

HuCO - Sistema Inteligente para la Detección de Humo y Monóxido de Carbono.

Gustavo Cespedes
*Universidad Nacional
de la Matanza*
*Departamento de Ingeniería e
Investigaciones Tecnológicas.*
*Carrera: Ingeniería en
Informática*
Cátedra: Proyecto
Fin de Carrera
gustavo.cespedes@gmail.com

Jorge Cucut
*Universidad Nacional
de la Matanza*
*Departamento de Ingeniería e
Investigaciones Tecnológicas.*
*Carrera: Ingeniería en
Informática*
Cátedra: Proyecto
Fin de Carrera
jcucut@gmail.com

Federico H. Zeballos Olivares
*Universidad Nacional
de la Matanza*
*Departamento de Ingeniería e
Investigaciones Tecnológicas.*
*Carrera: Ingeniería en
Informática*
Cátedra: Proyecto
Fin de Carrera
zeballos.federico@gmail.com

Resumen

Este documento explicará el proceso de diseño y construcción de un sistema para la detección de humo y monóxido de carbono[1]. El sistema se encuentra distribuido en un modulo central, un web service y una aplicación móvil.

El módulo central se encargará de tomar las mediciones de los niveles de humo y monóxido de carbono en el ambiente donde se encuentre instalado y realizará un análisis de dichas mediciones, en caso que detecte niveles elevados de humo o monóxido de carbono enviará una señal, por bluetooth, a un dispositivo de ventilación para que introduzca aire fresco al ambiente. Además alertará, por SMS, de la situación a todos los números de teléfonos que tenga registrados.

El web service almacenará todos los eventos y mediciones que el módulo central envíe, como así también la información de configuración del sistema.

La aplicación móvil, permitirá conocer el estado del sistema, las mediciones obtenidas y los eventos registrados, además se podrán configurar la duración de las alarmas y los números de teléfonos de emergencia.

Palabras Clave

arduino, monóxido de carbono, humo, bluetooth, GSM, Web Service, aplicación móvil

Introducción

El módulo central está compuesto por una placa Arduino Uno¹, al cual se conectan un sensor de humo y un sensor de monóxido de carbono, estos sensores se encargan de monitorear la cantidad de gases venenosos en el ambiente donde se encuentra instalado este módulo. Para establecer la comunicación con las otras piezas del sistema, a la placa Arduino se conectan un módulo wifi, un módulo bluetooth y un modulo para enviar mensajes de texto utilizando la red de telefonía móvil 2G. Este módulo posee una batería de respaldo para seguir funcionando aún cuando falle el suministro eléctrico de la red de baja tensión donde se encuentra conectado. A la placa Arduino de este módulo, también se conecta una alarma lumínica y otra alarma sonora, que se activarán en caso de detectarse algún evento peligroso para la vida de las personas que habitan el ambiente.

El dispositivo de ventilación se compone de una placa Arduino Nano², al cual se conecta un modulo bluetooth y un módulo wifi para comunicarse con el módulo central, posee además un teleruptor biestable para para encender y apagar el ventilador en caso de recibir la señal correspondiente. Este módulo, se conecta directamente a la red eléctrica de bajo voltaje donde se encuentre instalado.

El web service, se encuentra desarrollado en lenguaje java y alojado en un servidor desde donde puede ser accedido fácilmente por el modulo central y la aplicación móvil, en él se llevará un registro de todas las mediciones que realiza el modulo central y los eventos que alerta. Además de las mediciones y eventos, contiene la configuración del módulo central y el estado del sistema en

¹ Arduino UNO es una placa de microcontroladores de código abierto desarrollada por Arduino.cc. Utilizada para prototipado de sistemas embebidos

² Arduino Nano, este hardware esta basado en el mismo microcontrolador del Arduino pero en su versión SMD que reduce el tamaño considerablemente, es ideal para trabajos compactos

tiempo real. En la Figura 1, se puede observar un diagrama del sistema encarado.

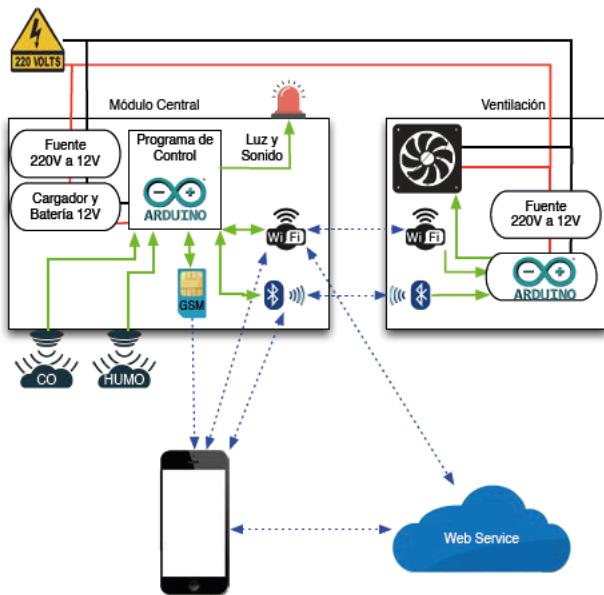


Figura 1- Diagrama del sistema

La aplicación móvil se dividirá en tres secciones principales que se representarán mediante pestañas dentro de la aplicación, la primera sección se denomina sistema y dentro de ella podremos ver el estado de los distintos componentes que integran el sistema. La segunda sección, se denomina mediciones, y dentro de esta pestaña podremos acceder a las mediciones en tiempo real de los sensores, los eventos que fueron detectados por el sistema, un gráfico que representa la concentración de humo y monóxido en el ambiente instalado y también brinda la posibilidad de borrar el historial de mediciones realizadas. Por último, la tercera sección, nos permite establecer los teléfonos para recibir las alertas emitidas por el sistema, la duración de las alarmas y reestablecer los ajustes de fábrica para el sistema instalado.

Microcontrolador

Para el programa de control en el módulo central se optó por una placa Arduino UNO, como la que se muestra en la Figura 2, ya que es una plataforma electrónica abierta, útil para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. La placa contiene un microcontrolador ATmega328P que brinda la capacidad de procesamiento suficiente para realizar todas las tareas necesarias que ambos módulos requieran. El lenguaje Arduino (basado en Wiring) está implementado en C / C ++.



Figura 2 - Placa arduino UNO rev 3

Sensores

Este equipamiento utiliza sensores de gases MQ, estos sensores de gases pertenecen a una familia de dispositivos diseñados para detectar la presencia de distintos componentes químicos en el aire. Existe una gran variedad de sensores MQ y cada modelo está diseñado para detectar una o más sustancias, pensadas para un uso específico. Estos sensores son electroquímicos y varían su resistencia cuando se exponen a determinados gases, internamente poseen un calentador encargado de aumentar la temperatura interna y con esto el sensor aumenta su sensibilidad para reaccionar con los gases provocando un cambio en el valor de la resistencia. El calentador, dependiendo del modelo, puede necesitar un voltaje entre 5 y 2 voltios, el sensor se comporta como una resistencia y necesita una resistencia de carga para cerrar el circuito, con esto forma un divisor de tensión y así se puede leer su valor desde el microcontrolador al que se encuentra conectado.

Debido al calentador es necesario esperar un tiempo de calentamiento para que la salida sea estable, dicho tiempo dependiendo del modelo puede ser entre 12 y 48 horas.

El sistema está equipado con un sensor de humo y otro sensor de monóxido de carbono para tomar las mediciones de gases en el ambiente. Ambos sensores son de vital importancia para el funcionamiento de todo el sistema, por lo tanto el tiempo de procesamiento del microprocesador asignado a la consulta de cada sensor y obtener la medición respectiva, tendrá la misma prioridad cada uno.

a Sensor de Humo

Para medir la cantidad de humo en el ambiente se utiliza el sensor MQ2, perteneciente a la familia de sensores MQ descritos anteriormente. En la Figura 3, se puede apreciar el modelo de sensor utilizado.



Figura 3 - Sensor MQ2

Este sensor utiliza una alimentación de 5V de corriente continua, funciona correctamente entre -10 y 50 grados centígrados, consume menos de 750 mW, posee alta sensibilidad y su tiempo de respuesta es rápido. Detecta concentraciones de humo de 300 a 10.000 partes por millón³.

La hoja de datos del sensor MQ2[2] detalla sus especificaciones técnicas, especialmente la tensión de alimentación del calentador, el tiempo de calentamiento, y la curva de sensibilidad del sensor.

Este sensor posee dos tipos de salidas diferentes, una salida analógica y una salida digital. Si utilizamos la salida digital, nos provee una señal de indicación que se ha sobrepasado un umbral prefijado por medio del potenciómetro incluido en el módulo. Por el contrario, si utilizamos la salida analógica, obtendremos la cantidad (en partes por millón) de humo en el ambiente. Para utilizarlo de este modo se hace necesario un proceso de calibración. El propósito final de tal proceso de calibración es la obtención del valor de R_0 , el cual es el valor de la resistencia del elemento sensor.

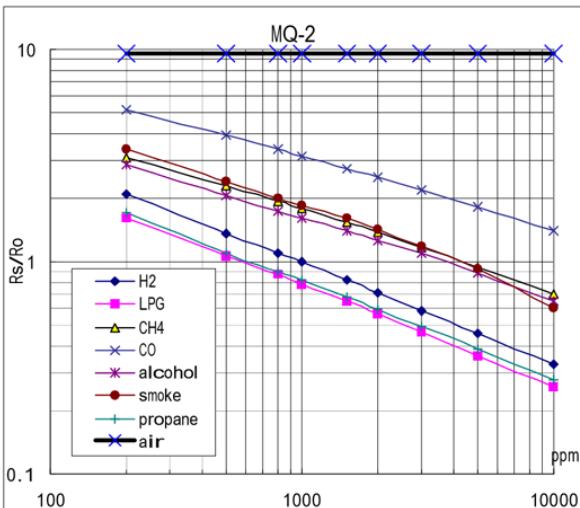


Figura 4 - Concentración de gases detectados por MQ2

En la Figura 4 podemos observar las gráficas que permiten obtener la concentración del humo a partir de la

relación entre la resistencia del sensor R_0 y la resistencia medida R_s . También es necesario conocer la resistencia R_i empleada en el módulo para realizar la lectura del sensor MQ2. Estas gráficas se disponen en escala logarítmica para ambos ejes y, en general, son aproximadamente rectas bajo estas escalas, por lo que la concentración resultará de la siguiente ecuación $\text{Concentración} = 10^{(A \cdot \log(\frac{R_s}{R}) + B)}$.

Para determinar la concentración necesitaremos la recta que la aproxima, para lo cuál debemos tomar dos puntos cuales quiera de las gráficas $P_0 = \{X_0, Y_0\}$ y $P_1 = \{X_1, Y_1\}$, resultando la ecuación de la recta $y = A \cdot x + B$, siendo $A = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$ y $B = y_0 - A \cdot x_0$, con esos datos se ejecuta el programa de calibración, que realizando diferentes mediciones, nos da la concentración de humo en partes por millón del sensor, una vez que conseguimos el valor deseado, solo queda por leer el valor de R_0 para utilizarlo en nuestro circuito.

Para el conexionado eléctrico del módulo MQ2 utilizamos una fuente regulada a 5v independiente, ya que el sensor MQ2 necesita una corriente aproximada de 150mA. La Figura 5, muestra el conexionado completo de este sensor y el microcontrolador.

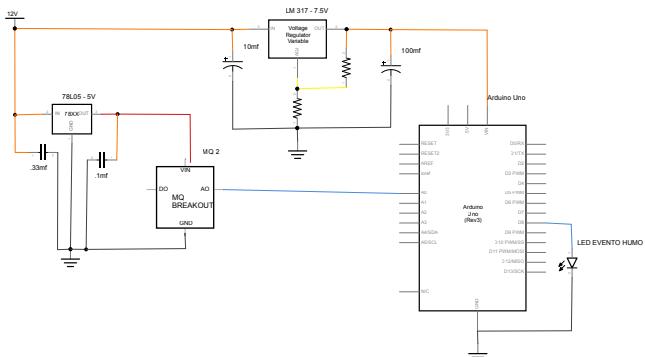


Figura 5 - Conexionado sensor MQ2

b Sensor de monóxido de carbono

Para medir el monóxido de carbono en el ambiente se utiliza el sensor MQ7, perteneciente a la familia de sensores MQ descriptos anteriormente. En la Figura 3, se puede apreciar el modelo de sensor utilizado.



Figura 6 - Sensor MQ7

³ Partes por millón (ppm) Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia que hay por cada millón de unidades del conjunto

Este sensor es ideal para detectar concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el aire, debido a su facilidad para implementarlo con el microcontrolador.

El módulo posee una salida analógica que proviene del divisor de voltaje que forma el sensor y una resistencia de carga. También tiene una salida digital que se calibra con un potenciómetro, esta salida tiene un led.

Según su hoja de datos [3], este sensor cuenta con las siguientes características:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Temperatura de funcionamiento: -10 a 50 °C
- Voltaje de Calentamiento: 5V (alto) y 1.4V (bajo)
- detecta concentraciones en el rango de 20 a 10.000 partes por millón.
- Resistencia de calentamiento: 33 Ohm
- Tiempo de Calentamiento: 60s (alto) 90s (bajo)
- Consumo de Resistencia: aprox. 350mW

El sensor puede ser usado de dos formas distintas, dependiendo la salida que se use, sea la salida analógica o la salida digital. Si utilizamos la salida digital, nos proveerá una señal de indicación de que se ha sobrepasado un umbral prefijado por medio del potenciómetro incluido en el módulo.

Por el contrario, si utilizamos la salida analógica, obtendremos la cantidad (en partes por millón) de monóxido de carbono en el ambiente. Para utilizarlo de este modo se hace necesario un proceso de calibración. El propósito final de tal proceso de calibración es la obtención del valor de R_0 , el cual es el valor de la resistencia del elemento sensor.

En la Figura 7 podemos observar las gráficas que permiten obtener la concentración del monóxido de carbono a partir de la relación entre la resistencia del sensor R_0 y la resistencia medida R_s . Las gráficas se disponen en escala logarítmica para ambos ejes y, en general, son aproximadamente rectas bajo estas escalas, por lo que la concentración resultará de la siguiente ecuación

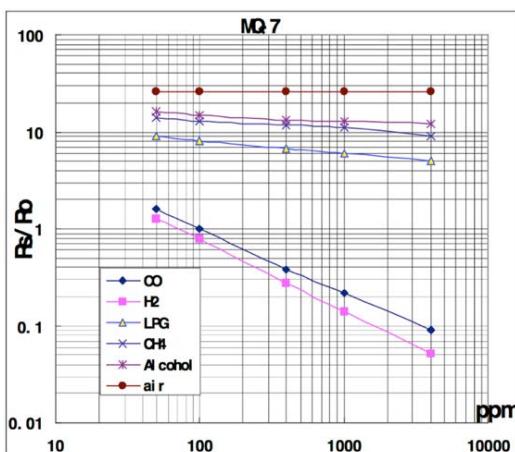
$$\text{Concentración} = 10^{(A \cdot \log(\frac{R_s}{R_0}) + B)}$$


Figura 7- Concentración de gases detectados por MQ7

Para determinar la concentración necesitaremos la recta que la aproxima, para lo cuál debemos tomar dos puntos cuales quiera de las gráficas $P_0 = \{X_0, Y_0\}$ y $P_1 = \{X_1, Y_1\}$, resultando la ecuación de la recta $y = A \cdot x + B$, siendo $A = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}$ y $B = y_0 - A \cdot x_0$. Con esos datos se ejecuta el programa de calibración, que realizando diferentes mediciones, nos da la concentración de monóxido de carbono en partes por millón del sensor, una vez que conseguimos el valor deseado, solo queda por leer el valor de R_0 para utilizarlo en nuestro circuito.

El MQ7 requiere un voltaje del calentador que varía entre 5v durante 60 segundos y 1.4v los 90 segundos posteriores, consumiendo aproximadamente 150mA a 5v lo cual excede la capacidad de potencia del microcontrolador Arduino Uno, por lo tanto se utilizó el regulador de voltaje ajustable KA278RA05C para resolver este inconveniente.

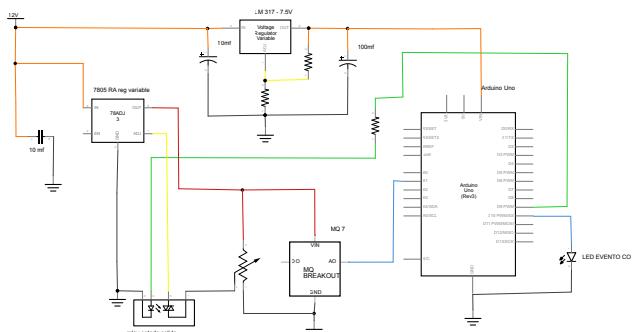


Figura 8 - Conexionado sensor MQ7

El voltaje predeterminado del KA278RA05C con Vadj (pin 4) desconectado es 5v, esto nos proporciona el voltaje necesario para el ciclo con más voltaje que utiliza el calentador del sensor. Para regular el voltaje a 1.4v y que el sensor pueda ser utilizado, se usó un potenciómetro de 50k para tal fin. Usamos un relé óptico de estado sólido modelo LH1546 para encender el voltaje ajustable del potenciómetro y así obtener el voltaje del ciclo bajo del calentador del sensor. El pin 9 del Arduino Uno acciona el relé óptico de estado sólido y, cuando es alto, enciende el relé y ajusta el voltaje del regulador a 1.4v. Cuando este pin está bajo, apaga el relé y hace que el regulador regrese a 5v. El pin analógico 1 en el Arduino Uno se usa para detectar el nivel de voltaje del MQ7 que sirve para medir la concentración de CO (monóxido de carbono) en el aire. En la Figura 8 , se puede observar el conexionado de este sensor.

Comunicación

La comunicación del sistema se realiza por medio de un módulo bluetooth para la activación del módulo de ventilación y la configuración del sistema, utiliza para tal efecto el módulo bluetooth AT-09 Clase 4.0 LE o de baja

energía. Que tiene un alcance de 10mts y es configurable mediante comandos AT.

El módulo se conecta al microcontrolador Arduino Uno, por medio de una conexión serial, se utilizan para tal fin las salidas digitales 2 y 3 y la biblioteca serial para configurar las salidas digitales como un segundo puerto serial. En la Figura 9 se puede apreciar el modulo bluetooth utilizado.

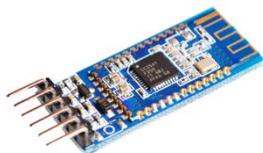


Figura 9 - Modulo bluetooth AT-09 clase 4.0 LE

Además del modulo bluetooth, el modulo central cuenta con un chip que ofrece una solución de red Wifi completa y autónoma. Se trata del modulo ESP8266, tiene potentes capacidades de procesamiento y almacenamiento integradas que le permiten integrarse con los sensores y otros dispositivos. El modulo utiliza el estándar 802.11 que incluye las mejoras que aumentan el rendimiento y el alcance inalámbrico, así como la disponibilidad de nuevas frecuencias. Posee pila de protocolo TCP / IP integrado y la CPU integrada de baja potencia de 32 bits que también podría usarse como procesador de aplicaciones, entre otras características.

El modulo se conecta a la placa Arduino Uno, por medio de una conexión serial, se utiliza las salidas digitales 4 y 5 y la biblioteca serial para configurar las salidas digitales como un tercer puerto serial. La Figura 10, muestra el procesador ESP8266.



Figura 10 - Módulo ESP8266

Para completar el espectro de comunicaciones necesarias para este sistema, el sistema cuenta con un modulo GSM, basado en el chip 2G Sim800L encargado de enviar los mensajes de texto cuando se produce algún evento. Proporciona conectividad GSM/GPRS a nuestro proyecto de una forma muy sencilla.

La placa esta basada en el módulo GSM SIM800L de la firma SIMCOM. Este módulo proporciona una completa solución GSM/GPRS cuatribanda 850 / 900 / 1800 / 1900 MHz con cobertura mundial. El modulo se configura y controla a través de una conexión serial (UART) y empleando comandos AT.

El modulo se conecta a la placa Arduino Uno, por medio de una conexión serial, y utiliza las conexiones estándar de la placa arduino Tx y Rx. En la Figura 11, se puede apreciar el módulo Sim800L.

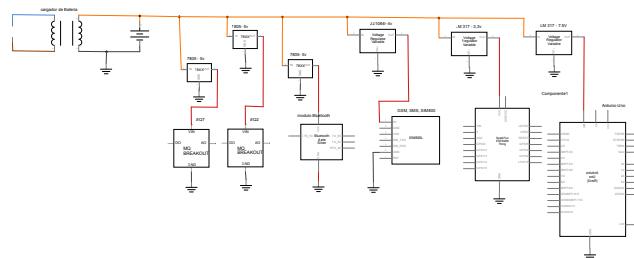


Figura 11 - Módulo sim800L

Alimentación

La alimentación del módulo central está dada por una batería de 12 volt 7 Ah, que se utilizará junto con un cargador de batería estándar, manteniendo así la batería cargada y ,ante un corte de suministro eléctrico, el equipo pueda seguir funcionando sin inconvenientes.

Dentro del módulo central, se dispone una serie de reguladores que se encargan de adecuar los 12 volt a las diferentes tensiones que utilizan los módulos. En la Figura 12, se muestra las conexiones de la alimentación, los distintos reguladores de voltaje con los respectivos componentes y el microcontrolador.



placa Arduino Nano que decodifica la transmisión y se encarga de manejar el inyector de aire.

Una vez recibida la orden de encender la ventilación, el módulo enciende el equipo y aguarda la orden de apagar. Cuando recibe la orden de apagar, cuenta 5 minutos y desconecta la ventilación de esta forma inyecta aire fresco al ambiente con el objeto de reducir la concentración de monóxido o humo en el lugar monitoreado.

Para el funcionamiento del inyector se utiliza un módulo de relay para poder manejar tensiones de 220v aisladamente del circuito del módulo.

La alimentación del módulo está dada por una fuente transformador de 220Vac a 12Vcc regulada interiamente para adaptar las tensiones a las placas arduino. En la Figura 13, se observan los componentes y las conexiones realizadas.

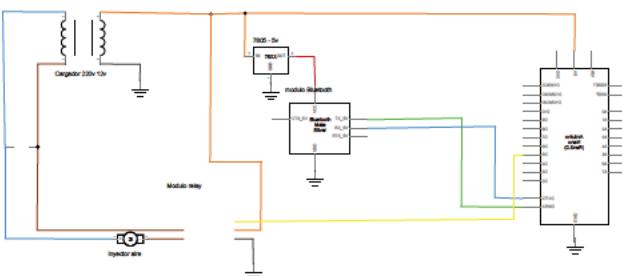


Figura 13 - Conexión módulo ventilación

Software

El software es el responsable de controlar todos los aspectos del sistema. El sistema está compuesto por tres piezas de software que interactúan entre ellas, estos son: el sistema arduino, el web service, y la aplicación móvil. En el diagrama de despliegue que se muestra en la Figura 14, se puede observar la integración de las distintas piezas del sistema.

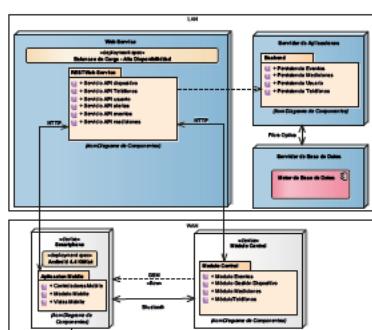


Figura 14 - Diagrama de despliegue

⁴ API conjunto de reglas (código) y especificaciones que las aplicaciones pueden seguir para comunicarse entre ellas.

a Sistema Arduino

El Sistema Arduino es el encargado del control del detector y del ventilador, está compuesto por una serie de módulos que se procederá a describir a continuación. El núcleo del sistema es el módulo gestión dispositivo, el mismo se encarga de controlar el estado y correcto funcionamiento de todos los componentes hardware que integran el módulo central, establecer la comunicación con el módulo de ventilación y comunicarse con el web service y la aplicación móvil enlazada a dicho módulo. El módulo mediciones se encarga de tomar las mediciones de los sensores. El módulo eventos, se encarga de analizar el conjunto de mediciones y determinar si se produce un evento y la gravedad del mismo. Finalmente, el módulo teléfonos permite gestionar los números telefónicos almacenadas, como también envía las alertas por mensaje de texto. Se puede observar en la Figura 15, el diagrama de componentes del módulo central.

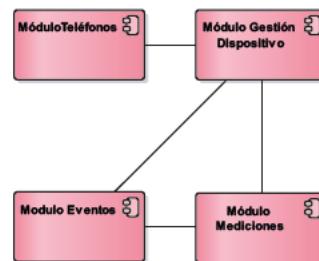


Figura 15- Diagrama de componentes módulo central

b Web Service

El Web service posee una arquitectura orientada a servicios, que posee características de extensibilidad e independencia, sin los cuales no se podría llevar adelante el trabajo encomendado. El web service recibe los datos enviados por el módulo central mediante llamadas a la API Restfull que provee, y posteriormente almacena dichos datos en una base de datos PostgreSQL. Se eligió este motor de base de datos debido a que es libre y de código abierto.

Tanto las llamadas a la API⁴ que provee como las respuestas de la misma se realiza en formato JSON⁵, esto permite que puedan integrarse fácilmente con otros dispositivos y ampliar la diversidad de clientes que la utilicen, tales como navegadores web y aplicación móviles de distintas plataformas. En la Figura 16, se muestra la situación planteada anteriormente.

⁵ JSON JavaScript Object Notation - Notación de Objetos de JavaScript, es un formato ligero de intercambio de datos.

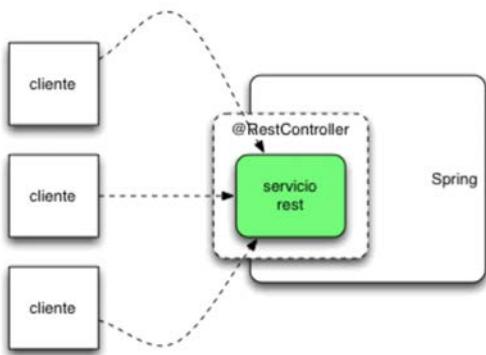


Figura 16 – Web service restfull

c Aplicación Móvil

La aplicación móvil fue desarrollada en el framework Ionic⁶, integrado con Angular, este framework provee un conjunto de herramientas de código abierto para crear aplicaciones móviles y de escritorio de alta calidad y de alto rendimiento utilizando tecnologías web (HTML, CSS y JavaScript). Luego utilizamos el framework Cordova, para hacer que nuestra aplicación sea completamente nativa para la plataforma Android.

Para desarrollar la aplicación móvil, se utilizó el patrón MVC, por lo que se encuentra dividida en una capa de datos, una capa de vista que incluye el conjunto de interfaces que define cada una de las pantallas, y la capa de control donde se incluyen los módulos encargados de cada una de las funcionalidades.

Las funcionalidades de la aplicación móvil se dividen en tres secciones principales a saber: sistema, mediciones y ajustes. La pestaña sistema nos otorga información del estado del sistema en tiempo real, desde esta pestaña se puede verificar el funcionamiento de la señal luminosa, la señal auditiva, encender y apagar el ventilador. Además se puede verificar el estado de las conexiones habilitadas, como así también, el estado de los sensores instalados en el módulo central. Por último el usuario puede conocer el estado de la batería instalada y el numero de teléfono celular que posee el equipo para enviar alertas mediante mensajes SMS.

Dentro del apartado destinado a mediciones, el usuario puede acceder a las mediciones en tiempo real que realizan los sensores, además puede acceder a un gráfico que permite ver la concentración de gases durante las ultimas 8 horas en el ambiente donde se encuentra instalado el sistema. También puede conocer el historial de eventos que el sistema detectó y por último se pueden borrar los datos recolectados.

En la pestaña de ajustes, el usuario puede gestionar los números de teléfonos a los cuales se enviarán los mensajes de textos con las alertas cuando se detecte un evento. El

⁶ Ionic Framework es un framework gratuito y de código abierto utilizado para desarrollar aplicaciones híbridas

usuario puede establecer el tiempo de duración para la señal luminosa, como así también para la señal auditiva. Por ultimo, también puede reestablecer los ajustes de fabrica para el dispositivo instalado.

Trabajos Relacionados

Una faceta que este equipo desconocía, sobre la problemática de la intoxicación con monóxido de carbono, es la severidad de las secuelas que deja una vez que la persona es afectada y, en el peor de los casos, provoca el fallecimiento de la misma. El Ministerio de Salud de la Republica Argentina hizo un relevamiento y detectó que por año que se producen 200 muertes y 1800 intoxicaciones por la inhalación de monóxido de carbono. Las mujeres embarazadas y sus bebes, los niños pequeños, las personas mayores y las que sufren de anemia, problemas del corazón o respiratorios pueden ser mucho más sensibles al monóxido de carbono.

Nuestra investigación acerca de detectores de humo y monóxido de carbono, nos ha arrojado resultados muy diversos puesto que encontramos detectores muy elementales cuya única función es alertar mediante una señal luminosa y una señal auditiva. En el otro extremo encontramos dispositivos inteligentes que cumplen la misma función que el dispositivo anterior, pero se encuentran enlazados mediante una aplicación móvil y permite recibir las alertas mediante la misma. En todos los casos solo se limitan a detectar, no existe en el mercado dispositivo que actúe en consecuencia para otorgar la posibilidad que las personas puedan ser socorridas y de esta manera permitan aumentar las posibilidades de salvar su vida y reducir las chances que sufran una intoxicación.

Discusión

En la construcción de este sistema inteligente de detección, es necesario el trabajo en conjunto de todos los componentes para garantizar el éxito en su funcionamiento. Para ello, a lo largo del proyecto se fueron realizando distintas pruebas de los componentes en forma individual con el objetivo de disminuir la probabilidad de errores al momento de integrarlos.

Si bien los resultados obtenidos en las pruebas realizadas hasta el momento son positivos, aún faltan realizar una batería de pruebas que involucren exponer el sistema a un ambiente con distintas condiciones para comprobar el funcionamiento ante escenarios reales. De todas formas, las pruebas individuales con humo por un lado y monóxido de carbono por el otro arrojaron los resultados esperados, con tiempos de respuesta aceptables.

multiplataforma que utiliza HTML5, CSS (generado por SASS) y Cordova como base.

Conclusión y Trabajos Futuros

Construir este detector de humo y monóxido de carbono involucró una gran variedad de conocimientos técnicos de distintas áreas como química, electrónica, matemáticas y software. Estos conocimientos fueron aplicados para la detección de gases , el ensamblado de los componentes, el diseño del algoritmo de detección de eventos, el desarrollo de la aplicación móvil y el web service restfull. Las áreas de química y electrónica han presentado un desafío a los miembros del equipo, puesto que se tratan de áreas que se posee poco conocimiento por lo que se requirió de mas esfuerzo del que se había supuesto en un principio.

Debido a que es un proyecto de interés para la comunidad, es dable que el proyecto reciba contribuciones y aportes de parte del Estado, esto en pos para beneficiar a la comunidad en general y en particular a las personas que poseen bajos recursos y utilizan métodos de calefacción peligrosos para su vida y la de todos los seres vivos que viven con ellos.

Finalmente, como trabajo a futuro se plantea escalar la aplicación para permitir la administración de varios dispositivos instalados. También se puede desarrollar dispositivos de detección para otros gases y, combinando con la propuesta anterior, se podría instalar en ambientes industriales. Otro posible futuro de investigación es la miniaturización de los módulos de detección y ventilación, proveyendo una imagen mas acabada y comercial de los productos.

Agradecimientos

Para finalizar, no queremos dejar pasar la oportunidad de agradecer a la Universidad Nacional de la Matanza por su esfuerzo y dedicación para con nuestra formación. Al equipo de profesores que integran la cátedra Proyecto Fin de Carrera, que apoyaron esta idea desde el comienzo, otorgándonos el impulso necesario para transformarla en una realidad palpable. Al personal de bomberos de la Estación Salvamento, Incendios y Protección Ambiental de la Prefectura Naval Argentina, por brindarnos el asesoramiento necesario acerca los efectos y síntomas que produce la intoxicación con humo y monóxido de carbono, y la forma de actuar ante tales eventos. Por último, y lo más importante de todos, agradecemos a nuestras familias por su apoyo incondicional, paciencia y ánimos para avanzar, cediendo tiempo importante de compartir con ellos para llevar adelante este desarrollo.

Referencias

- [1] Resolución ENARGAS 204-2016 “Aparato eléctrico para la detección de monóxido de carbono en los locales de uso doméstico.”
https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/pdf/normas_tecnicas/NAG-200.pdf
- [2] “Grove - Gas Sensor (MQ2) User Manual”
<https://docs.particle.io/assets/datasheets/electronsensorkit/MQ-2.pdf>
- [3] “Technical Data – MQ7 Gas Sensor”
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>
- [4] “Technical Data – MQ7 Gas Sensor”
<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>