

**TÍTULO DEL PROYECTO: “Monitoreo de la disponibilidad de baños
abiertos y cantidad de papel higiénico”**

INTEGRANTES:

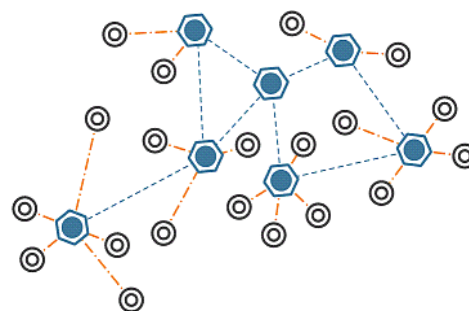
- Acosta López Karen
- De La A Yagual Danny
- Espinoza Molina Víctor
- Miranda Peralta Jorge
- Quinde Segovia Winston

MATERIA: Redes de Sensores (TLMG1006)

PARALELO: 1

PROFESOR: Ing. Néstor Arreaga

TÉRMINO: 2T 2019-2020



GUAYAQUIL – ECUADOR

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente vivimos en un mundo donde el uso de las tecnologías de la información nos ha permitido comunicarnos, adquirir y compartir información en tiempo real. Debido a esto, el ser humano siempre está en la búsqueda de creación de nuevos dispositivos que permitan mejorar el rendimiento, la eficiencia de las tecnologías que actualmente se diseñan, dando como frutos productos innovadores, revolucionando la calidad de vida de las personas.

Actualmente con el paso de los años estas nuevas tecnologías han ido eliminando la interacción de las personas con las máquinas, tanto es este desarrollo que se está tratando, que las máquinas o dispositivos conectados se comuniquen entre sí sin la intervención humana en la gestión de datos para poder evitar posibles fallos, la idea principal de esto es crear aplicaciones o sistemas que recolectan información del mundo físico y lo envíen al mundo virtual para que puedan ser procesados con diversos análisis que causen impacto real en nuestras vidas.

En búsqueda de una aplicación de IoT (Internet of Thing) en el área de Smart Campus, encontramos el tema del monitoreo de los baños dentro del campus, con el fin de saber si se encuentra disponible o está en mantenimiento y además, si cuenta o no con papel higiénico, para lo cual se quiere implementar un nodo por cada baño, los cuales estarán sensando y enviando información mediante comunicaciones seriales hacia un *sink node*, usando las tecnologías **I2C**.

2. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar una red de sensores que permita conocer la disponibilidad de un baño en la ESPOL, así como la cantidad de papel higiénico presente en el mismo.

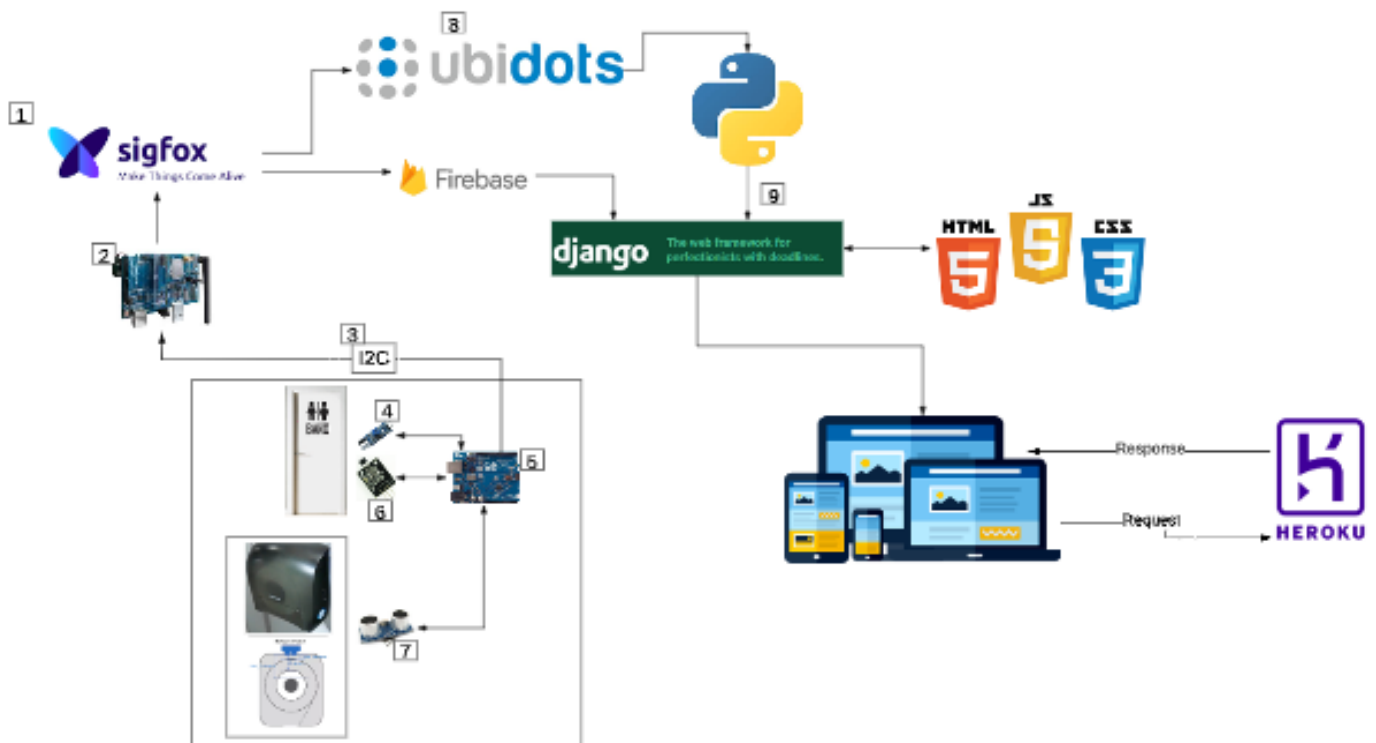
3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Utilizar dos sensores en la puerta de entrada y salida de los baños de las facultades de ESPOL, que mediante una aplicación web indique si se encuentra abierta o cerrada. Donde el significado a una puerta abierta es que el “baño está disponible” y si la puerta está cerrada equivale a que el “baño no está disponible”.
- Mostrar al usuario la existencia del papel higiénico del baño de su elección, mediante un sensor de proximidad ubicado de manera estratégica en el contenedor del mencionado elemento.
- Integrar el uso de sensores con protocolos de comunicación para que mediante la programación se produzca un sistema que logre cumplir un propósito orientado a “Internet de las Cosas (IOT)”.
- Mostrar al usuario la ubicación del baño y los detalles del mismo.

4. ARQUITECTURA

Se ha propuesto utilizar un Xkit Thinxtra Dev Kit encargado de enviar todo los datos a SigFox obtenidos mediante los sensores conectados a otro arduino mediante I2C (Inter-Integrated Circuit). El enlace de radio SigFox utiliza bandas de radio ISM sin licencia. Las frecuencias exactas pueden variar de acuerdo a las regulaciones nacionales en EE UU es la de 915 MHz el cual re-enviará estos datos al servidor correspondiente (Udibots)

Para detectar si el baño está disponible o no, utilizaremos un sensor infrarrojo que funciona como detector de obstáculos, de esta manera, si el personal de limpieza se encuentra realizando mantenimiento del baño, tendrá que colocar un letrero sobre el sensor para que este pueda emitir una señal de ocupado al Arduino correspondiente, de igual manera para conocer si el papel higiénico está por acabarse o ya está agotado, se colocará un sensor de proximidad. Estos datos recopilados serán enviados a Ubidots Rest Api donde se tratarán los datos y se crearán los respectivos eventos los cuales serán presentados en una página a la cual el usuario tendrá acceso.



5. COMPONENTES TEÓRICOS

[1] Sigfox

Sigfox es una red de IoT pensada para tener un bajo consumo y ser independiente de los despliegues de telefonía. En IoT (Internet of Things o Internet de las cosas)

se muchas veces redes específicas, dedicadas para esa función. Entre las soluciones y compañías que ofrecen soluciones de conectividad alternativas a las clásicas GSM/3G/4G, destacamos SigFox

[2]Xkit Thinxtra Dev Kit

Thinxtra ofrece el dispositivo XKit que es la manera perfecta para empezar con Sigfox. El XKit cuenta con un conjunto completo de características y accesorios para potenciar a alguien para configurar una solución de IoT independientemente de la experiencia de hardware. Este es el kit perfecto para empresas emergentes, casas de diseño, universidades y escuelas. El kit tiene todo lo que el usuario necesita para iniciarse a toda velocidad con la red de Sigfox disponible globalmente.

[3]I2C(Inter-Integrated Circuit)

I2C (Inter-Integrated Circuit) es un protocolo de conexión de interfaz de bus serie. También se le llama TWI (Two Wire Interface) ya que utiliza sólo dos cables para la comunicación. Estos dos cables son SDA (datos en serie) y SCL (reloj serie). I2C es un protocolo de comunicación basado en el acuse de recibo, es decir, el transmisor comprueba si el receptor envía un acuse de recibo después de transmitir los datos para saber si los datos son recibidos por el receptor correctamente.

[4]Sensor Infrarrojo (para el letrero en la puerta)

El sensor infrarrojo es un dispositivo optoelectrónico capaz de medir la radiación electromagnética infrarroja de los cuerpos en su campo de visión. Todos los cuerpos emiten una cierta cantidad de radiación, esta resulta invisible para nuestros ojos pero no para estos aparatos electrónicos, ya que se encuentran en el rango del espectro justo por debajo de la luz visible.

[5]Arduino 1 (procesa los datos de los sensores)

Placa de microcontrolador de código abierto basada en microchip Atmega328p desarrollado por Arduino.

[6]Sensor Magnético (para controlar si la puerta está abierta o cerrada)

Son aquellos que permiten efectuar mediciones sin contacto de alta precisión y en tiempo real, podemos encontrar algunos con un chip el cual tiene un magneto de elemento resistivo para la detección de un vector magnético y un imán para sesgar el vector magnético detectado. En otras palabras, son sensores que detectan los campos magnéticos provocados por los imanes o las corrientes eléctricas.

[7]Sensor de Proximidad capacitivo (para verificar la cantidad de papel higiénico)

Son dispositivos que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros. Para los efectos, se usará un sensor de proximidad ultrasónico, el cual emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en volver, convirtiendo esa información en señales eléctricas para su tratamiento. Cabe mencionar que estos sensores solo trabajan donde se tiene presencia de aire (no en el vacío) y pueden

detectar objetos con diferentes formas, colores, superficies y de distintos tipos de materiales.

[8]Ubidots

Ubidots es una plataforma de IoT que capacita a innovadores e industrias para crear prototipos y escalar proyectos de IoT a producción. Use la plataforma Ubidots para enviar datos a la nube desde cualquier dispositivo con acceso a Internet. Luego puede configurar acciones y alertas basadas en sus datos en tiempo real y desbloquear el valor de sus datos a través de herramientas visuales. Ubidots ofrece una API REST que le permite leer y escribir datos en los recursos disponibles: fuentes de datos, variables, valores, eventos e información. La API admite HTTP y HTTPS y se requiere una clave API.

[9]Página web

Se programará una página web para que el usuario pueda acceder a la información desde cualquier dispositivo que tenga a su alcance (celular, computadora, tablet, etc).

Voltaje

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico o tensión eléctrica a la magnitud que da cuenta de la diferencia en el potencial eléctrico entre dos puntos determinados o, también, se entiende como el trabajo por unidad de carga eléctrica que ejerce sobre una partícula un campo eléctrico, para lograr moverla entre dos puntos determinados. Cuando se unen dos puntos que presentan diferencia de potencial eléctrico con un material conductor, se producirá un flujo de electrones, que llevará parte de la carga desde el punto de mayor al de menor potencial. Dicha diferencia es el voltaje, y dicha corriente cesará en cuanto ambos puntos tengan el mismo potencial, a menos que se inyecte nueva energía mediante un generador o una fuente externa de algún tipo. De ese modo, cuando se habla del voltaje de un solo punto, se lo refiere en comparación con cualquier otro cuerpo con que entre en contacto y cuyo potencial se asume igual a cero.

GND

Puesta tierra, es la conexión conductora expuestas a algún punto no energizado.

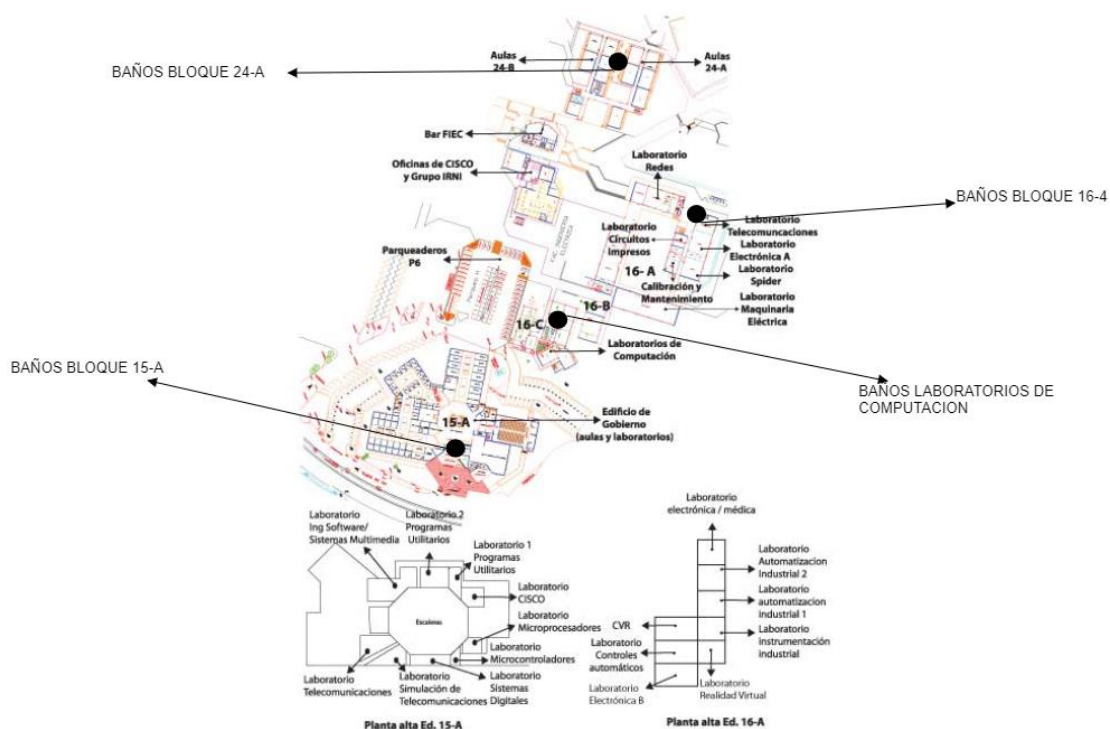
6. METODOLOGÍA

Diseño

Diariamente los estudiantes, profesores, y demás personas que trabajan dentro del campus hacen uso de las instalaciones ya sean estas: comedores, bibliotecas, centros de estudios, baños, etc. Generalmente hay 1 o más baños por facultad o edificio, siempre dividido en baños para damas y baños para caballeros, y casi siempre se encuentran limpios y listos para usarse. Esto se debe a que se les realiza un constante mantenimiento y limpieza, siempre dentro del horario estudiantil, lo cual

le impide al usuario hacer uso del mismo y tiene que caminar hacia otro edificio o facultad, hasta encontrar uno que se encuentre disponible. Esto a veces puede resultar desesperantes, más en casos de emergencia, ya que hay ocasiones donde los baños se encuentran en mantenimiento o están cerrados, o lo que exista la ausencia de papel higiénico en el mismo. Detallado el problema tenemos la siguiente hipótesis: *es posible que el usuario ahorre tiempo sabiendo anticipadamente cuál baño se encuentra disponible y tiene papel higiénico.*

Para esto hicimos un **experimento controlado**, que es una prueba científica hecha bajo condiciones controladas, esto es que solo uno (o algunos) factores cambian en un momento dado, mientras el resto se mantiene constante. Entonces tenemos a un individuo A y un individuo B



En ambos casos, los individuos comienzan su búsqueda de baños desde el edificio del bloque 15-A y el único baño disponible y con papel higiénico será el del bloque 24-A. De esta manera, el individuo A tendrá que dirigirse hacia el bloque 16-C donde están los Laboratorios de Computación, luego ir hasta el bloque 16-A y por último terminará utilizando los baños del bloque 24-A, esto le tomó un aproximado de 10 a 12 minutos. En cuanto el individuo B conocía de antemano que el baño del edificio donde se encontraba en su punto de inicio está en mantenimiento y, conoce que el único baño disponible es el del bloque 24-A, como se indicó anteriormente, por lo que usó una vía directa hacia dicho edificio, lo que le tomó un tiempo de 6 a 7 minutos aproximadamente, casi la mitad de lo que demoró el individuo B. Estos son los resultados que buscamos obtener con nuestra aplicación de redes de sensores.

Población

De una población de 12125 personas (estudiantes, personal administrativo, profesores) se tomó una muestra para medir la satisfacción de los usuarios con respecto al uso del baño en el Campus estudiado, con satisfacción nos referimos a los estados de ánimos de las personas encuestadas al momento de dirigirse a un baño y este se encuentre en mantenimiento o cerrado, y también a la ausencia de papel higiénico en el mismo.



Entorno

El proyecto será implementado en facultades de la ESPOL en búsqueda de convertir a la institución en Smart Campus, los baños que se censaran disponen de un ambiente limpio agradable para su uso y disponibilidad de papel higiénico y de uso, pero gracias a nuestras encuestas nos percatamos que estos presentan disgustos de los usuarios al momento que no se encuentren disponibles o la ausencia de papel en el mismo, por lo que nos enfocaremos en sensar los baños de los hombres y de las mujeres para poder determinar la disponibilidad de los mismos y si disponen o no de papel higiénico.

Intervenciones

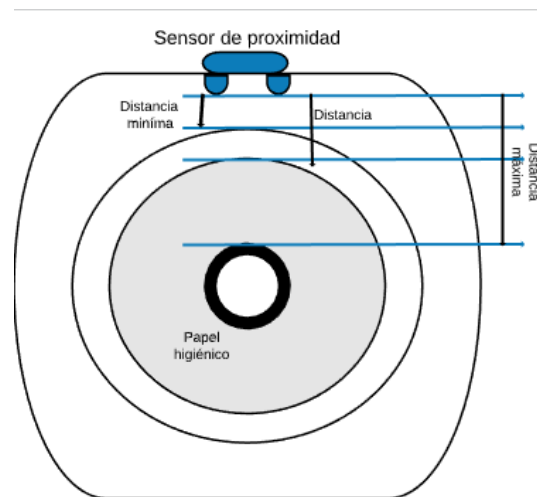
La codificación del proyecto se la realizará en el programa de Arduino IDE, el cual es un programa multiplataforma (disponible para Sistemas Operativos Windows, Linux y

MAcOs) escrito en java, se lo usará para poder escribir y cargar los programas en la placa del arduino.

Para poder tener una mejor visualización del código se usará Visual Studio Code que es un editor de código para diversos tipos de lenguaje.

Los sensores a usarse son los siguientes:

- **Sensor de proximidad capacitivo.** - el cual va instalarse en el cubertorio de papel higiénico de la siguiente manera.



En la imagen se muestra la posición del sensor de proximidad el cual es un transductor encargado de captar objetos o señales que se encuentren cerca del sensor, se enviará un pulso de 10us al trigger del sensor por medio del arduino luego se recibirá el pulso que es la respuesta del sensor en el arduino para ser almacenada en una variable, la variable tendrá el tiempo que demora en llegar un eco del ultrasonido, luego se procede a calcular la velocidad con la siguiente fórmula

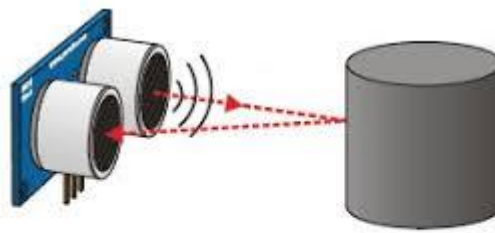
$$Velocidad = \frac{distancia\ recorrida}{tiempo}.$$

Se procede a calcular la distancia usando la velocidad del sonido que es igual a

$$\frac{340m}{s} \times \frac{1s}{1000000us} \times \frac{100cm}{1m} = \frac{2d}{t}$$

$$d(cm) = \frac{t(us)}{59}$$

Ahora ya tenemos la distancia en cm que es lo que se desea, por otra parte, al momento de implementar en código el fabricante propone poner un delay superior a los datos técnicos del sensor (ejemplo si los datos técnicos son de unos 60 ms entonces poner un delay de 100ms). Las conexiones del sensor con el arduino se harán de manera serial. El rango de medición del sensor es de 2 a 450 cm.

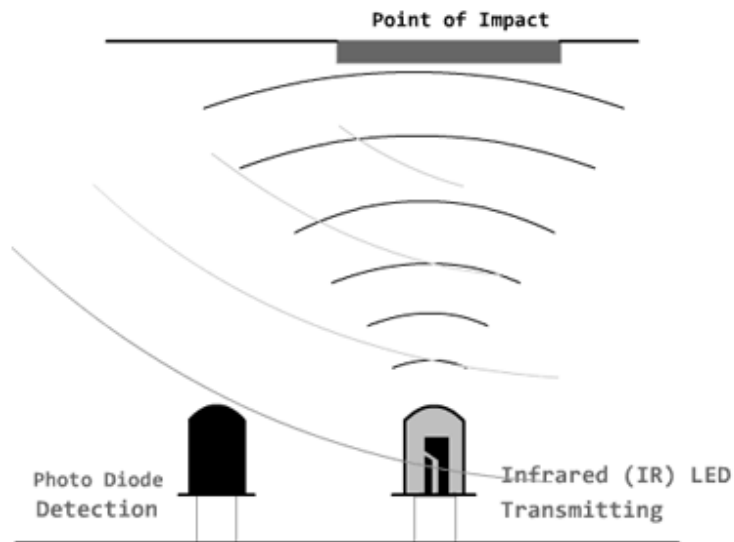


$$\text{Tiempo} = 2 * (\text{Distancia} / \text{Velocidad})$$

$$\text{Distancia} = \text{Tiempo} \cdot \text{Velocidad} / 2$$

- **Sensor infrarrojo**

Se lo colocara en la puerta para indicar cuando el baño se encuentra en mantenimiento o limpieza colocando un cartel

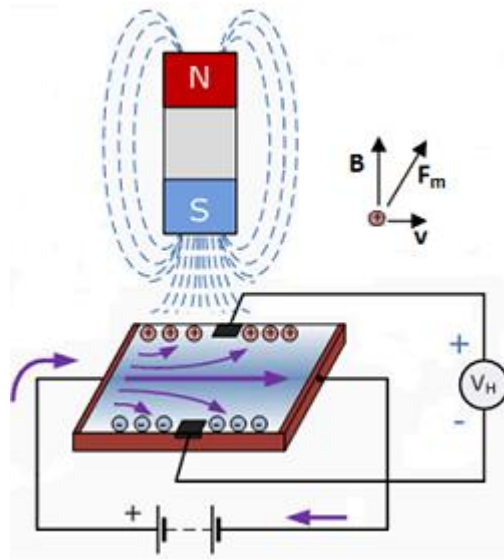


El sensor de proximidad empieza a detectar obstaculos a una distancia minima de 6 cm.

- **Sensor magnético**

Los sensores magnéticos para puertas suelen colocarse a nivel superior por la parte de atrás de la misma. Por medio de este sensor nos permite saber que baños se encuentran cerrados o abiertos, los baños no disponibles serán los que tengan la puerta cerrada. Se deberá de poner un campo magnético a una distancia mínima de 1cm para que el sensor magnético lo detecte.

La manera que detectará un objeto magnético, es que en su interior tiene implementado un sistema de amplificación de señal el mismo que le permite manejar magnitudes más habituales, incluso si estas no son visibles, empleando el [efecto Hall](#).



Pruebas piloto

Las pruebas piloto se la harán simulando el ambiente de un baño en ESPOL (una maqueta) en la cual nos enfocaremos principalmente en lo que es la puerta y el cobertor de papel higiénico dentro del baño. Se pondrán los respectivos sensores en cada objeto (puerta y cobertoria del papel higiénico).

Protocolos.

La banda publica empleada para el intercambio de mensajes en SigFox es en 200 kHz y en la que cada mensaje tiene un ancho de 100 Hz y puede ser transmitido a una de tasa desde 100 bits hasta 600 bits Además la red SigFox emplea las bandas bidireccionales de radio sin licencia ISM de 902 MHz, La seguridad es muy importante en esta red por lo que cada dispositivo debe tener asignado un código de identificación, cuenta con protocolos de encriptamiento VPN y emplea al final el protocolo https. Para que un dispositivo funcione en esta red se requiere que contenga un módulo de comunicación compatible con SigFox –chips, tarjetas como la MKRFox1200 o kits específicos

Tecnología

➤ Arduino UNO

Es una placa de microcontrolador de código abierto basado en un microchip ATmega328P y está desarrollado por Arduino.

Características:

- **Microcontrolador:** [Microchip ATmega328P⁶](#)
- Voltaje de funcionamiento: 5 voltios
- Voltaje de entrada: 7 a 20 voltios
- Pines de E/S digitales: 14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
- Pines de entrada analógica: 6

- Corriente DC por Pin de E/S: 20 mA
- Corriente CC para Pin de 3.3V: 50 mA
- **Memoria Flash:** 32 KB de los cuales 0.5 KB utilizados por el [gestor de arranque](#)
- **SRAM:** 2 KB
- **EEPROM:** 1 KB
- Velocidad del reloj: 16 MHz
- Longitud: 68.6mm
- Ancho: 53,4mm
- Peso: 25g

Se usarán dos Arduino uno que será el encargado de recibir los datos censados, a través de los sensores que se instalarán, este estará sensando cada 1.5 segundos y esperará hasta recolectar todos los datos censados para poderlos enviar al otro Arduino (este tomará el papel de sink node), el segundo Arduino (sink node) será el encargado de solo enviar los datos censados que recibir si estos han sufrido algún tipo de cambio, es decir, enviará la información a la nube solo si los datos se han modificado (los datos recibidos por los sensores de infrarrojo y magnético) o si el dato recibido por el sensor de proximidad está una distancia entre la distancia máxima y la distancia mínima que el rollo de papel higiénico debe de estar para decir que no hay papel en un determinado baño, si ocurre lo anteriormente dicho también se enviaran los datos a la nube.

➤ **Python**

Es un lenguaje de programación interpretado, trabaja con diversos paradigmas(multiparadigma), debido a que soporta la programación orientada a objetos, programación imperativa y la programación funcional, además también es un lenguaje dinámico y multiplataforma.

Se usará Python para poder programar con el framework [Django](#) el cual es de gran ayuda para crear el aplicativo web, debido a que este framework sirve para desarrollo web de código abierto. este también permite el uso de archivos css (Cascade Style Sheet) el cual es indispensable para que la visualización de la página web se vea agradable y js (java script) el cual sirve para poder darle interacción a la página web.

➤ **Heroku**

Es una plataforma como servicio en la nube que puede soportar diversos lenguajes de programación. Se usará Heroku para poder almacenar el servidor en la nube y que pueda procesar las peticiones del cliente en la nube y darle respuestas de inmediato.

➤ **Ubidots**

Es una plataforma de IoT que capacita a innovadores e industrias para crear prototipos y escalar proyectos de IoT a producción. La plataforma de ubidots

e la usará para poder crear eventos con los datos que se le enviarán por sigfox, y a la vez se usará la API que Ubidots proporciona para crear peticiones request por medio de javascript para poder request de los datos que llegan a Ubidots, y poder trabajar con ellos y mostrarlos en la aplicación web para que el usuario final pueda visualizarlos.

➤ **Xkit Thinxtra Dev Kit**

Características:

- Acelerómetro de 3 ejes
- Sensor de temperatura digital
- Sensor de presión
- Sensor de luz
- Sensor choque
- LED rojo y azul
- botón

➤ **Sensor de proximidad capacitivo**

Características:

- Posibilidad de detección de hasta 50mm
- Resistencia al ruido mejorada con CI dedicado
- Protección contra inversión de polaridad, picos de voltaje, cortocircuito y sobrecorriente
- Amplio rango de alimentación: 12 - 48 VCC (Rango de voltaje: 10 - 65 VCC)
- Salida simultánea normalmente abierto+normalmente cerrado
- Indicador de alimentación e indicador de operación integrados
- Protección IP67 a prueba de agua (IEC estándar)

➤ **Sensor infrarrojo**

Características:

- Voltaje de trabajo: 3.8 a 5.5VDC
- Corriente de consumo a 5VDC: 20mA
- Posee 3 pines; VCC, GND y OUT
- Distancia de alcance: 3 cm hasta 20 cm
- Tamaño compacto: 4cmx2.5cm

➤ **Sensor magnético**

Características:

- Sensor magnético para ventanas y puertas

- Contacto normalmente abierto, se cierra al detectar
- Autoadherible
- Ideal en algunas aplicaciones de domótica
- Potencia nominal: 3w

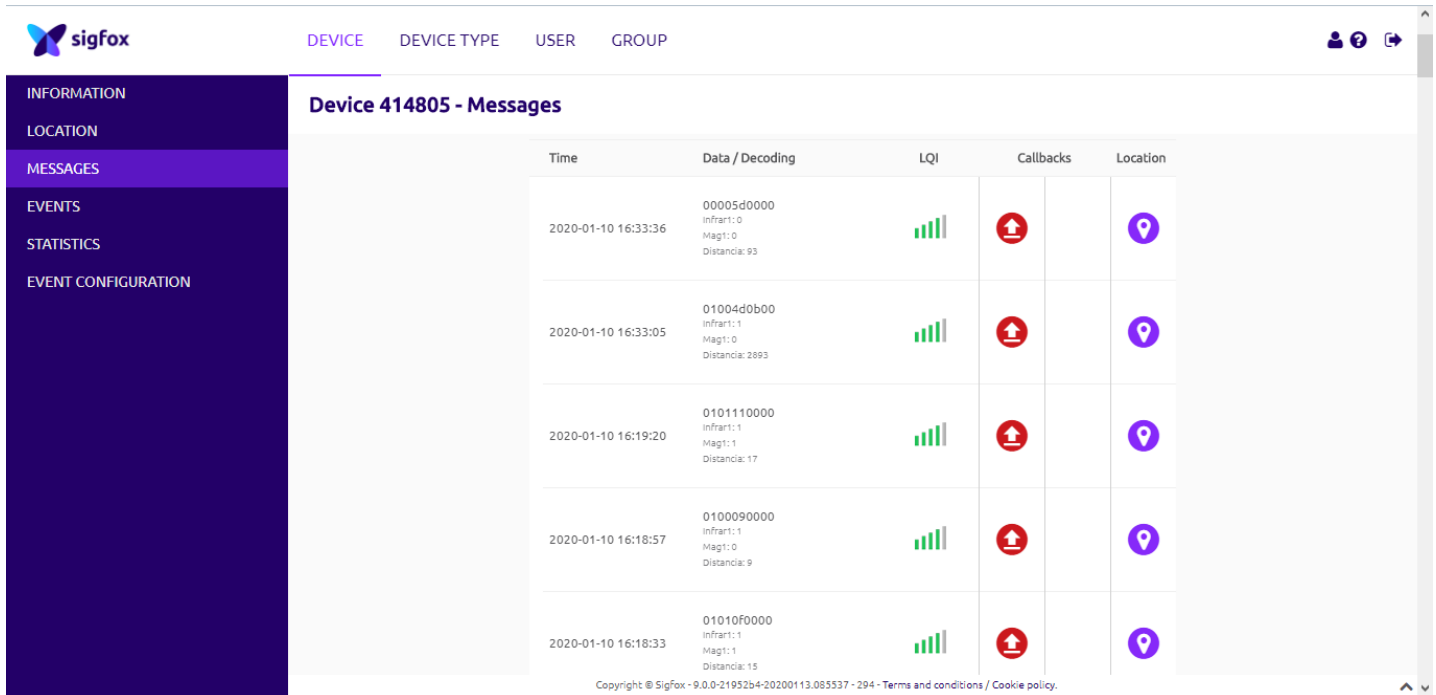
Análisis Estadísticos

Para poder verificar la viabilidad de nuestro proyecto se procedió a realizar una encuesta en línea a través de la plataforma de Google Form, la encuesta consta de 8 preguntas y el número de encuestados fue de 50, en las encuestas se pudo evidenciar que:

Problema	Resultados
Encontrar un baño cerrado o en mantenimiento	100% de los encuestados
<u>Ocasionalmnte</u> encuentran el baño en mantenimiento, limpieza o cerrado	52,9% de los encuestados
Se encuentran <u>poco satisfechos</u> frente a la disponibilidad de los baños	41,2% de los encuestados
Encontrar un baño sin papel higiénico	100% de los encuestados
<u>Muy frecuentemente</u> encuentran un baño sin papel higiénico	64,7% de los encuestados
Se encuentran <u>nada satisfechos</u> frente a la disponibilidad de papel higiénico en los baños	47,1% de los encuestados
<u>Si</u> tienen conocimiento de los baños más cercanos a su posición	64,7% de los encuestados
<u>Si</u> les gustaría conocer una solución tecnológica donde poder visualizar disponibilidad de baños y papel higiénico	62,5% de los encuestados

7. RESULTADOS

Se trabajó con dos Arduinos uno que fue el encargado de almacenar los datos censados a través de los sensores, que luego puedan ser enviados al nodo sink e cuál es el segundo Arduino el cual tenía una placa de thinxtra. Los datos se enviaban a Backend de sigfox. Se adjunta foto del backend de sigfox.

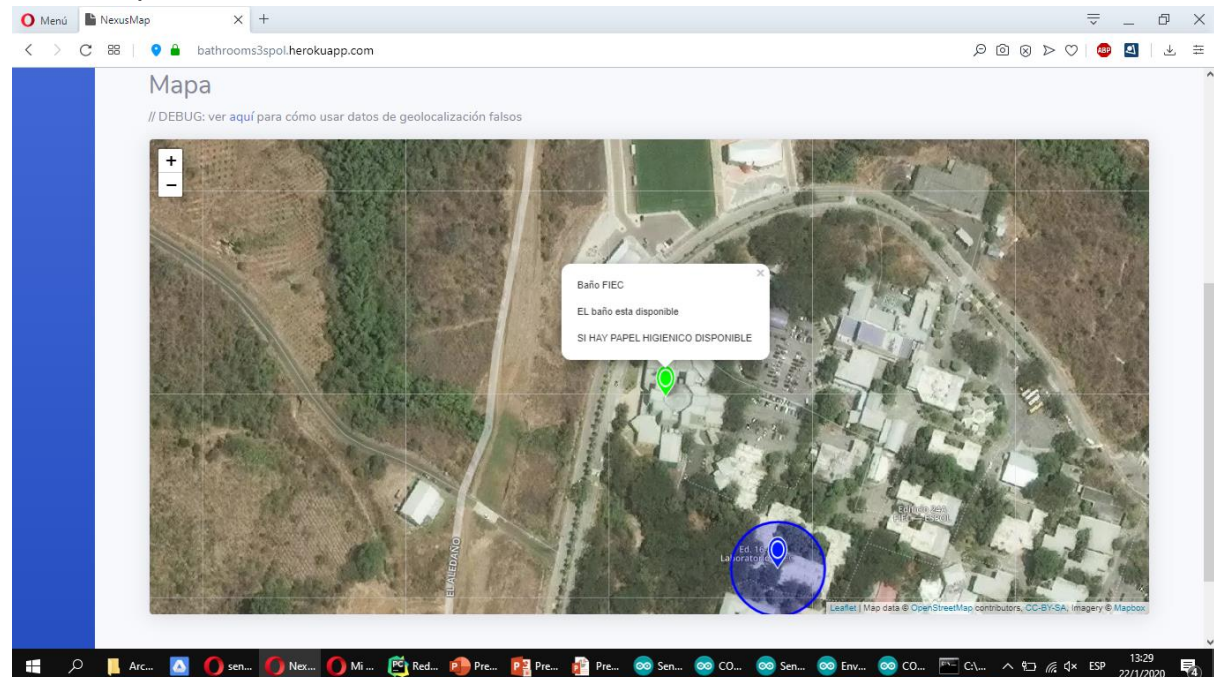


The screenshot shows the Sigfox web interface. On the left is a navigation menu with options: INFORMATION, LOCATION, MESSAGES (highlighted), EVENTS, STATISTICS, and EVENT CONFIGURATION. The main area is titled 'Device 414805 - Messages' and displays a table of received messages. Each row includes the time, data/decoding details, LQI (signal quality), callbacks, and location. The messages are dated 2020-01-10 and show various data points and signal strengths.

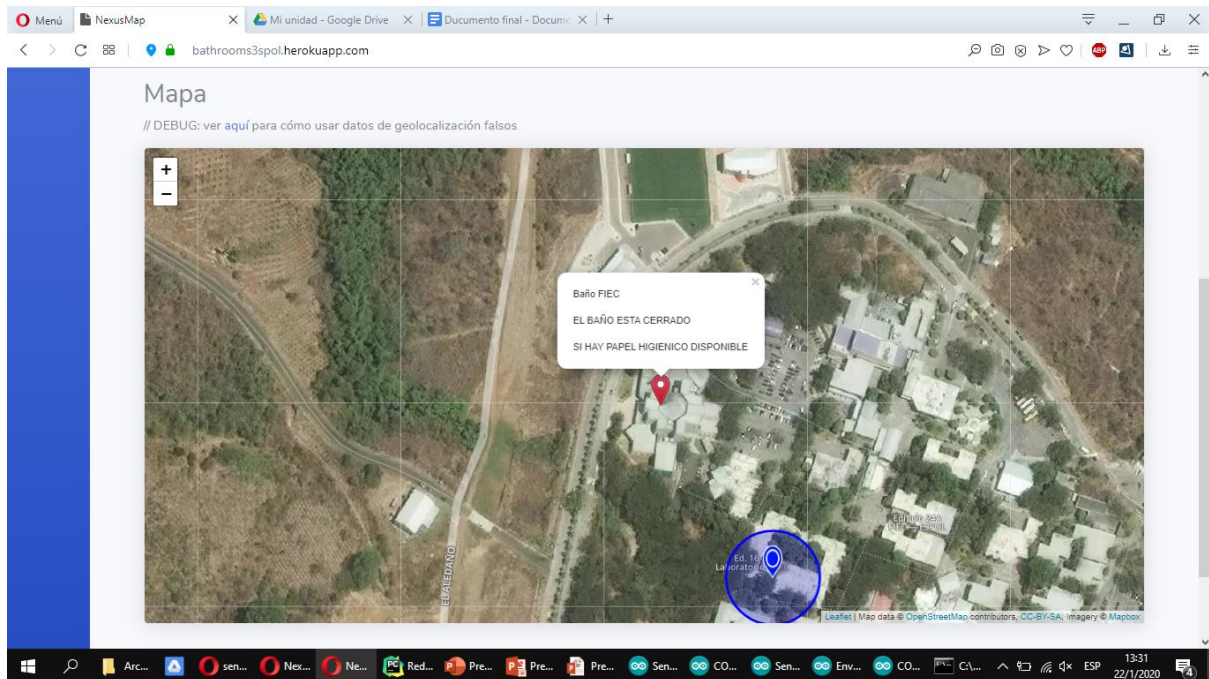
Time	Data / Decoding	LQI	Callbacks	Location
2020-01-10 16:33:36	00005d0000 Infrant: 0 Magt: 0 Distancia: 93			
2020-01-10 16:33:05	01004d0b00 Infrant: 1 Magt: 0 Distancia: 2893			
2020-01-10 16:19:20	0101110000 Infrant: 1 Magt: 1 Distancia: 17			
2020-01-10 16:18:57	0100090000 Infrant: 1 Magt: 0 Distancia: 9			
2020-01-10 16:18:33	01010f0000 Infrant: 1 Magt: 1 Distancia: 15			

Copyright © Sigfox - 9.0.0-21952b4-20200113.085537 - 294 - Terms and conditions / Cookie policy.

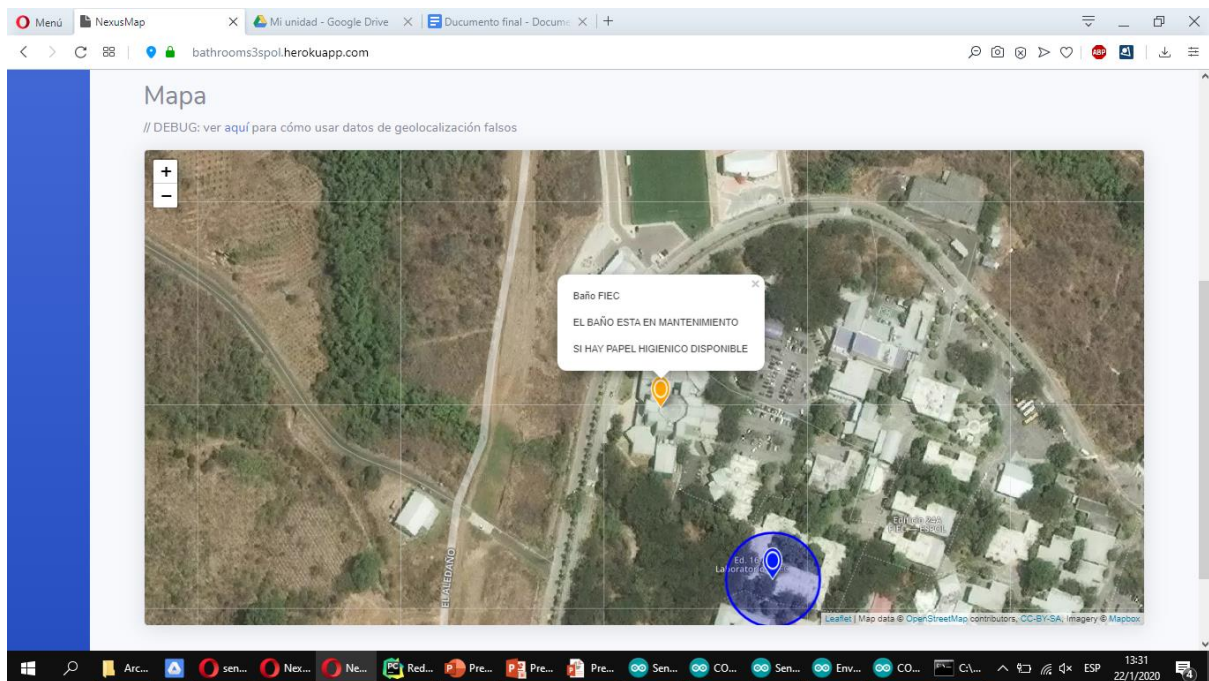
Baño disponible



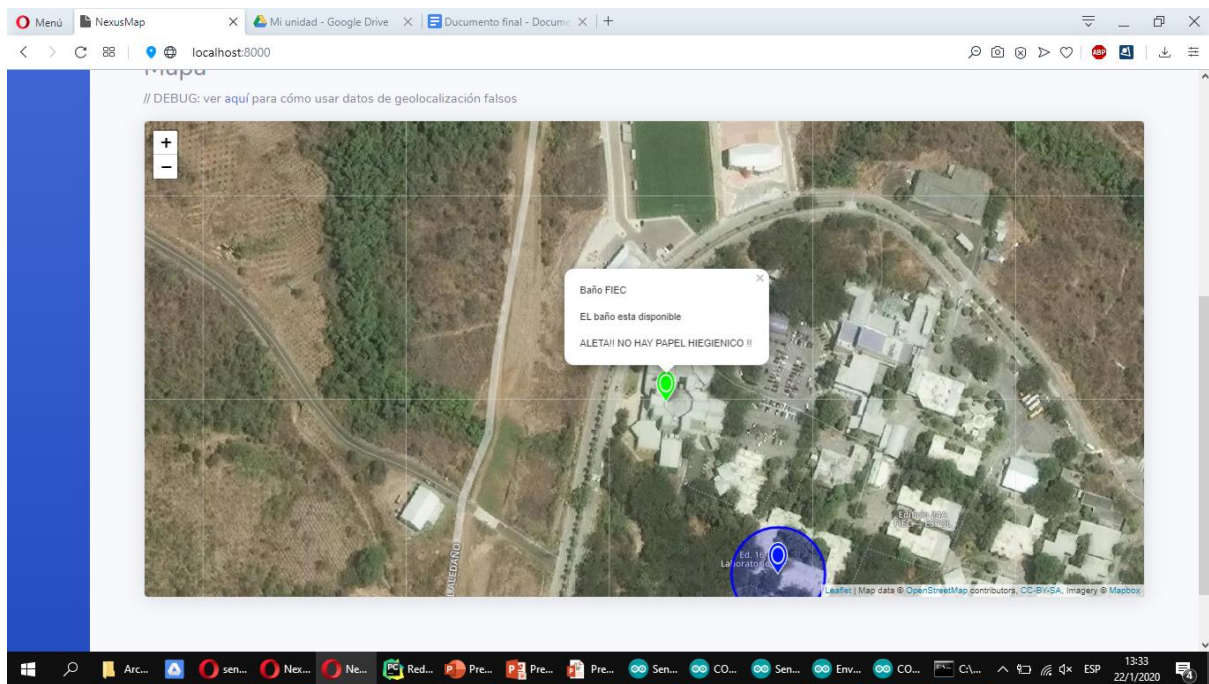
Baño cerrado



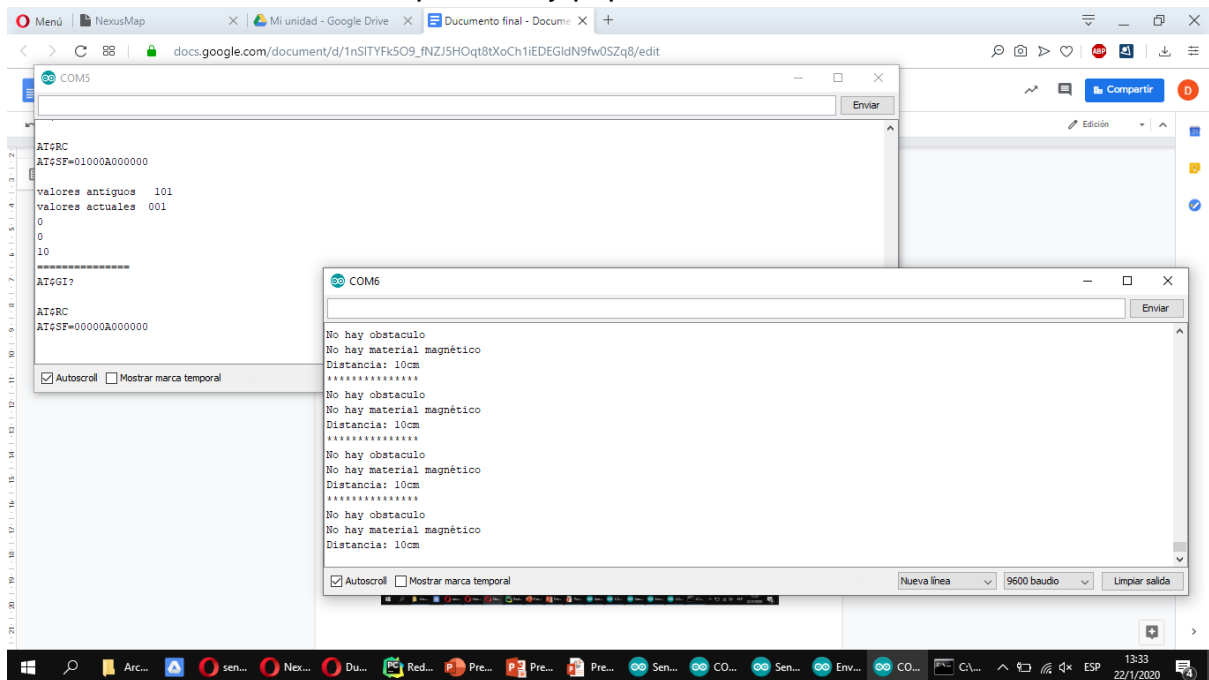
Baño en mantenimiento



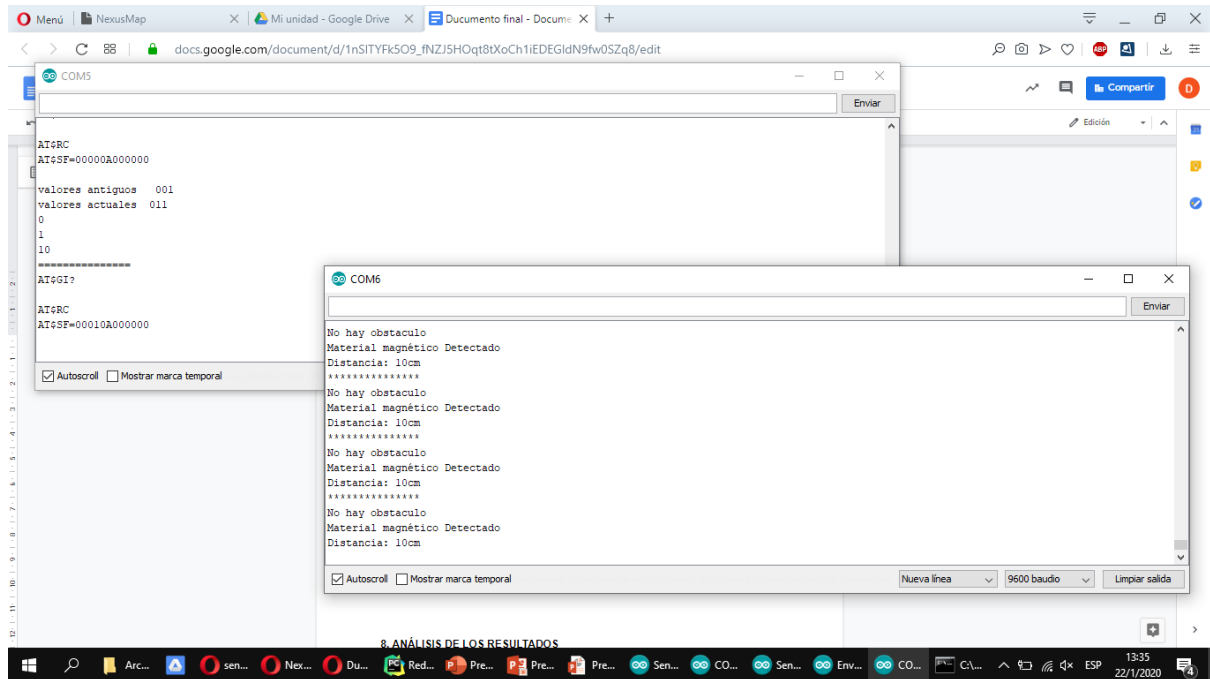
Baño sin papel higiénico



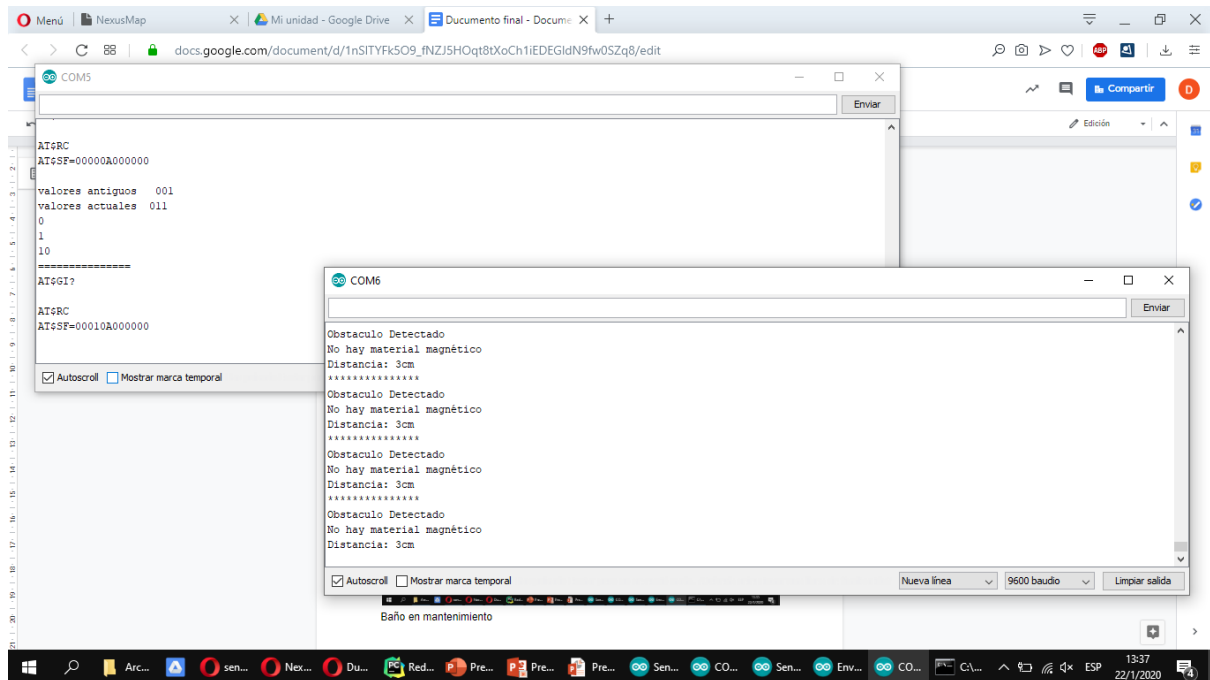
Envío de datos al momento que no hay papel



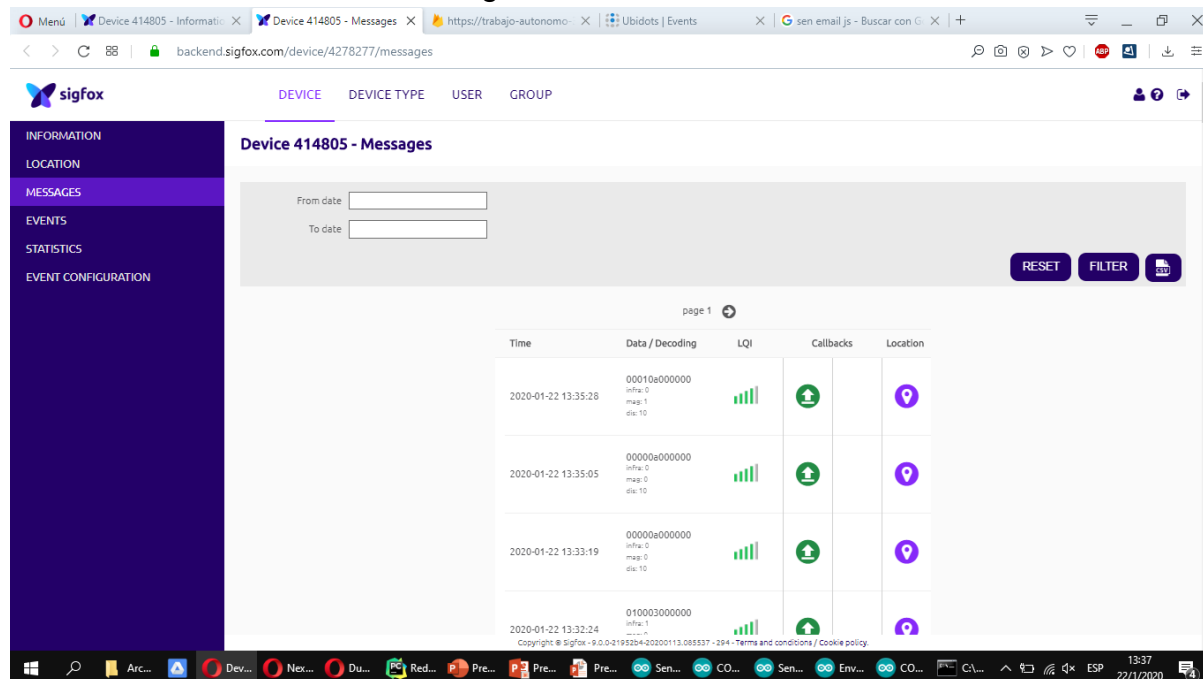
Envío de datos al momento que el baño este cerrado



Baño en mantenimiento



Visualización en el backend de sigfox



8. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El primer valor indica 1 si detecta el cartel puesto en la puerta del baño, si el cartel está puesto significa que vino alguien de limpieza a darle mantenimiento al baño, este valor se encargará de ser sensado por medio del sensor infrarrojo. El segundo valor es el valor obtenido por el sensor magnético, el cual solo se hace 1 cuando la puerta se encuentra cerrada y 0 cuando la puerta está abierta, si la puerta está cerrada entonces el baño está cerrado no estando disponible.

El tercer valor es el valor sensado por el sensor de proximidad, el cual determina la distancia que existe entre el sensor de proximidad y el rollo de papel higiénico, solo se toma en cuenta si la distancia entre estos dos ya es la máxima permitida, si es la máxima permitida entonces ya no hay papel higiénico.

9. Anexos

Fotos del proceso de implementación

<https://drive.google.com/drive/folders/1BGW8nS7iRWlpJ2-IHAWxsBkyse2348tL?usp=sharing>

10. ENLACES DE REFERENCIA:

Electronicjunkie, (2017). *Arduino Door Sensor*. Recuperado 20 de diciembre de 2019

Retrieved from https://www.youtube.com/watch?v=kO-kUYALz_I

Kluangman Cooleck, (2014). *Door and Window Open Sensor*. Recuperado 20 de diciembre de 2019

Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=BC-KbRpwxIE>

Andreu, V., & Sergio. (1970, January 01). Diseño de redes IoT con aplicaciones en la gestión de aparcamientos urbanos y la recopilación de datos en entorno agrícola. Retrieved from <http://oa.upm.es/51978>

DiPasquale, T. (2017, May 03). Arduino-Based Bathroom Occupancy Detector.

Retrieved from <https://thoughtbot.com/blog/arduino-bathroom-occupancy-detector>

Luis. (2017, October 30). Detector de obstáculos con sensor infrarrojo y Arduino. Retrieved from <https://www.luisllamas.es/detectar-obstaculos-con-sensor-infrarrojo-y-arduino>

Mix. (2017, April 12). This smart toilet paper monitor tells you when you need a new roll. Retrieved from <https://thenextweb.com/plugged/2017/04/12/toilet-paper-automatic-smart-monitor/>

Qué es Sigfox - ¿Como funciona esta red IOT? Usos y casos de éxito. (2019, November 16). Retrieved from <https://vicentferrer.com/sigfox/>

Tutorial de Arduino y sensor ultrasónico HC-SR04. (n.d.). Retrieved from https://naylampmechatronics.com/blog/10_Tutorial-de-Arduino-y-sensor-ultrasónico-HC-S.html

Encuestas

<https://forms.gle/Z7N62v9VuhiHvMAa9>