin embargo, en el sector público y comercial los sistemas SCADA también han adquirido relevancia, debido a que las entidades de este sector poseen edificaciones con sistemas de seguridad y de servicios, que deben ser monitoreados y controlados con el fin de garantizar su correcto funcionamiento, para precautelar el bienestar del personal como del equipamiento instalado.

El Servicio de Rentas Internas de la ciudad de Quito, poseía un sistema de monitoreo y control centralizado para todos los sistemas de seguridad y servicios de la agencia Páez, y para algunos de la agencia Río Amazonas. Este sistema SCADA fue desarrollado en Lookout de National Instruments sobre Windows XP; no obstante, el soporte técnico para dicho sistema operativo fue suspendido en el 2014[4], creando la necesidad de migrar el sistema SCADA a una plataforma que opere sobre Windows 7.

Con este antecedente se propone la migración del sistema SCADA utilizando LabVIEW 2014 y su módulo DSC, para integrar los sistemas de: transferencia automática de energía eléctrica, UPS, detección de incendios, aire acondicionado de precisión, y control de iluminación, en estas dos agencias.

II. DISEÑO DEL SISTEMA SCADA

En la etapa de diseño se busca conceptualizar el sistema SCADA, así como establecer los lineamientos para su implementación, con este objetivo se trabajan sobre los siguientes cuatro aspectos. Primero, conocer los requerimientos que deberá cumplir el sistema luego de su implementación; segundo, definir el estado, equipamiento y funcionamiento del sistema actual; tercero, la arquitectura

del sistema a implementar, y cuarto, definición del software a utilizar. Estos se detallan a continuación.

A. Requerimientos de diseño

Este sistema SCADA integrará 5 sistemas diferentes, cada uno con sus requerimientos particulares, además existen requerimientos que contemplan a todos los sistemas como conjunto. A continuación, se detallan estos requerimientos:

- Desde el HMI del sistema de transferencia automática de energía y UPS se podrá monitorear en todo momento las diferentes variables eléctricas. Además, se podrá encender o apagar el grupo electrógeno remotamente, así como decidir si el sistema actúa en modo manual o automático.
- Desde el HMI del sistema de aire acondicionado de precisión se podrá monitorear la temperatura, humedad, capacidad a la que opera el compresor, y la acción que se lleva a cabo, es decir, enfriamiento, humidificación, deshumidificación, o calentamiento. Además, se podrá encender o apagar remotamente cualquier unidad de aire acondicionado.
- Desde el HMI del sistema de detección de incendios se podrá resetearla central de incendios, se podrá realizar reconocimiento de eventos, y se mostrará el tipo y el sitio exacto del dispositivo que ha entrado en conflicto.
- Desde el HMI de iluminación se tendrá control y monitoreo de las zonas de iluminación de ambas agencias, además se podrá programar horarios de encendido y apagado automático en zonas requeridas.
- Se dispondrá de un registro permanente de alarmas, eventos y variables en todos los sistemas, estos serán almacenados en una base de datos. Adicionalmente se dispondrá de un gráfico histórico de variables críticas a través del tiempo en todos los sistemas.
- Se tendrá alarmas sonoras durante condiciones críticas.
- Se generará reportes automáticos con información de los sistemas cuando el operador lo solicite.

B. Estado Actual del Sistema

A continuación, se detalla brevemente los aspectos más relevantes de cada uno de los sistemas:

1) *Sistema de Transferencia de Energía Eléctrica*: Este sistema integrado por grupos electrógenos, está diseñado para asegurar el continuo suministro de energía eléctrica, en caso de que la alimentación suministrada por la Empresa Eléctrica Quito fallare en las agencias Páez y Amazonas.

2) *Sistema de Alimentación Ininterrumpida de Energía Eléctrica*: El sistema de UPS, que suple energía a una carga

cuando hay la pérdida del alimentador principal, esto gracias a un banco de baterías. El UPS debe ser monitoreado constantemente en tres partes para conocer su estado: línea de entrada, línea de bypass y la línea de salida.

3) *Sistema de Aire Acondicionado de Precisión:* El sistema de Aire Acondicionado garantiza un ambiente idóneo para servidores, switches, routers y demás equipos de electrónica sensible que forman parte del centro de datos o cuarto de tecnología; de esta manera operan al máximo de su rendimiento y el tiempo de vida útil avalado por el fabricante se cumpla e incluso se supere.

4) *Sistema de Detección de Incendios:* La agencia Páez dispone de una central contra incendios, que resguarda tanto al personal como los bienes que la entidad.

5) *Sistema de Iluminación:* Con el fin de crear medidas de ahorro energético, este sistema está diseñado para controlar y monitorear el número de zonas iluminadas dentro de las agencias. Cada zona representa un circuito de iluminación con un número determinado de luminarias, controladas ya sea por PLC o por paneles inteligentes.

Cada sistema mencionado maneja sus propios equipos, protocolos e interfaces de comunicación por lo que se realizó un levantamiento de información que permitió armar la arquitectura que se muestra en la Fig. 1, además, en la

Tabla I, se resumen los equipos, protocolos e interfaces encontrados y con los cuales se trabajó durante el proyecto.

C.Arquitectura del Sistema

La arquitectura del sistema se realizó de forma que se habilite un monitoreo y control remoto de todos los sistemas intervenidos, centralizando la información de todos los equipos e IEDs sin importar el protocolo ni la interfaz que maneje cada uno.

Los niveles en los que opera el SCADA sigue la norma ANSI/ISA 95, que es un estándar internacional para desarrollar y automatizar sistemas de control en ambientes productivos. Esta pirámide se muestra en la Fig. 2.

De acuerdo a esto, las interfaces diseñadas trabajarán en el nivel 2, correspondiente al nivel de monitoreo y control. Los demás componentes del SCADA son:

- Red de comunicación.
- Control local del proceso, por parte de los IEDs o los PLCs.
- Instrumentación en campo, sensores y actuadores.

Por tanto, si existiese alguna falla en el nivel 2, las actividades de los niveles inferiores no se verán afectadas, y los procesos seguirán operando.

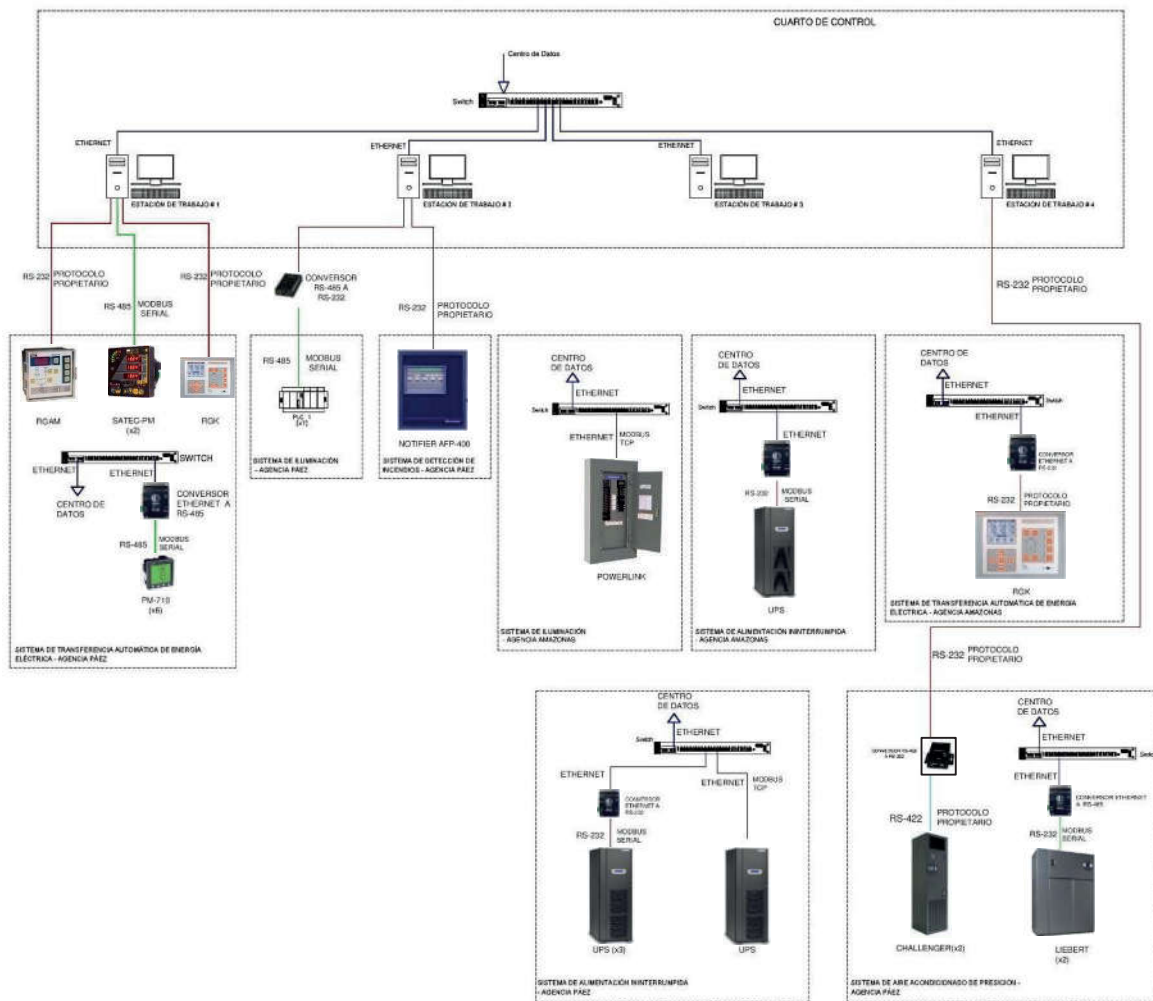


Fig. 1.Arquitectura de Comunicación del SCADA

TABLA I
PROTOCOLOS E INTERFACES DE COMUNICACIÓN DEL SISTEMA SCADA

SISTEMA	EQUIPO	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN	INTERFAZ DE COMUNICACIÓN
Transferencia de energía eléctrica Agencia Páez	Lovato RGAM	Propietario	RS-232
	Satec Power Meter (x2)	Modbus RTU	RS-485/RS-232
	Lovato RGK	Propietario	RS-232
	Schneider PM710 (x6)	Modbus RTU	RS-485/Ethernet
Control de iluminación Agencia Páez	PLC Telemecanique (x7)	Modbus RTU	RS-485/RS-232
Detección de incendios Agencia Páez	Central de Incendios Notifier 3000	Propietario	RS-232
Control de aire de precisión Agencia Páez	Challenger 3000 (x2)	Propietario	RS-422/RS-232
	Liebert DS y Deluxe	Modbus RTU	RS-485/Ethernet
UPS Agencia Páez	Powerware (x3)	Modbus RTU	RS-232/Ethernet
	Powerware	Modbus TCP	Ethernet
Transferencia de energía eléctrica Agencia Amazonas	Lovato RGK	Propietario	RS-232/Ethernet
Control de iluminación Agencia Amazonas	Panel de Iluminación Powerlink	Modbus TCP	Ethernet
UPS Agencia Amazonas	Powerware	Modbus RTU	RS-232/Ethernet



Fig. 2. Pirámide Norma ISA 95[5]

D. LabVIEW como software de sistemas SCADA

LabVIEW dispone de una amplia cantidad de complementos y módulos orientados a actividades específicas. Este es el caso del módulo DSC (Data Logging and Supervisory Control) que resulta idóneo para la implementación de un sistema SCADA, y que debido a sus prestaciones optimizará y sintetizará considerablemente el desarrollo del sistema; algunas de sus características se mencionan a continuación:

- Creación y configuración de servidores y clientes Modbus.
- Gestión de base de datos a través de Citadel.
- Gestión de alarmas y eventos.
- Visualización de gráficos históricos.

III. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SCADA

En el presente apartado se describe la implementación del sistema, dentro de estos se detallan la implementación del sistema de adquisición de datos, desarrollo de los HMIs, generación de bases de datos, manejo de alarmas y eventos, y la generación automática de reportes.

A. Adquisición de Datos

Una vez definida la arquitectura de comunicación del sistema SCADA, se desprenden 3 tipos de protocolo de capa de aplicación, para comunicar las estaciones remotas con las estaciones de trabajo:

- Protocolo Modbus Serial RTU
- Protocolo Modbus TCP
- Protocolo Propietario sobre una Interfaz Serial

En los dos primeros casos, LabVIEW DSC ofrece la posibilidad de crear servidores de E/S (entradas y salidas) que actúa como un puente entre las variables compartidas de un VI y los registros Modbus de un PLC o un dispositivo remoto. Este servidor se conecta con el motor de variables compartidas (SVE) para proporcionar los servicios necesarios y realizar la conexión con los dispositivos externos con el fin de unir los datos de entradas y salidas a las variables compartidas, es decir, manejará el lenguaje de bajo nivel necesario para establecer la conexión y la transmisión de datos entre un maestro y un esclavo, el diagrama de bloques se lo muestra en la Fig. 3.

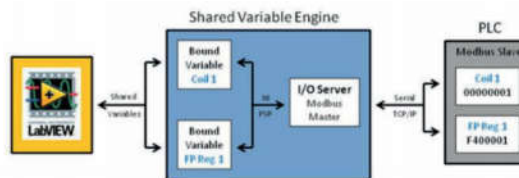


Fig.3. Estructura de un servidor Modbus en LabVIEW[6]

En el caso de los protocolos propietarios se deberá iniciar una sesión VISA (Virtual Instrument Software Architecture), que es un estándar de comunicación para la configuración y programación de instrumentos GPIB, serial y VXI.

A continuación, se describen los procedimientos utilizado para establecer la comunicación con LabVIEW, considerando alguno de los protocolos mencionados anteriormente.

1) *Protocolo Modbus Serial RTU*: En el que caso de los equipos o estaciones remotas con este protocolo, se procede a crear un servidor Modbus de E/S. Un ejemplo de configuración de este servidor se muestra en la Tabla II.

El servidor Modbus RTU será el encargado de entregar y actualizar los datos, los mismos que serán procesados en el "Block Diagram" de LabVIEW para finalmente desplegarlos en la interfaz gráfica.

TABLA II
CONFIGURACIÓN SERVIDOR MODBUS SERIAL DE E/S

Dirección de esclavo	1	Modelo o Tipo	Modbus Serial
Frecuencia de actualización (segundos)	1	Velocidad de Transmisión (baudios)	9600
Reintentos	2	Paridad	ninguna
Tiempo de espera en caso de falla de comunicación (segundos)	1	Bits de parada	1
Tiempo de espera por una respuesta (milisegundos)	500	Número de bits por dato	8
Modo de Transmisión	RTU	Prioridad de alarma	8

2) *Protocolo Modbus TCP*: Al igual que en los equipos que manejan protocolo Modbus Serial, se debe crear un servidor Modbus de E/S; sin embargo, ciertos parámetros de configuración difieren debido a la naturaleza del protocolo Modbus TCP, tal y como se observa en la Tabla III.

TABLA III
CONFIGURACIÓN SERVIDOR MODBUS TCP DE E/S

Dirección de esclavo	1	Modelo o Tipo	Modbus TCP
Frecuencia de actualización (segundos)	1	Dirección IP	10.21.3.54
Reintentos	4	Tiempo de espera por una respuesta (milisegundos)	500
Tiempo de espera en caso de falla de comunicación (segundos)	5	Prioridad de alarma	8

3) *Protocolo Proprietario sobre una Interfaz Serial*: En el caso de protocolos propietarios se recurre a configurar una Sesión VISA en LabVIEW, la misma que permite establecer comunicación serial asíncrona con el equipo que así lo requiera. Los parámetros básicos que se configuran se observan en la Fig. 4.

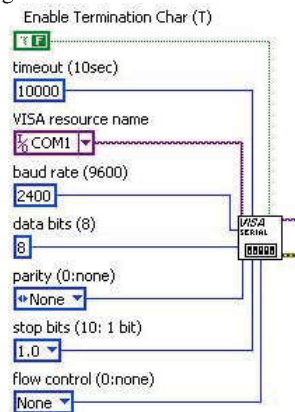


Fig. 4. Configuración de parámetros seriales en Sesión VISA

Dado que se trata de comunicación serial asíncrona, dentro del entorno de desarrollo de LabVIEW se hace uso de las estructuras denominadas “Flat Sequence” con el fin de tener control sobre los comandos de lectura y escritura, de esta forma LabVIEW enviará los comandos en el orden que requieren los equipos, esto se muestran en la Fig. 5.

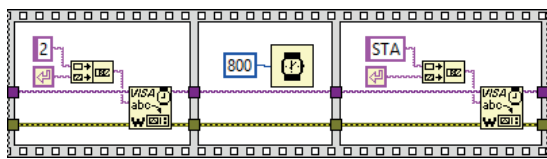


Fig. 5. Estructura de programación “Flat Sequence”

B. Desarrollo de Interfaces Gráficas

Con el objeto de tener una interfaz de operador que guarde un patrón de diseño en todas sus pantallas, éstas fueron diseñadas siguiendo ciertos lineamientos de diseño comunes, que fueron establecidos en una etapa previa a la implementación del HMI, a excepción de las interfaces que muestran un resumen del sistema o que tengan una vista del

edificio, los lineamientos de diseño se presentan en la Fig. 6 y consta de 5 partes.

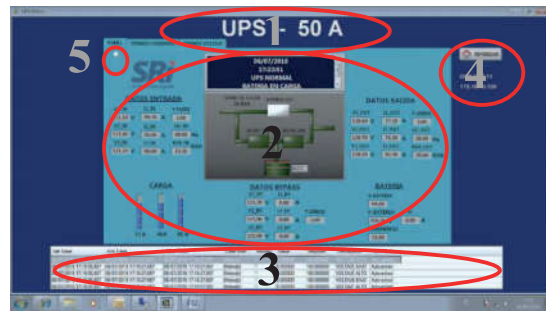
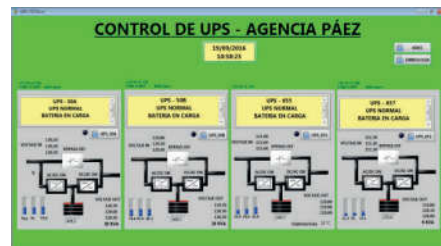


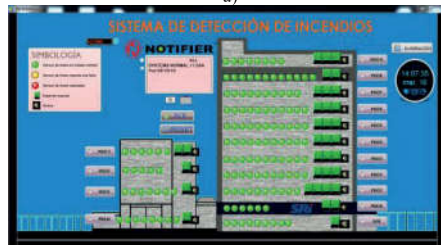
Fig. 6. Distribución de elementos en las interfaces de LabVIEW

1. *Título*: Indica el nombre del equipo que se está monitoreando.
2. *Espacio de Trabajo*: El espacio de trabajo posee un “Tab Control”, el mismo que tiene varias opciones dependiendo del equipo con el que se esté trabajando. Generalmente se reserva la primera opción del Tab Control para los datos del equipo o información de mucha importancia, la segunda opción se la reserva para un gráfico de datos históricos.
3. *Alarmas y Eventos*: Espacio reservado para el gestor de alarmas y eventos. Reportará si el sistema tiene problemas y se podrá interactuar con este gestor.
4. *Botones*: Este espacio está designado para botones adicionales que pueda tener el sistema. El botón típico que se encuentra en este espacio es el botón de “Regresar”.
5. *Led de Comunicación*: Led que estará parpadeando cuando la comunicación con el equipo esté correcta, y se pondrá en rojo si existe un fallo de comunicación.

Como se mencionó previamente, las interfaces que presentan un resumen del sistema como en la Fig. 7.a. o que muestran una vista del edificio como en la Fig. 7.b., no seguirán el patrón descrito.



a)



b)

Fig. 7.a) Interfaz que resume un sistema, b) Interfaz que presenta una vista del edificio

Los lineamientos que se utiliza para diseñar una interfaz que resume un sistema obedece a la forma física que tienen los equipos de cada sistema.

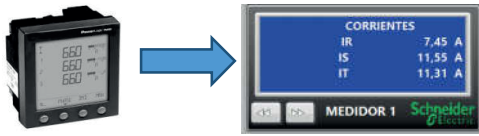


Fig. 8. Analogía de los Medidores PM710

Mientras que las interfaces que presentan una vista de los edificios se las diseñó acorde al estilo de cada agencia.

C. Base de Datos

Toda la información generada por los diferentes equipos será respaldada en la base de datos Citadel propietaria de National Instruments. Citadel es un mecanismo de almacenamiento de información, que permite intercambiar o monitorear datos industriales, datos de prueba, o mediciones. Entre los beneficios de Citadel se encuentran:

- Citadel tiene la capacidad de realizar un registro de datos en tiempo real.
- Dispone de un “HyperTrend Object” que es un componente para la gestión y visualización de datos.
- No se necesita conocimientos en programación de base de datos para el manejo de Citadel.
- No se necesita instalar Citadel en varias computadoras, puesto que, trabaja directamente con la red permitiendo compartir información entre equipos de la misma red.
- No necesita configuración inicial, reduciendo el tiempo de la puesta en marcha y la familiarización del sistema.
- Soporta varios tipos de datos entre los que incluye: numérico, discreto, matriz de bits, formas de onda, texto, entre otros. [7]

Esta base de datos utiliza un controlador de conectividad de base de datos abierta (ODBC, por sus siglas en inglés), que permite a otras aplicaciones recuperar datos directamente de Citadel haciendo uso del lenguaje de consulta estructurado (SQL, por sus siglas en inglés).

D. Alarmas y Eventos

Los eventos del sistema son generados por ocurrencias instantáneas del proceso como: puesta en marcha del generador, encendido de una luminaria, apagado de una unidad de aire, entre otras.

Las alarmas son eventos no deseados, dado que la generación de una alarma indica que dentro del proceso hay un problema. Por tal motivo, se requiere que los operadores del SCADA reconozcan rápidamente el problema antes de que el proceso se torne crítico.

Dentro del módulo DSC, un evento es una ocurrencia instantánea que le sucede a una variable compartida. Ejemplos de eventos incluyen cambios en los estados de alarma de las variables compartidas, los cambios en un control del panel frontal, inicios de sesión de usuario, y los cambios en el registro histórico.

Una alarma representa una condición específica anormal asociada con la variable del proceso que se esté monitoreando.

Para el presente proyecto se configuraron las alarmas y eventos de acuerdo a las directrices del SRI, esto se lo tuvo que realizar variable por variable configurando los parámetros que se muestran en la Fig. 9.

E. Generación Automática de Reportes

La generación automática de reportes es una prestación muy útil en un sistema SCADA. En el presente proyecto se ha habilitado esta opción, de tal forma que el operador obtenga automáticamente un registro de todas las variables que conforman el sistema, evitando que se realice manualmente esta operación. Los operadores recurrirán a este recurso en los cambios de turno.

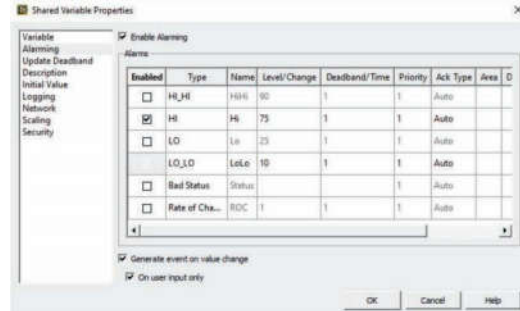


Fig. 9. Configuración de Alarmas y Eventos.

Se ha utilizado el Toolkit de Generación de Reportes (Report Generation) para Microsoft Office que ofrece LabVIEW 2014. La idea consiste en generar una plantilla en Excel que contiene campos estáticos y dinámicos, a estos últimos se deberá asignar un nombre, un identificador de la variable, que servirá para enviar el dato desde LabVIEW. Son principalmente 3 los bloques del Toolkit de Generación de Reportes que se han utilizado en la programación los cuales se muestran en la Fig. 10, y es precisamente el bloque “Append Report Text”, el que permite apuntar a los campos dinámicos en Excel para cargar el dato correspondiente.

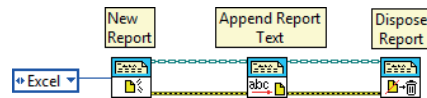


Fig. 10. Bloques del Toolkit de Generación de Reportes.

La totalidad de variables que constituyen el presente proyecto, son concentradas en la estación de trabajo de Iluminación e Incendios a través del protocolo NI-PSP de National Instruments, para conseguir un reporte completo del sistema SCADA en el momento en que se decida generarlo.

IV. PRUEBAS Y RESULTADOS

A. Pruebas

Partiendo de los requerimientos institucionales respecto al funcionamiento del sistema SCADA, se elaboró un protocolo de pruebas por cada sistema. Este protocolo consiste en evaluar a los sistemas migrados en condiciones normales de funcionamiento y en condiciones críticas o de falla. Se evaluó entonces, si la respuesta generada por los sistemas está alineada con los requerimientos funcionales del SCADA, obteniendo resultados completamente satisfactorios. Los parámetros de evaluación están clasificados de la siguiente manera:

- Parámetros de comunicación.
- Parámetros de monitoreo.
- Parámetros de control.
- Históricos, alarmas y eventos.

B. Resultados

Como resultado principal de la migración del sistema SCADA, se obtuvieron estaciones de trabajo con un sistema operativo actualizado (Windows 7), además de mejores herramientas de soporte para el operador del SCADA como son: generación automática de reportes, herramientas para el manejo y administración de base de datos, alarmas y eventos.

Adicionalmente gracias a los lineamientos de diseño desarrollados en este proyecto se elaboró una guía de ingeniería que sirve como referencia para integrar nuevas agencias y sistemas al SCADA.

V. CONCLUSIONES

1. Se evidencia que el modelo referencia de diseño de un sistema SCADA planteado en el presente proyecto, sumado a los manuales desarrollados y a la capacitación realizada al personal del cuarto de control, ha contribuido a dejar sentadas las bases para realizar futuras ampliaciones del sistema SCADA del SRI.
2. En el sistema de detección de incendios, el haber añadido el tercer estado que determina falla o avería en los sensores de humo o calor, ha repercutido positivamente en los tiempos de respuesta y emisión de diagnósticos; esto debido a que, el sistema SCADA actual diferencia entre estado de falla y estado de alarma de un sensor
3. La programación de horarios de encendido y apagado automático implementada en las interfaces del sistema de iluminación controladas por PLCs, emula correctamente la funcionalidad que presenta el IED Powerlink G3, facilitando el cambio de horario o zona en tiempo real.
4. La generación automática de reportes ha contribuido a reducir los tiempos de relevo entre un turno y el siguiente. Además, el registro de datos es confiable pues la lectura ya no se realiza manualmente, descartando cualquier error humano.
5. El gestor de alarmas y eventos visible en los HMIs, situación que no presentaba el sistema SCADA antiguo, ha contribuido a que el operador reconozca con claridad el evento o la alarma. Esto debido a que el gestor presenta una serie de parámetros como: valor de la variable, set-point, descripción de la alarma, entre otros, que ayudan a que el operador pueda interactuar con el gestor y de esta manera reconocer rápidamente la alarma o el evento.
6. La frecuencia de actualización de los datos monitoreados, se debe asignar en función de las necesidades de cada sistema, sin descuidar el rendimiento del procesador y la memoria de la estación de trabajo, debido a que a medida que aumenta la frecuencia de actualización, la estación de trabajo podría ralentizarse.
7. En la estación de trabajo, la utilización de un software que convierte virtualmente la interfaz Ethernet en interfaz serial, es imprescindible en el caso de que una estación remota esté conectada a una puerta de enlace LAN Ethernet, debido a que es necesario que LabVIEW realice la adquisición de datos en el protocolo original de la estación remota, es decir, un protocolo serial.

VI. TRABAJOS FUTUROS

El SRI pretende continuar con la integración de otras Agencias tomando como referente los lineamientos de este proyecto, siendo ya incorporada la Agencia Santa Prisca. Adicionalmente si el SRI decidiese actualizar el sistema operativo a la versión actual (Windows 10), de acuerdo a especificaciones de National Instruments, no se tendrían problemas[8] y no se debería pagar por nuevas actualizaciones de LabVIEW 2014, haciendo más fácil sus futuras migraciones.

VII. REFERENCIAS

- [1] O. M. Torky, I. Elamzazuthi, N. Hazrin, H. Binti y M. Hanif, *PC based SCADA system for reverse osmosis desalination plants*, IEEE Student Conference on Research and Development, 16-19 Nov 2009.
- [2] Y. S. Subhransu Padhee, *Data Logging and Supervisory Control of Process Using Labview*, Students' Technology Symposium, Enero 2011.
- [3] M. Prabhavathy, B. Ramesh y T. Kalpalatha, *An alternative Distributed Control Using Labview*, International Conference on Computation of Power, Energy, Information and Communication, 2014.
- [4] Microsoft, *El Soporte técnico para Windows XP finaliza*, MICROSOFT, 8 Abril 2014.
- [5] R. Cruz Rentería, J. A. Zaragoza y I. A. Zúñiga, *Integrando Islas de Automatización en Manufactura a través de software*.
- [6] National Instruments, *How LabVIEW Uses I/O Servers*, 02 agosto 2016. Disponible: <http://www.ni.com/white-paper/13865/en/>.
- [7] National Instruments, *Data Logging with National Instruments Cíadel 5*, 2006.
- [8] National Instruments, *National Instruments Product Compatibility for Microsoft Windows 10*, 20 junio 2017.
- [9] L. O. Betancourt Sañla, *Diseño e Implementación de un sistema SCADA utilizando el software intouch con red de comunicación ethernet para la planta liofilizado para la compañía de elaborados de café "EL CAFE"*, 2015.
- [10] Emerson Network Power, *Technical Data Manual*, LIEBERT DELUXE SYSTEM.
- [11] AFP-400 Notifier, *Central Analógica De 2 Lazos*, California, 1997.

VIII. BIOGRAFÍAS

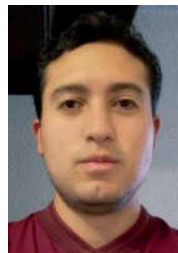
Andrés Sebastián Páez Delgado.-

Nació en la ciudad de Quito el 20 de enero de 1993. Sus estudios secundarios los realizó en la Unidad Educativa "La Salle", y continuó sus estudios superiores en la Escuela Politécnica Nacional, estudiando la carrera de ingeniería en Electrónica y Control. Actualmente desempeña actividades de mantenimiento en el área de Automatización y Control en Petroamazonas EP.



Carlos Vladimir Suasnavas

Lagos.- Nació en la ciudad de Quito en 1993. Realizó sus estudios secundarios en la Unidad Educativa "La Salle" de Conocoto, y sus estudios superiores en la Escuela Politécnica Nacional, donde estudió la carrera de ingeniería en Electrónica y Control. Actualmente se encuentra realizando una maestría en Nanotecnología en la universidad Rusa



de la Amistad de Los Pueblos.



Silvana del Pilar Gamboa

Benítez.- Ingeniera en Electrónica y Control ('04), Master en Sistemas de Control ('08) en la Escuela Politécnica Nacional de Ecuador. Ingeniera de Proyectos, PIL Automation (2008-2011). Actualmente es Doctorando en el IEE de la Universidad Nacional de

San Juan (Argentina) y es Docente de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional. Sus intereses están relacionados con sistemas de monitoreo, protección y control, SCADA, redes de comunicaciones y su aplicación en procesos industriales y sistemas eléctricos.