

Plataforma IoT para el Monitoreo y Control Remoto de Estaciones No Atendidas empleando Arduino+Gsm

IoT Platform to Monitor and Remotely Control Standalone Stations by Using Arduino+GSM

Dr.Sc. Dioen Biosca Rojas¹, Ing. José Ignacio Yera Pompa², Ing. Rainer Léster Ruiz Delgado³

Recibido: 09/2018 | Aceptado: 03/2019

PALABRAS CLAVE

IoT, Arduino
GSM, Monitoreo
Control Remoto
Programación Android

RESUMEN

Se propone una plataforma de monitoreo y control remoto, empleando la red celular GSM —*Global System for Mobile Communications*—, para estaciones no atendidas. Dentro de este tipo de estaciones pueden encontrarse las de telecomunicaciones, meteorología, pozos de extracción petrolera, entre otras, lo cual da al sistema propuesto una gran versatilidad y aplicación. Este sistema cuenta con un módulo de hardware que se instala en la estación en cuestión, que contiene el controlador de la estación basado en el hardware libre Arduino y su set de sensores y actuadores asociados, así como un módulo de expansión GSM para la comunicación con la aplicación de control. El segundo elemento es la aplicación de control en sí, desarrollada para ser instalada en dispositivos Android y facilitar de esta manera el monitoreo y control de la estación de forma no presencial desde cualquier tableta o teléfono móvil que porten los supervisores. El intercambio de información entre los terminales de administración y el módulo de control de la estación ocurre por medio del servicio de mensajes cortos o SMS propio de GSM.

KEYWORDS

IoT,
Arduino,
GSM,
Monitoring,
Remote Control
Android Programming

ABSTRACT

This research proposes a platform to monitor and remotely control by using the GSM —*Global System for Mobile Communications*— mobile network for standalone stations such those used in telecommunications, meteorology, drilling oil wells and others. This platform provides the proposed system with a great versatility and application. It has a hardware module that is installed in the targeted station, having the station controller based on the open hardware Arduino and its set of related-sensors and actuators, as well as a GSM expansion module for the communication with the control application. This paper also proposes the control application itself, as a second element, developed to be installed in Android devices and thus to enable the station remotely-operated monitoring and control from any tablet or mobile phone carried by supervisors. Information exchange between the administration devices and the station control module takes place through the short message service (SMS), common in GSM.

1 Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", Cuba. biosca@copalnet.co.cu

2 Grupo Empresarial PALCO S.A., Cuba. nashy@ccpalco.palco.cu

3 Cubavisión Internacional ICRT, Cuba. rainervedado8308@gmail.com

Introducción

Tradicionalmente el despliegue de redes de Telecomunicaciones o de otro tipo, implica la instalación de numerosos elementos de red, en ocasiones en lugares remotos o distantes, con el objetivo de brindar servicios a determinadas áreas geográficas. Como es sabido existen numerosos enclaves de este tipo que no cuentan con personal técnico permanente para la realización de actividades de monitoreo, mantenimiento, etc. Con el mismo desarrollo de las redes de transmisión de datos se ha propiciado la construcción de centros de gestión desde los que se pueden hacer estas labores de forma centralizada y remota. Por otra parte, este tipo de centros requieren que el personal supervisor este físicamente en los centros de gestión, veinticuatro horas del día, todos los días del año, vigilando la ocurrencia de eventos de diversa índole: alarmas, interrupciones de servicio, roturas, etc., frente a los terminales de gestión, labor costosa y por demás agotadora.

El presente trabajo propone una alternativa de solución ante esta problemática, que puede ser de gran interés para compañías que requieren la supervisión continua de sus instalaciones no atendidas; dentro de las que pueden citarse estaciones de control de variables meteorológicas, pozos de extracción petrolera, instalaciones de almacenamiento, las ya mencionadas estaciones de Telecomunicaciones, entre otras.

El sistema que se propone cuenta de dos partes fundamentales: un módulo de hardware, basado en hardware libre Arduino y su set de sensores y actuadores. Este último se instala en las estaciones que se desea monitorear y/o controlar de forma remota y una aplicación de control, o sea un software, que se emplea para realizar todas las acciones de monitoreo y control remoto, que se ha desarrollado para su instalación en dispositivos Android, tanto tabletas como teléfonos móviles. Esto tiene como objetivo de facilitar las acciones de control remoto, prácticamente en tiempo real, veinticuatro horas del día, todos los días del año, sin necesidad para el supervisor de permanecer físicamente en las instalaciones de un centro de gestión propiamente dicho.

La solución propuesta emplea el servicio de mensajes cortos o SMS, propio de la tecnología GSM, para establecer el intercambio de información de supervisión entre la estación remota y los terminales de administración (Mamani, 2017) (Sarabia, 2015). Por este motivo la única condición que se requiere para el

despliegue del sistema es que las estaciones remotas a supervisar se encuentren dentro de la zona de cobertura de la red de telefonía celular nacional, al igual que los terminales de administración al momento de efectuar acciones de control sobre las estaciones.

Cabe señalar que la solución propuesta entra en la clasificación de sistema IoT —*Internet of Things*— puesto que el módulo de hardware principal puede ser conectado a Internet mediante el empleo de un módulo de expansión Ethernet llamado *Ethernet Shield*, es solo debido a las actuales limitaciones de conectividad nacional y al hecho de que la conexión inalámbrica facilita su operación, que no se planteó esta variante como alternativa de conexión; todos los demás elementos propios de un sistema IoT tales como la inteligencia propia, el control de sensores y actuadores de forma remota, así como la interfaz para la interacción con humanos, están presentes.

Materiales y métodos

Arquitectura del Sistema

Como se mencionó previamente el sistema está compuesto por dos partes fundamentales: el módulo de la estación, hardware y la aplicación de monitoreo y control, software, como se aprecia en la figura a continuación (Grey, 2014) (Sarabia, 2015).

El módulo de la estación, que se instala y se despliega en la instalación que se desea monitorear, está compuesto por un controlador Arduino Mega, al que se conectan cuantos sensores y actuadores como elementos se desee controlar y/o monitorear en la estación. Poniendo como ejemplo el caso de la figura 1 en la que se representa una estación de Telecomunicaciones, los puntos de interés a monitorear pueden ser las puertas



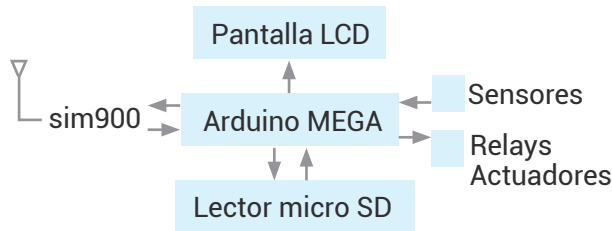
Figura 1. Arquitectura de la plataforma de monitoreo propuesta

y ventanas de acceso a la instalación, el nivel de combustible en la planta de emergencia, la temperatura y la humedad en la sala tecnológica, entre otras variables (Gray, 2014) (Kabir, 2017).

El otro elemento del sistema es el software de control, al que también se le dedica una sección más adelante, que al instalarse sobre un dispositivo móvil permite a los supervisores recibir toda una gama de informaciones pre programadas y realizar acciones de control sobre la estación desde cualquier lugar donde exista cobertura de la red celular nacional.

Diseño del Módulo de la Estación

La estructura del módulo de la estación se muestra en la figura 2 a continuación.



El núcleo principal del controlador de la estación está formado por una placa Arduino Mega 2560 R3, como la mostrada en la figura 3. Se emplea esta placa debido fundamentalmente a la mayor cantidad de pines de entrada-salida que posee para la conexión de un mayor número de sensores y actuadores en la estación.

El otro elemento principal, antes de mencionar el juego de sensores y actuadores, es el módulo de extensión SIM900 (figura 4). Este módulo es prácticamente un teléfono móvil, al mismo se le inserta una tarjeta SIM con un número telefónico propio y a partir de ahí se puede establecer comunicación vía SMS con el módulo de la estación.

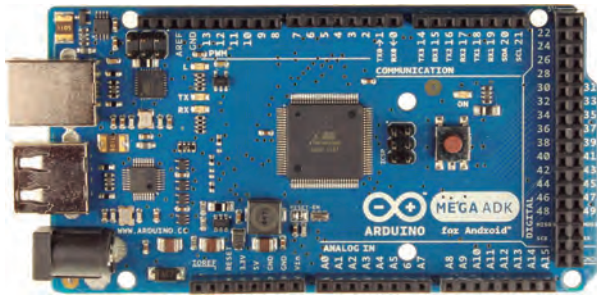


Figura 3. Placa Arduino Mega, empleada como controlador del módulo de la estación

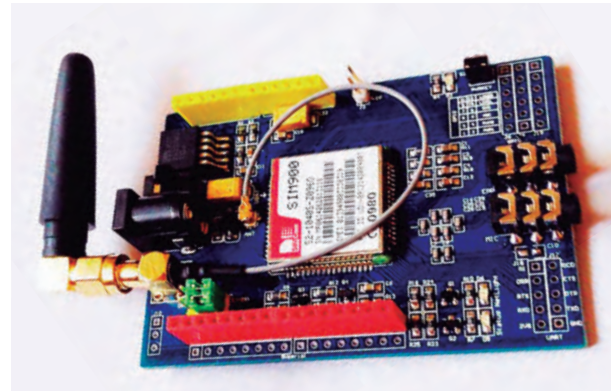


Figura 4. Módulo de extensión SIM900 para la comunicación con el módulo de la estación vía SMS

La comunicación entre el Arduino Mega y el módulo SIM900 se lleva a cabo por medio de comandos AT, con los que se pueden implementar todas las funciones básicas de comunicación que se necesitan. El estado de la comunicación entre el controlador y el módulo SIM900, así como el reporte de operaciones durante el encendido del sistema (booting) y otras acciones se pueden observar en una pantalla LCD, también compatible con Arduino, como la que se muestra en la figura 5.

A modo de demostración se armó una maqueta con un número limitado de sensores: un sensor PIR (Passive Infrared Sensor) de movimiento, el sensor de temperatura DS18B20 y un sensor de nivel de líquido, todos estos pertenecientes al set de sensores de Arduino. Los sensores empleados se muestran en la figura 6.

Para el manejo de los actuadores se empleó un módulo de expansión de cuatro relés, con los cuales se pueden manejar cargas de mayor nivel de corriente como lámparas de iluminación, accionamientos para apertura y cierre de puertas, accionamientos para motores y bombas de agua o combustible, etc. El módulo de relés empleado se muestra en la figura 7.

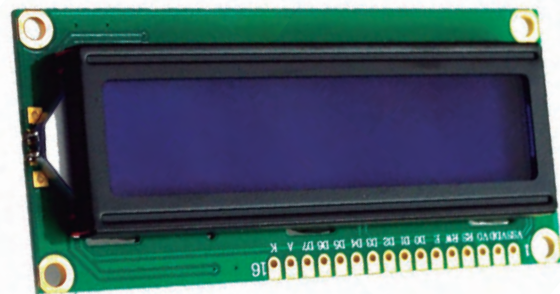


Figura 5. Pantalla LCD para el control del estado del sistema

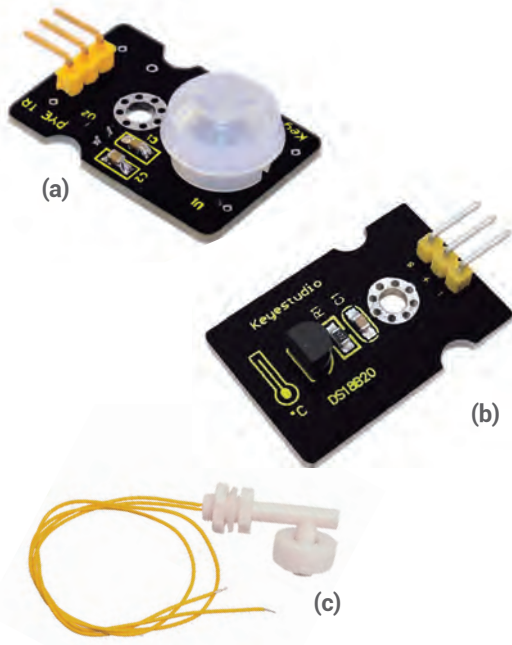


Figura 6. Sensores empleados en la maqueta de sistema propuesto. (a) Sensor PIR de movimiento. (b) Sensor de temperatura DS18B20. (c) Sensor de nivel de líquido.

El sistema también cuenta con un pequeño módulo de expansión que consiste en un lector micro SD para el almacenamiento de todos los logs del sistema con su estampa de tiempo correspondiente.

Descripción Funcional del Módulo de la Estación

El módulo de control de la estación se instala lógicamente en el sitio que se desea monitorear. Estos sitios, en dependencia de la aplicación de que se trate, pueden estar localizados en ambientes urbanos, suburbanos, rurales o incluso en locaciones remotas donde el acceso puede ser limitado o difícil.

Por este motivo el sistema incluye una serie de funciones para facilitar su administración y garantizar la seguridad en la operación del mismo como se describirá a continuación.

Despliegue del Módulo de la Estación

Para el despliegue del módulo de control de la estación es necesario instalarlo físicamente en el sitio que se va a monitorear. Este paso incluye la instalación y verificación de todos los sensores que se vayan a desplegar, por ejemplo, sensores de presencia en locales, sensores para detectar la apertura de puertas y ventanas, sensores de temperatura y humedad para el control de salas tecnológicas, etc. Debe hacerse lo

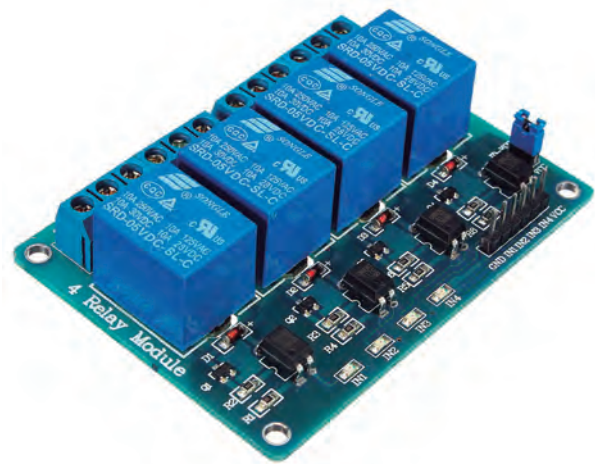


Figura 7. Módulo de extensión de cuatro relés para el manejo de cargas de mayor corriente

mismo con los actuadores, es necesario comprobar el funcionamiento del sistema para el encendido y apagado de luminarias, motores, bombas de agua o combustible, accionamientos para la apertura de puertas, etc.

Este paso requiere de la configuración de todos estos elementos en el controlador de la estación y debe hacerse *in situ* ya que depende de las particularidades del lugar en sí mismo. Cada sitio que se vaya a monitorear puede tener características diferentes y es necesario adaptar la programación del controlador a cada uno de ellos.

Registro del Terminal de Administración

Una vez terminada la configuración preliminar del controlador, en lo relativo a la cantidad y el tipo de sensores y actuadores, se procede a registrar el terminal de administración primario. Este es el dispositivo móvil del supervisor principal del sitio. Este registro se hace por motivos de seguridad, en el mismo se le declara al controlador de la estación un identificador único, que se arma a partir del código IMEI del dispositivo móvil, su número telefónico y los datos personales del supervisor, este código queda registrado en el controlador de la estación y vendrá identificando las comunicaciones que provengan del terminal de administración ya durante el funcionamiento del sistema. De esta forma se evita que pueda copiarse el software de control de la estación de un terminal a otro y se realicen acciones de supervisión por personal no autorizado. Cada vez que se inicia una comunicación entre el terminal de supervisión y el módulo de la estación, este comprueba que el

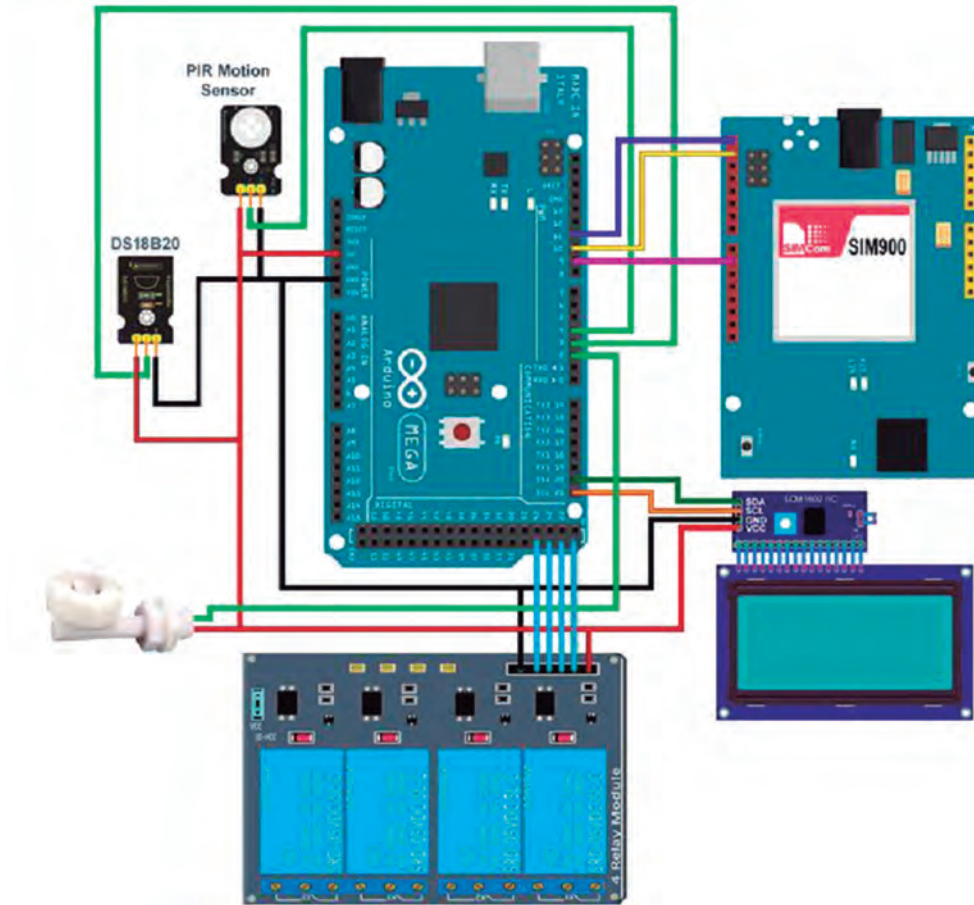


Figura 8. Esquema general de conexión del módulo de la estación para la maqueta realizada con fines demostrativos, el número de sensores y actuadores a emplear puede ser superior en función de la cantidad de elementos a controlar.

código que viene en la solicitud de inicio de sesión de supervisión coincide con el código que tiene registrado, validando así que la comunicación proviene de un terminal de supervisión autorizado.

En caso de pérdida del terminal registrado por parte del supervisor, aún la persona que lo pueda encontrar tendría que conocer el nombre de usuario y la contraseña necesarias para poder acceder a la aplicación de supervisión, con lo cual se añade seguridad adicional al sistema, esta parte se describirá en el apartado sobre el diseño de la aplicación de supervisión más adelante.

Consideraciones de Seguridad

El primer elemento de seguridad es el registro del terminal de administración primario descrito con anterioridad, adicionalmente y debido a que el módulo de la estación posee un terminal de la red móvil celular para su comunicación con los supervisores y, por tanto, puede recibir llamadas o mensajes de cualquier otro terminal, ya sean estos los terminales de supervisión u

otros; hay que preparar el hardware del controlador de la estación para discernir entre comunicaciones relacionadas con la supervisión real del sitio y otras comunicaciones no autorizadas. De hecho, debe prepararse el sistema para evitar comunicaciones mal intencionadas que intenten, a propósito, realizar acciones de control sobre la estación sin autorización.

Es por ello que el tema de la seguridad en la comunicación, mediante el empleo de la red celular pública, cobra gran importancia. Para garantizar que la información de monitoreo y control de las estaciones no viaje en texto plano por la red, todos los mensajes que se intercambian entre los terminales de supervisión y las estaciones son encriptados al ser transmitidos y descryptados en el otro extremo. Por este motivo tanto en el módulo de la estación como en la aplicación de control se implementa un algoritmo de encriptación, de esta forma toda la información que fluye desde o hacia una estación monitoreada esta encriptada y la recepción de un SMS de este tipo no aportaría

información útil alguna a un terminal no registrado y declarado en el sistema.

Por la capacidad de procesamiento y almacenamiento del Arduino Mega 2560 R3 es posible lo anterior, en pos de su comprobación, se programó y probó el algoritmo de encriptación AES-128, aunque a los efectos de la demostración en maqueta se trabajó con un algoritmo mucho más ligero de sustitución-permutación.

Consideraciones de Energía

El tema de la energía podría considerarse dentro de los temas relativos a la seguridad, ya que si falla la alimentación del sistema se perdería totalmente el control sobre esta.

En lo que respecta a la energía, particularizando en los casos de instalaciones de Telecomunicaciones, normalmente se cuenta con la alimentación de la red pública y con otra fuente de alimentación secundaria que puede ser un generador de emergencia, de modo que si falla la alimentación de la red principal se puede conmutar en poco tiempo a la planta de emergencia y durante ese proceso todo el equipamiento del sitio queda respaldado por baterías.

En cualquier caso es necesario garantizar el respaldo de la alimentación del módulo de la estación, sobre todo en instalaciones remotas, de modo que pueda permanecer en funcionamiento y reportando eventos de supervisión aun cuando el sitio quede sin energía.

Adicionalmente se puede programar el controlador para que reporte de forma automática, empleando sus propios sensores, eventos de fallos eléctricos para alertar a los supervisores y tomar acciones correctivas cuanto antes.

Protocolo de Comunicación y Estructura de los Mensajes

Para poder establecer una comunicación efectiva de forma remota a través de la red móvil entre el terminal de supervisión y el módulo de la estación, fue necesario desarrollar un protocolo de comunicación basado en mensajes de solicitud, llamados REQUEST y sus respuestas correspondientes o mensajes de tipo REPLY.

Por lo general los mensajes de tipo REQUEST son generados desde el terminal de supervisión, con los que se solicita al módulo de la estación información diversa. La estación responderá con un mensaje de tipo REPLY incluyendo la información solicitada.

En función del tipo de información o la operación de supervisión que se desee realizar el contenido del mensaje puede variar, aunque los mensajes tienen una estructura de trama bien definida como se aprecia en la figura 9.

El campo MSG_ID identifica el tipo de mensaje que se está transmitiendo, se han definido inicialmente once tipos de mensajes diferentes para el intercambio de información entre la supervisión y el controlador, aunque podrían definirse más.

Los campos DATE y TIME contienen la fecha y la hora en que se emite cada mensaje.

El campo TYPE especifica si el mensaje es de tipo REQUEST o de tipo REPLY, según sea el caso.

El campo SENDER_ID identifica el extremo que genera el mensaje, ya sea un terminal de supervisión o el controlador de la estación. Este campo es importante porque el sistema prevé la coexistencia de varias sesiones de supervisión sobre un mismo controlador y en ese caso este campo sirve al controlador para identificar con cual sesión de supervisión está asociado el mensaje en cuestión.

El campo DESTINATION_ID es el identificador del extremo al que va dirigido el mensaje. Igualmente desde un mismo terminal de supervisión pueden estar siendo controladas varias estaciones y de esta forma pueden diferenciarse las distintas instancias de supervisión en la aplicación de control.

El campo DESIGNATED_SESSION_ID es un identificador de sesión de supervisión que genera el controlador de la estación cada vez que comienza una comunicación con un terminal de supervisión. Es un elemento de seguridad añadido, ya que si el controlador recibe algún mensaje que no tiene el identificador de sesión que el mismo generó y asignó a esa sesión de supervisión simplemente descartará el mensaje.

El campo MSG_BODY es el cuerpo del mensaje la estación, previa configuración, comunique automáticamente a sus terminales de supervisión declarados, mensajes de alarma críticos o eventos de suma importancia que no deben esperar por una solicitud de información a pedido de los supervisores.

Tipos de Mensajes Establecidos

Inicialmente se han propuesto los siguientes tipos de mensajes para el intercambio de información entre la supervisión y el controlador de estación, resumidos en la Tabla I.



Figura 9. Estructura de trama para los mensajes que se intercambian entre el terminal de supervisión y el módulo de control de la estación

NO.	DESCRIPCIÓN	TIPO
01	Registro de terminal de administración	REQUEST REPLY
02	Levante automático de la estación (estado de todos los sensores)	REQUEST REPLY
03	Cambio de estado de los actuadores	REQUEST REPLY
04	Añadir administrador de estación	REQUEST REPLY
05	Mostrar administradores declarados en la estación	REQUEST REPLY
06	Suprimir administrador de estación	REQUEST REPLY
07	Mostrar sesiones de administración activas en la estación	REQUEST REPLY
08	Finalizar sesión activa de administración	REQUEST REPLY
09	Configuración del modo de trabajo de la estación	REQUEST REPLY
10	Configuración de la categoría de las alarmas	REQUEST REPLY
11	Mensaje de alarma	NOTIFY

Tabla I. Tipos de mensajes definidos

A modo de ejemplo se explicará la estructura y modo de empleo de algunos de los mensajes definidos. En el caso del mensaje 01 “Registro del Terminal de Administración”, este mensaje se utiliza para comunicarle al controlador de la estación que un terminal de supervisión desea comenzar una sesión, en este caso el terminal generaría un mensaje 01 de tipo REQUEST y al recibirlo, el controlador de la estación inicialmente chequearía que esta comunicación la está generando un terminal de supervisión autorizado y previamente registrado, luego respondería con un mensaje igualmente 01 pero de tipo REPLY, en el cual incluiría el identificador de sesión que ha generado para esa sesión y que deberá ser usado para todas las transacciones de información en esa sesión y en el cuerpo del mensaje la palabra SUCCESS, indicando el registro exitoso del

terminal de supervisión. En caso de que falle el registro, producto de que el terminal de supervisión solicitante no está correctamente declarado, el controlador simplemente descartará ese mensaje de solicitud.

Para el caso del mensaje 02 “Levante automático de la estación”, este es un mensaje que puede enviar el terminal de supervisión, una vez realizado el registro exitoso del mismo en la estación, con el objetivo de conocer el estado de todos los sensores de la estación. El terminal enviaría un mensaje 02 de tipo REQUEST, incluyendo el identificador de sesión que ha sido generado por la estación. La estación por su parte responderá con un mensaje 02 de tipo REPLY con el estado de todos sus sensores codificado adecuadamente para que toda esta información pueda ser incluida en un SMS, que como se sabe tiene limitado el número máximo de caracteres a un total de 160. Tabla II: Ejemplo de estado de sensores

Tómese como ejemplo el caso de una instalación en la que están siendo controladas doce puertas, doce ventanas, veinte luminarias, cuatro motores y doce sensores de presencia. En el caso de los sensores de tipo ON/OFF la información sobre su estado se representará con un 1 o un 0 según sea el caso y se agruparán en grupos de cuatro bits para facilitar su conversión a formato hexadecimal y de esta forma comprimir la información aún más. Por ejemplo, supóngase el siguiente estado para los sensores establecido en la Tabla II. En esta Tabla se ha incluido el valor del estado de los sensores en binario, con el significado que tiene cada valor especificado en la columna de la izquierda, y también su equivalente hexadecimal que será el valor que realmente se transmita en el mensaje de respuesta del controlador.

La estructura del mensaje 02 de respuesta del controlador al terminal supervisor para este caso

Sensores y Descripción	Valor de los sensores
12 sensores de puertas '1' – cerradas, '0' – abiertas	1000 0000 0000 HEX: 800
12 sensores de ventanas '1' – cerradas, '0' – abiertas	0100 0000 0000 HEX: 400
20 luminarias '1' – encendidas, '0' – apagadas	1111 0000 0000 0000 0001 HEX: F0001
4 motores '1' – encendidos, '0' – apagados	0000 HEX: 0
12 sensores de presencia '1' – presencia, '0' – no presencia	1000 0000 0000 HEX: 800

Tabla II. Ejemplo de estado de sensores

hipotético se muestra en la Tabla III. Notar como se usan dos tipos de separadores, el primero es el slash “/”, que se emplea para separar un campo de otro en el mensaje; el segundo es el guión “-“que se emplea ya dentro del campo MSG_BODY para separar los valores hexadecimales de los distintos grupos de sensores. Estos separadores los emplea el software para separar los valores en el procesamiento de la cadena de caracteres que viene en el mensaje SMS, una vez descryptada.

La estructura del campo MSG_BODY implica que la información del estado de los sensores sigue un orden establecido, en este caso se ha incluido inicialmente el estado de los sensores de las doce puertas ‘800’, seguido del estado de las doce ventanas ‘400’,

Estructura genérica de los mensajes	
MSG_ID / FECHA / HORA / TYPE / SENDER_ID / DESTINATION_ID / DESIGNATED_SESSION_ID / MSG_BODY	
Ejemplo de mensaje 02	
MSG_ID =	02 /
FECHA=	17-05-2016 /
HORA=	20:58:03 /
TYPE=	RP /
SENDER_ID=	HLG-LOMA_CRUZ /
DESTINATION_ID=	MASTER-01 /
SESSION_ID=	949672 /
MSG_BODY =	800-400-F0001-0-800

Tabla III. Ejemplo de mensaje 02 tipo REPLY con el estado de todos los sensores según ejemplo

luego el estado de las luminarias ‘F0001’, los motores ‘0’ y por último el estado de los doce sensores de presencia ‘800’, esto implica que ambos extremos deben conocer este orden preestablecido y generar y leer la información en consecuencia para que no pierda sentido.

Opciones de Administración y Modos de Trabajo

El sistema está previsto para realizar varias operaciones de supervisión, control y administración, todas ellas realizadas de forma remota desde un terminal de supervisión previamente declarado en el controlador del módulo de la estación y empleando los mensajes previamente definidos.

Dentro de estas opciones están las siguientes:

- Registro de un terminal de supervisión adicional, desde el terminal de administración primario, para incrementar el número de supervisores de una estación dada.
- Listado de sesiones de supervisión activas
- Finalización de sesiones activas, esta operación solo puede hacerla el administrador primario.
- Lectura del estado de todos los sensores de la estación
- Seteo de los actuadores de la estación
- Encuesta de la categoría de las alarmas configuradas en la estación
- Seteo de la categoría de las alarmas configuradas en la estación
- Seteo del modo de trabajo del controlador de la estación.

Algunas de las operaciones de control o supervisión son auto explicativas y no requieren comentarios adicionales. En el caso de la finalización de sesiones de supervisión activas en la estación, se incorporó esta funcionalidad con el objetivo de que el administrador primario pueda suprimir sesiones de supervisión que por inexperiencia de algún supervisor o cualquier problema que pudiera darse hayan quedado activas en la estación. El seteo de la categoría de las alarmas permite configurar que el controlador de la estación emita mensajes de alarma, de tipo NOTIFY ante la ocurrencia de cambios en algunos de los sensores del sistema, como por ejemplo si se detecta presencia en determinados locales, o si se detecta que el nivel de combustible en el tanque de la planta de emergencia ha llegado a su valor mínimo. Estos mensajes se pueden generar de forma automática por parte de la estación sin necesidad de que un supervisor realice una encuesta de los mismos, esto está estrechamente relacio-

nado con los modos de trabajo que se pueden programar para la estación que se detallan a continuación.

Modos de Trabajo del Controlador

El controlador de la estación puede ser programado en distintos modos de trabajo. De estos, se han definido cuatro, los cuales se especifican en la Tabla IV.

Modo	DESCRIPCIÓN
RPA	REPORTING_ALL
NRP	NO_REPORTING
RPO	REPORTING_ONLY
RPC	REPORTING_CRITICAL

Tabla IV. Modos de trabajo preestablecidos

El modo de trabajo RPA o de reporte total, se emplea cuando se desea que la estación reporte todo tipo de sucesos, o sea, que cualquier cambio en el estado de sus sensores sea reportado de inmediato. El modo de trabajo NRP o de no reporte, significa que la estación no reportará ningún evento y que la única forma de notar un cambio en la instalación es mediante la solicitud expresa de un supervisor iniciando una sesión de supervisión y realizando una encuesta.

Los modos de trabajo RPO y RPC se emplean para configurar el controlador del sistema para que reporte solo cierto tipo de eventos, en el caso de RPO, o que reporte solo los eventos considerados como críticos, en el caso de RPC. La categoría de los eventos o alarmas se configuran previamente mediante una sesión de administración y luego se puede dejar seteado el modo de trabajo que se desee en la estación.

Registro de la Información

Todos los eventos que ocurren en el controlador de la estación, ya sean cambios en los estados de los sensores, indicaciones recibidas para modificar el estado de los actuadores, intentos de conexión para el inicio de sesiones de supervisión, etc., quedan registrados y son almacenados en el módulo de la estación por seguridad. Cada cierto tiempo puede visitarse la instalación y descargar el contenido de la memoria SD del sistema para realizar auditorías o los chequeos de seguridad que se requieran.

Diseño de la Aplicación de Control Remoto

La aplicación de monitoreo y control remoto se desarrolló en Java, empleando el framework de de-

sarrollo Eclipse, con el objetivo de ser empleada en dispositivos Android, para que pueda ser portada por un supervisor, a donde quiera que vaya, sin necesidad de estar atado a un centro de gestión en horarios fuera de la jornada laboral habitual.

La primera pantalla que muestra la aplicación, una vez instalada por primera vez en el terminal, es la mostrada en la figura 10. En la misma el supervisor deberá crear su cuenta ingresando un nombre de usuario, una contraseña y su confirmación. Una vez que se produzca este registro inicial ya no será necesario volver a hacerlo más ni el sistema dará la posibilidad de crear otra cuenta, por motivos de seguridad. La próxima vez que se inicie la aplicación esta pedirá el nombre de usuario y la contraseña registrados y si no coinciden no podrá usarse la aplicación.

Una vez registrado el usuario pasa a la consola de la aplicación que se muestra en la figura 11, desde donde puede acceder a varias opciones. La primera vez es necesario añadir una primera estación, lo que se hace con la opción “Añadir Estación”. Al seleccionar esta opción simplemente se ingresa un nombre de estación y su número telefónico correspondiente, como muestra la figura 12.

Después que se tienen estaciones registradas en la aplicación ya pueden gestionarse. Para ello se emplea la opción “Gestionar Estación”. Al seleccionar esta opción el sistema lleva al usuario primeramente a una pantalla desde donde puede seleccionar

Figura 10. Pantalla inicial de la aplicación de monitoreo y control remoto



Figura 11. Consola de la aplicación de monitoreo y control remoto

la estación con la que se desea conectar y, previo establecimiento exitoso de la sesión de supervisión, le permite entonces al usuario pasar a otra pantalla desde donde puede realizar las acciones de administración sobre la estación seleccionada. Estos dos momentos se pueden apreciar en la figura 13.

La figura 14 muestra la ventana que se obtiene al acceder a la opción de las sesiones activas. En realidad se muestra el estado del intercambio de información con todas las estaciones registradas; pueden existir sesiones activas, que se señalizan con un ícono verde en forma de cabeza de flecha, estaciones desconectadas en rojo y sesiones con estaciones que pueden encontrarse reportando eventos preestablecidos que se representan con cabezas de flecha horizontales de color azul.

En la figura 15 se muestra la ventana para la gestión de usuarios en una estación dada. Primero que todo debe seleccionarse la estación en cuestión, luego se pueden añadir, borrar o editar los usuarios registrados en dicha estación, siempre que el usuario que realice estas operaciones sea el MASTER ADMIN declarado en la misma.

La opción de “Cerrar Sesiones” en la figura 11, permite cerrar todas las sesiones activas que se tengan de una sola vez, esta opción se implementó con el objetivo de facilitar la desconexión múltiple de varias



Figuras 12 y 13. Pantallas para añadir una nueva estación a la aplicación de monitoreo



Figura 14. Ventana que muestra las sesiones con cada estación registrada y su estado

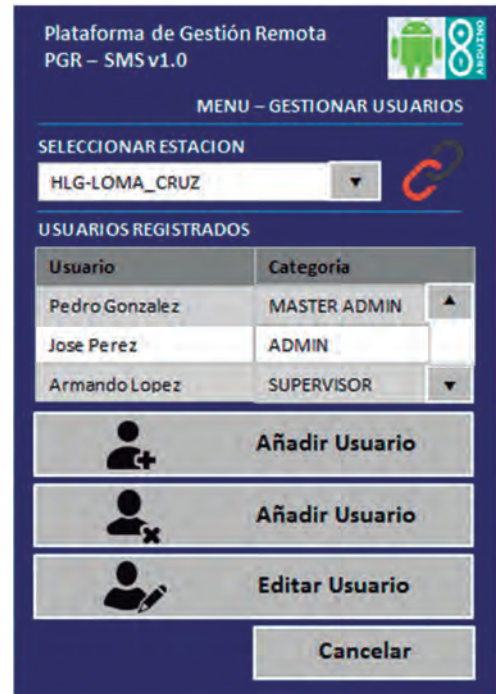


Figura 15. Ventana para la gestión de usuarios en una estación seleccionada

sesiones de supervisión que pudieran estar activas de forma rápida, antes de salir de la aplicación.

CONCLUSIONES

El presente trabajo propone una plataforma de gestión alternativa original, basada en el envío de mensajes SMS y hardware libre, que permite el monitoreo y control de estaciones de diversa índole mediante el empleo de una aplicación Android, portátil, que puede ser instalada en dispositivos móviles con conexión a la red móvil celular nacional. La misma ofrece ventajas ya que permite a los supervisores el control de las instalaciones registradas, prácticamente en tiempo real, y durante todo el tiempo,

sin necesidad de permanecer en un centro de gestión en horarios que pueden exceder el de la jornada laboral.

El sistema presentado puede ser desplegado con relativamente pocos recursos y puede resultar de gran interés para instituciones con la necesidad de monitorear instalaciones diseminadas por el territorio nacional; siempre que exista cobertura de la red celular el sistema puede ser desplegado. Dentro de las instalaciones que podrían ser monitoreadas con la plataforma propuesta pueden incluirse las de telecomunicaciones, las meteorológicas, de control ambiental, las de extracción de petróleo u otras ya que el sistema puede adaptarse a una gran variedad de escenarios de despliegue.

Referencias

- Grey, C. (2014). *Control your Arduino by SMS via GPS/GPRS/GSM Module V3.0*. Obtenido de DFROBOT: <https://www.dfrobot.com/forum/viewtopic.php?p=552>
- Kabir, M. H. (2017). *SMS Controlled Wireless Irrigation System*. Obtenido de Instructables Circuits: <https://www.instructables.com/id/SMS-controlled-Wireless-Irrigation-System/>
- Mamani Apaza, E. (2017). *CONTROL Y MONITOREO MEDIANTE MENSAJES SMS*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/1rhxnb-iofrb/control-y-monitoreo-mediante-mensajes-sms/>
- Sarabia Vásquez, Salvador (2015). *Diseño de Sistema de Monitoreo para Casa* (Tesis de Pregrado). UNAM, México.