UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA

UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA (UAITIE)

"CONVOCATORIA 2021"

VI PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

Título del Trabajo: COdos contra el covid

AUTOR/ES:

Inés de Benito Gómez

Lía de Miguel Lasheras

Jorge Martín Cecilia,

Andrea Prieto Martín

BLOQUE TEMÁTICO:

Robótica

Urbanismo Inteligente

NIVEL EDUCATIVO:

3ºESO

COORDINADOR:

Rubén Martín Manso

MES Y AÑO DE PRESENTACIÓN: Abril 2021

Resumen

El proyecto lo hemos planteado para intentar disminuir la transmisión del virus en las aulas. No tenemos sensores para medir la cantidad de virus, pero si para medir el CO_2.

Hay estudios que relacionan las dos medidas. Está claro que cuanto más CO_2 hay en el ambiente más probabilidad de contagio tendremos. Hay una correlación entre los niveles altos de CO_2 y presencia de virus en el aire si hubiese algún contagiado.

El proyecto mide la cantidad CO_2 en el aire mediante un sensor que vamos a calibrar, este mediante un programa realizado con arduinoblock y cargado sobre una placa de desarrollo nodeMCU permite enviar un código de colores del led RGB avisamos a los profesores y alumnos de las aulas del riesgo a la exposición y así ventilar adecuadamente. El código que hemos empleado es verde, turquesa, azul, morado, rojo y rojo parpadeando para niveles muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto respectivamente de CO2. También medimos la temperatura, con lo que hacemos que el ambiente sea agradable.

Como estudio completo, la placa nodeMCU permite enviar datos a una página de internet, de esta manera podemos analizar el estado de las aulas en cuanto a CO2 y Temperatura lo que conocemos como IoT. En realidad, estamos enviando 1 dato cada minuto de cada una de las tres variables: concentración de CO_2, temperatura y humedad relativa. Todo esto lo monitorizamos con gráficas en dicho servidor.

Los componentes del proyecto son:

-Led RGB, la lucecita que nos permite identificar los colores.

-NodeMCU, es una placa en la que se recoge el programa.

-Protoboard, placa en la que se unen mediante cables los componentes.

-DHT-11, sensor que mide la temperatura y la humedad relativa.

-MQ-135, sensor que mide la cantidad de CO2 en partes por millón.

El desarrollo de este proyecto consta de varias partes importantes entre ellas:

-El programa de ArduinoBlocks, aquí es donde planeamos el funcionamiento de cada uno de los componentes utilizados.

-La exportación de datos se realiza en ThingSpeak (IoT-Internet of Things). Exportamos los datos para comprobar si realmente son correctos. Finalmente analizamos todos los datos de cada una de las aulas mediante una hoja de cálculo, generando un informe.

El vídeo de presentación está en:

https://youtu.be/DE6vi45v5dU

Si se desea descargar:

https://cutt.ly/6v3Awo9

La infografía con el resumen visual se encuentra en:

https://cutt.ly/Hv3Ayjk

Palabras Clave

- ·Covid-19
- CO_2
- ·MQ-135
- ·NodeMCU
- ·Código de colores

Índice

Resumen ____ ***2***

Palabras Clave ____ ***3***

Desarrollo ____ ***5***

Introducción ____ **5**

Objetivos ____ **5**

Metodología ____ **6**

Primera parte. ____ 6

Segunda parte. ____ 12

Tercera parte. ____ 14

Finalización. ____ **15**

Conclusión ____ ***19***

Bibliografía ____ ***20***

Desarrollo

Introducción

Durante el mes de diciembre y enero, planteamos la posibilidad de colocar sensores de CO_2 pues no disponíamos en el centro más que de uno solo. Se investigo en diferentes medios y en coordinación con los alumnos de robótica del mismo nivel descubrimos que había un sensor asequible.

Dicho y hecho, empezamos a investigar la correlación entre la cantidad de dióxido de carbono en aire y la presencia de posibles patógenos en el aire en concreto del tristemente famoso covid-19.

El profesor nos propuso que intentásemos montar un sensor del tipo MQ-135 con una placa Arduino y que midiésemos los datos en directo.

Ya puestos se nos ocurrió la idea de porque no utilizar los sensores para permitir que los profesores y los alumnos estuvieran al tanto de los niveles y pudiesen ventilar.

Además, según fuimos avanzando en el proyecto, los alumnos de control y robótica sugirieron la idea de subir los datos a un servidor, esto permitiría analizar los resultados y contrastar.

Procedimos a la compra del material, montamos durante la primera semana de clase del mes de enero y comenzamos con la calibración de los sensores, la fase más delicada.

Objetivos

Los objetivos que persigue el proyecto son:

- Ayudar a mantener un ambiente agradable en las aulas.
- Ayudar a mantener una temperatura confortable en las aulas del centro.

- Ayudar a los alumnos y profesores a mantener un nivel de dióxido de carbono moderado.
- Ser capaces de calibrar los aparatos de medida con otros aparatos.
- Aprender a montar circuitos con sensores y enviar datos con el protocolo MQTT.
- Analizar el comportamiento de los sensores durante una serie de jornadas.
- Analizar los datos de Temperatura y CO_2 dentro de algunas aulas.
- Determinar la correlación Temperatura/ CO_2 para permitir un nivel adecuado y un confort que no sean inseguros.
- Permitir evaluar datos de sensores a través de los gráficos que generan las aplicaciones en la nube.
- Recopilar un volumen de datos que permita evaluar el adecuado calibrado de los sensores.

Para llevar a cabo estos objetivos hemos solicitado permiso al director del centro. Además, se ha informado de la intención del mismo al claustro para que estén al corriente de los aparatos que hemos situado en las aulas. Se expuso a todos los profesores el código de colores que avisaba de la concentración de CO2 y que durante los primeros días se estaba realizando un estudio y calibrado de los sensores (primera semana).

Metodología

Primera parte.

Arduino, sensores/actuadores y comunicación serie. Montaje de los elementos

Conocimientos previos: Arduino, sensores

En un primer lugar se entiende la necesidad de controlar la calidad del aire. Se exponen los parámetros que se van a emplear como Temperatura, Hr, y sobre todo CO_2.

Buscamos en páginas el tema de sensores/actuadores y su conexión, esta parte es fácil de entender: “El problema de este sensor es que queremos utilizarlo con mucha

precisión, ya que será el que marque si una habitación es adecuada o no, el que nos marcará cómo de bien lo estamos haciendo frente al virus.” (Cuenca, 2020)

Entrada a Arduino por señal digital y entrada a Arduino por analógico. El Sensor DHT11 trabaja en digital y el MQ-135 en analógico.

El sensor MQ-135 tiene 4 pines:

1. VCC: La alimentación, 5 Voltios
2. GND: Nuestra masa, GND
3. AO: Salida analógica
4. DO: Salida digital

El sensor DHT-11 tiene 3 pines:

1. VCC: La alimentación, 5 Voltios
2. GND: Nuestra masa, GND
3. DO: Salida digital

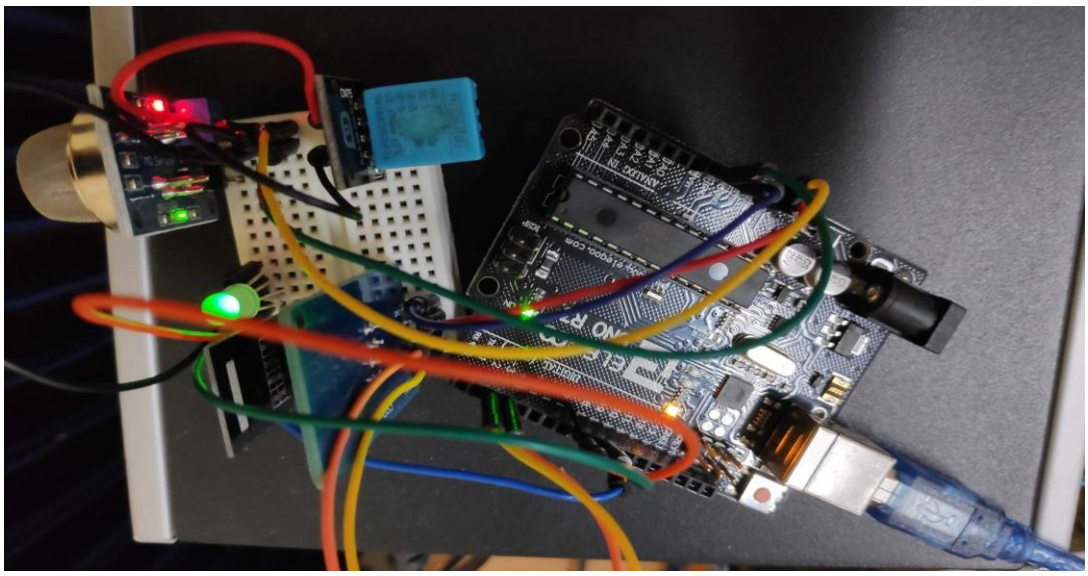
El sensor LED RGB tiene 4 pines:

1. R: Rojo
2. GND: Nuestra masa,
3. G: Verde
4. B: Azul

Placa de desarrollo nodeMCU características:

- Código abierto
- Interactivo
- Programable
- Sencillo
- Inteligente
- Wi-Fi
- Compatible con Arduino
- USB-TTL included, plug&play
- 10 GPIO, 1 analógica.
- FCC CERTIFIED WI-FI module
- PCB antenna

Vamos a realizar un primer montaje sobre arduino y vemos que funciona. Enviando datos por el puerto serie. Comprobamos que los sensores funcionan.

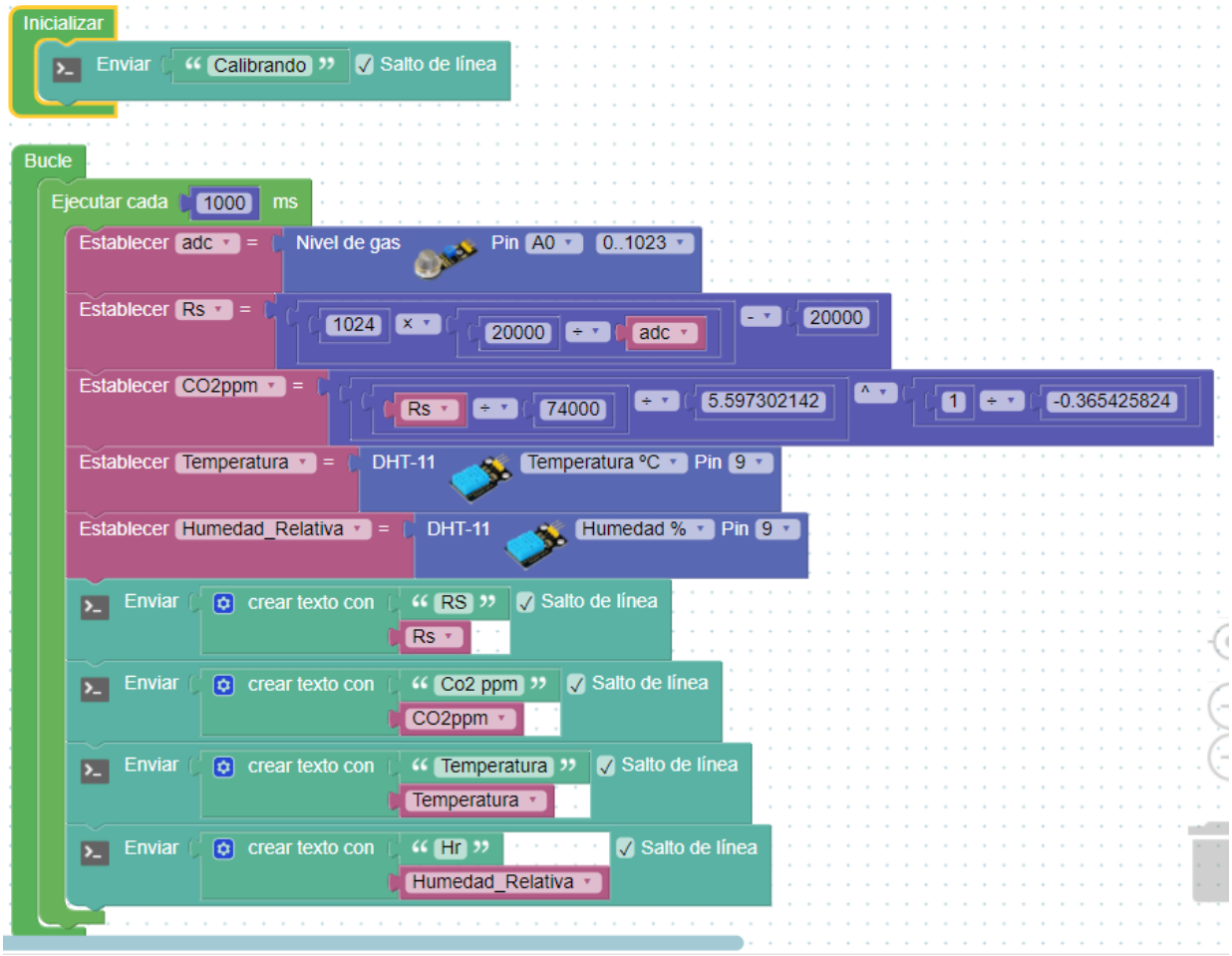


1 Primer montaje con arduino uno, wifi y sensores. Se descarto por voluminoso.

De esta manera con tan solo dos sensores y un led RGB podemos hacer la primera aproximación. Como se puede ver el diseño no es muy compacto y por eso nos gustó más la solución del NodeMCU que trae integrado el módulo wifi.

Guardamos el proyecto pues nos va a servir para calibración de manera rápida del sensor de CO^2.

El programa que hemos utilizado para la calibración en arduinoblock es el siguiente:



2 Programa de calibración del sensor de CO2

Hemos de decir que el sensor MQ-135 realiza una medición de dióxido de carbono convirtiéndolo en un valor de resistencia que será el valor que analiza mi Arduino en su entrada analógica. Por lo que hemos de ser muy minuciosos a la hora de calibrar las medidas.

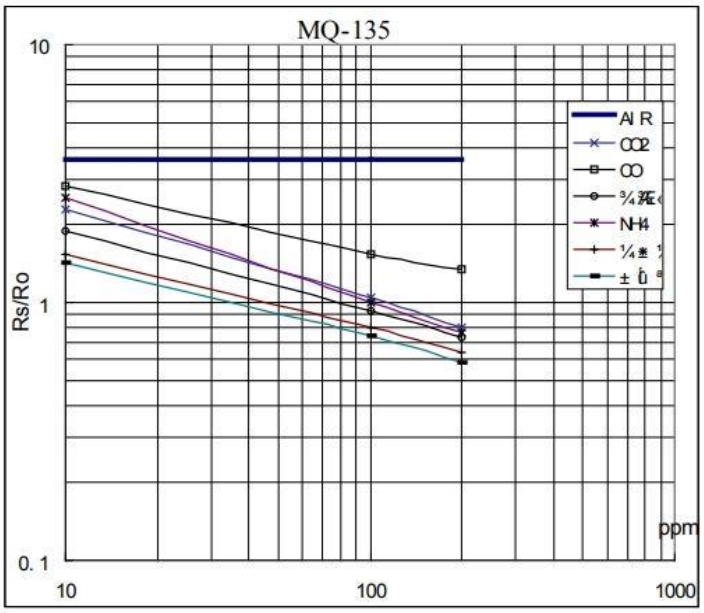


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases.
in their: Temp: 20
Humidity: 65%
O_2 concentration 21%
RL=20kΩ
Ro: sensor resistance at 100ppm of NH_3 in the clean air.
Rs:sensor resistance at various concentrations of gases.

2 Relación entre medición R0 y RS del sensor.

Cuando teníamos la recta de regresión del sensor hemos procedido a la calibración del mismo con otro dispositivo que medía la concentración de CO2

Hemos empleado una tabla en una hoja de cálculo. Realizamos diferentes mediciones a diferentes temperaturas y humedades haciendo que nuestro sensor de los mismos datos que el que sirvió de patrón.

Utilizamos la siguiente fórmula:

$$R_0 = \frac{R_s}{a \cdot ppm^b}$$

Utilizábamos un valor de objetivo (el dado por el medidor de CO_2 patrón), con el valor obtenido de Rs calibramos nuestros sensores para un valor definitivo de R0. Las constantes a y b las hemos obtenido de las especificaciones de nuestro sensor.

La ecuación que hemos de implementar en nuestra Arduino para que de la medida en ppm será:

$$ppm = \left(\frac{1024 \cdot \left(\frac{R_L}{a\,dc} \right) - R_L}{\frac{R_0}{a}} \right)^{\frac{1}{b}}$$

Siendo R_L 20000 Ohm y el resto de valores:

	a	b	Rs	ppm	R0
Aula1	5,59730214	-0,365426	32468	530	57411,3212
Aula2	5,59730214	-0,365426	34250	530	60562,3306
Aula3	5,59730214	-0,365426	35200	530	62242,1617
Aula4	5,59730214	-0,365426	35180	530	62206,7968
Aula5	5,59730214	-0,365426	34200	530	60473,9184
Aula6	5,59730214	-0,365426	33250	530	58794,0874

3 Tabla de datos para calibrar el sensor de CO2 MQ-135

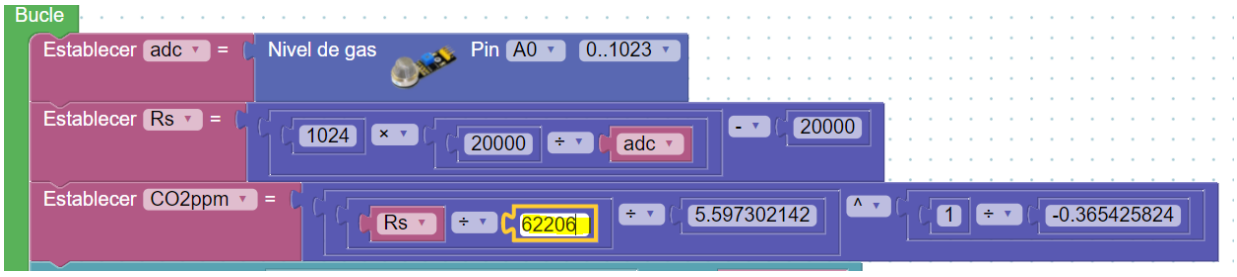
Una vez establecido el valor de R0 para cada sensor este nos va a permitir medir la concentración en ppm de CO2.

Por resumir el proceso, calibramos para unos valores de ppm que nos da nuestro sensor patrón más fiable. Esto nos da una medida de nuestro sensor de RS, lo introducimos en la tabla de regresión y nos arroja un valor de R0, repetimos el proceso con varias medidas de ppm y en condiciones de humedad y temperatura diferentes hasta que conseguimos que nuestro sensor mida lo mismo que el patrón. Este proceso ha sido bastante complejo y muy largo.

Segunda parte.

Arduino, sensores/actuadores y comunicación Wifi por ESP-01.

Sin tocar ningún componente añadimos a nuestro Arduino una conexión wifi, de tal manera que vamos a ver como trabajar con protocolos MQTT, envío de datos a través de dicho protocolo. (Domingo, 2015). Aquí lo que pretendíamos es ser capaces de enviar datos constantemente, almacenarlos y monitorizarlos. Se exponen las conexiones y el método de trabajo en Arduinoblocks. En la primera parte del código como puede verse se realiza el cálculo matemático para convertir la variable que envía nuestro sensor que es una resistencia en un valor medible de ppm CO_2:



4 Parte del código que calcula las ppm teniendo calibrado ya el valor de R0

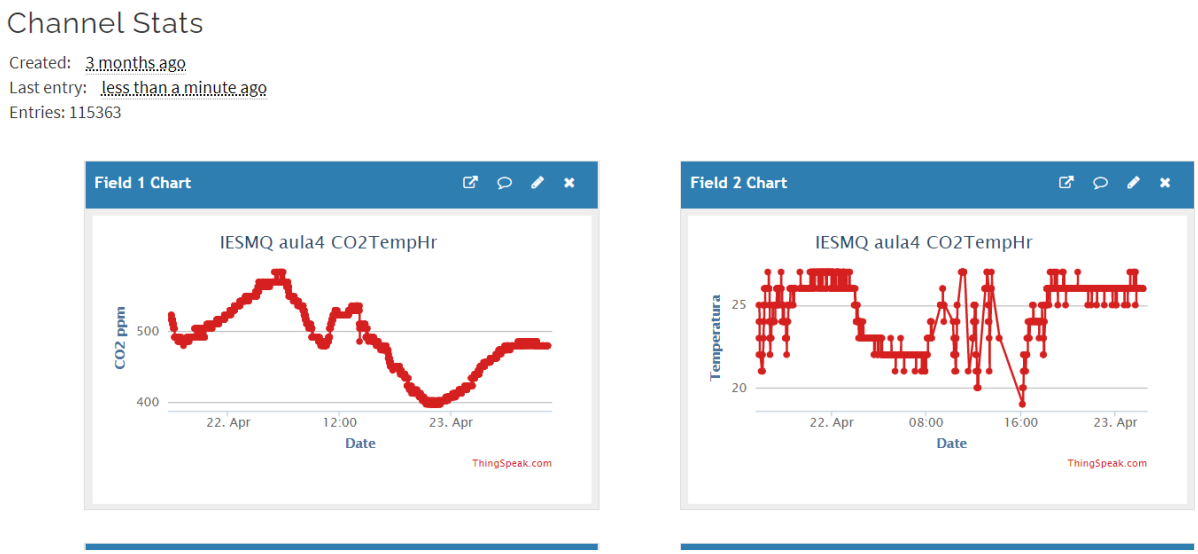
Quedando nuestro código ya completo tanto para el cálculo de CO_2 como para medir temperaturas y Hr, como para envío de datos a thingspeak como sigue:

5 Código programa completo: Colores y envío de datos.

Es el momento de probar el servidor Thinspeak https://thingspeak.com/ y del uso de canales privados para envío de datos y posterior análisis. Vemos las gráficas de las dos últimas horas, los datos van a quedar almacenados hasta los eliminemos. El gran volumen de datos que se genera lo vamos a analizar mediante una hoja de cálculo.

Una vez creamos nuestra cuenta (Solo vamos a crear 2 cuentas),

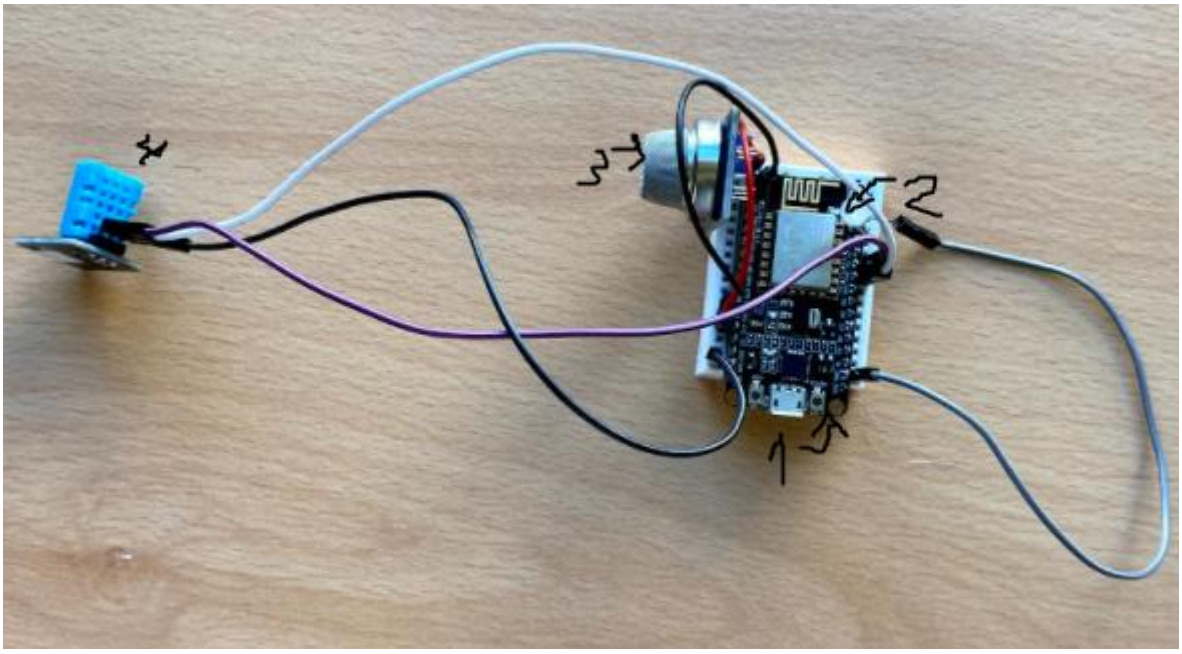
Procedemos a crear 8 canales (la cuenta gratuita permite crear un máximo de 4 canales por usuario). Con los datos hacemos un estudio acerca de la evolución diaria, semanal y mensual:



6 Evolución semanal de CO2 y Temperatura en 4ºA

Tercera parte.

Integración con placa nodeMCU. Miniaturización.



3 Elementos del proyecto: 1. NodeMCU, 2 RGB, 3 Sensor MQ-135 y 4 . Sensor DHT11

Hemos trabajado hasta ahora con la placa arduino y con arduinoblock para su programación. Además, hemos utilizado un servidor en thinspeak. Pero ahora vamos a intentar hacerlo lo más compacto posible para dejarlo colocado en las diferentes aulas de nuestro centro.

Lo único que va a cambiar es identificar las entradas y salidas de nuestro nodeMCU y conectar los sensores a nuestra protoboard de tamaño mínimo. El programa que tenemos es igual de válido, pero adaptándolo a la nueva placa y a sus salidas que se nombran de diferente manera que en Arduino.

Finalización.

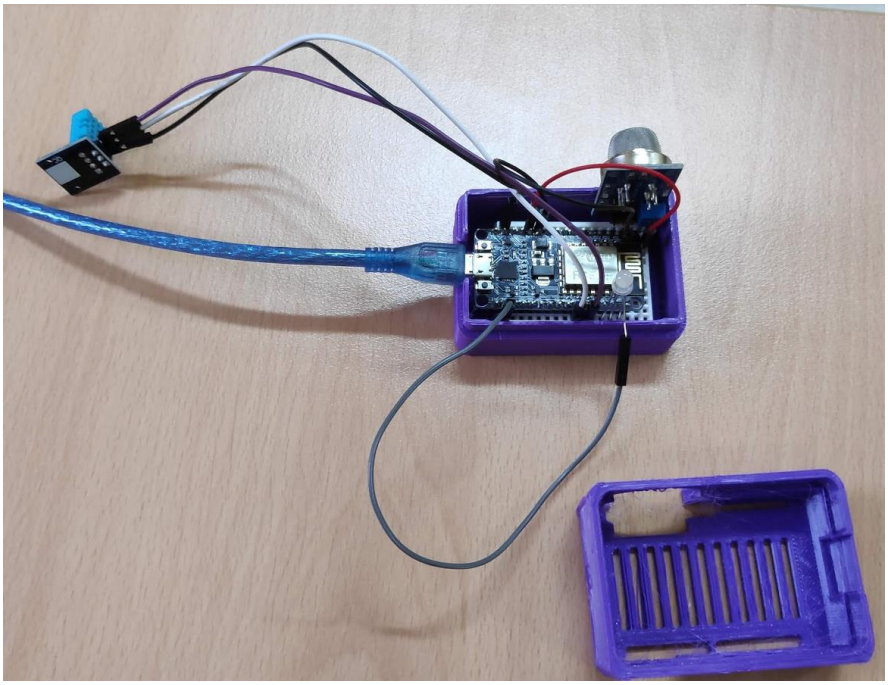
Una vez que conectamos nuestra placa a los monitores de las aulas, entrada USB (Los usamos como fuente de alimentación para las placas), así no tenemos que conectarlos a las paredes y están a la vista del profesor y de los alumnos.

Comienza el envío de datos a nuestra aplicación para su posterior análisis.

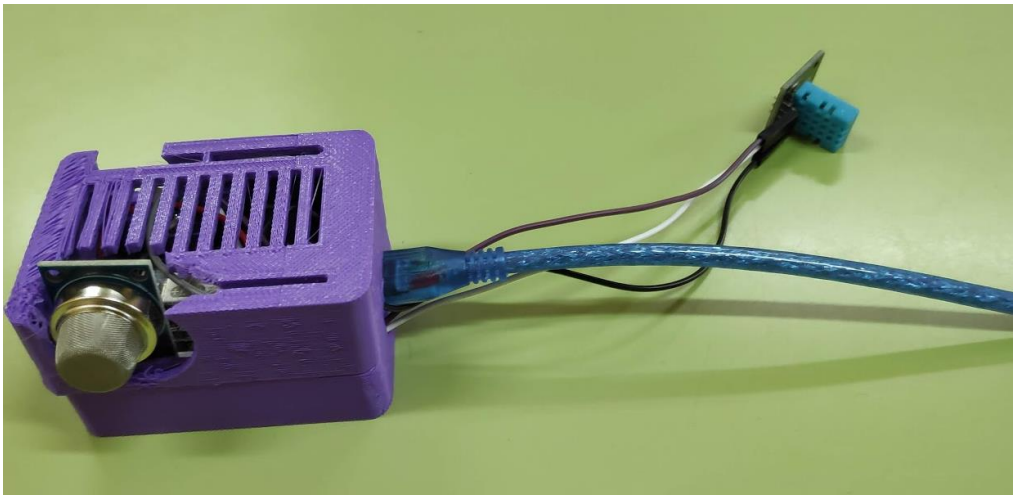
Mediante el código de colores que los alumnos han establecido se puede ayudar en el proceso de ventilación de las aulas.

Medición de CO^2	Color que presenta el led RGB
<700	Verde
>=700 y <800	Azul verdoso
>=800 y <900	Azul
>=900 y <1000	Morado
>=1000 y <1100	Rojo
>=1100	Rojo parpadeando

Por último, hemos creado una caja a modo de protección con la impresora 3D de tal manera que queda protegido de manipulación y solo deja visible el led RGB de aviso.

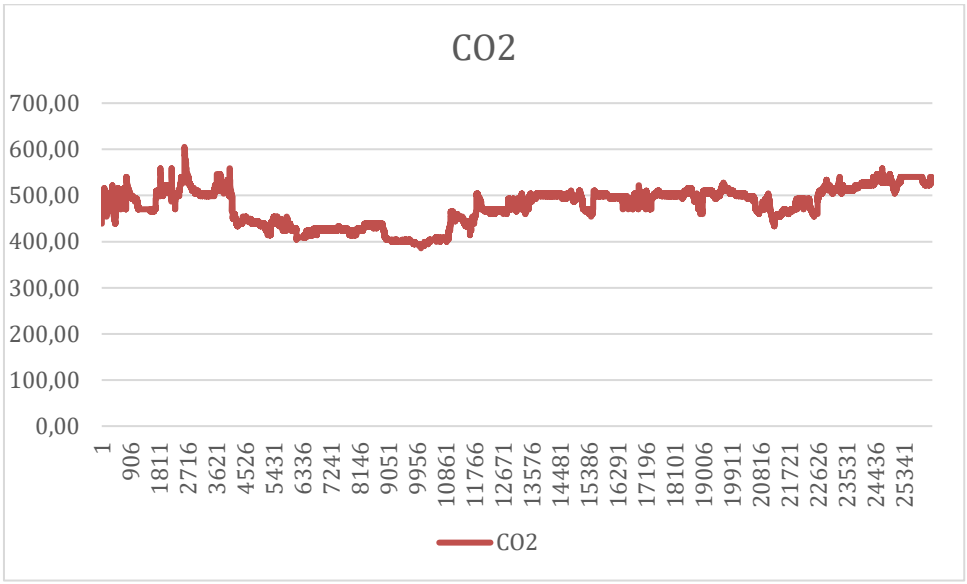


7 Diseño definitivo desmontado, se puede acceder.

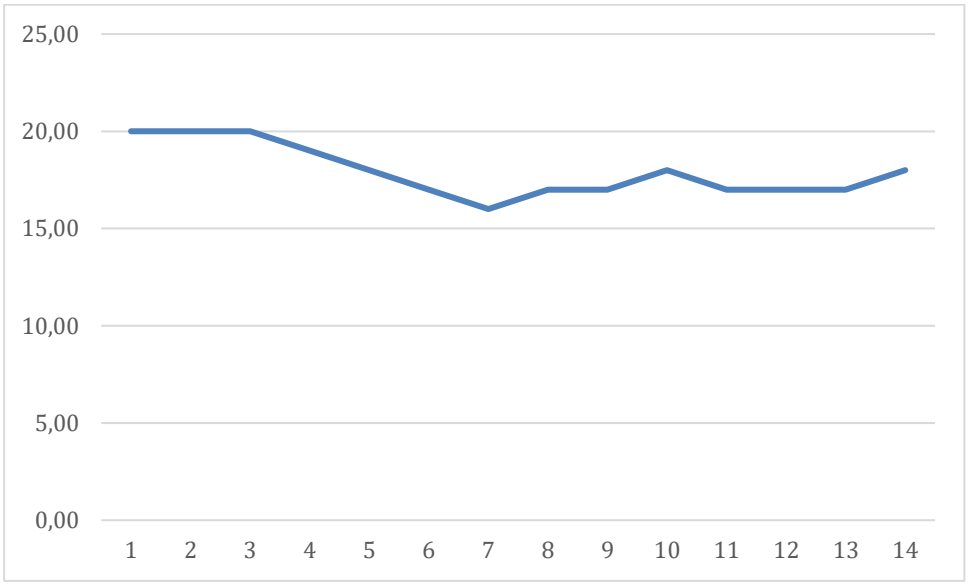


8 Diseño completo con carcasa impresa en 3D

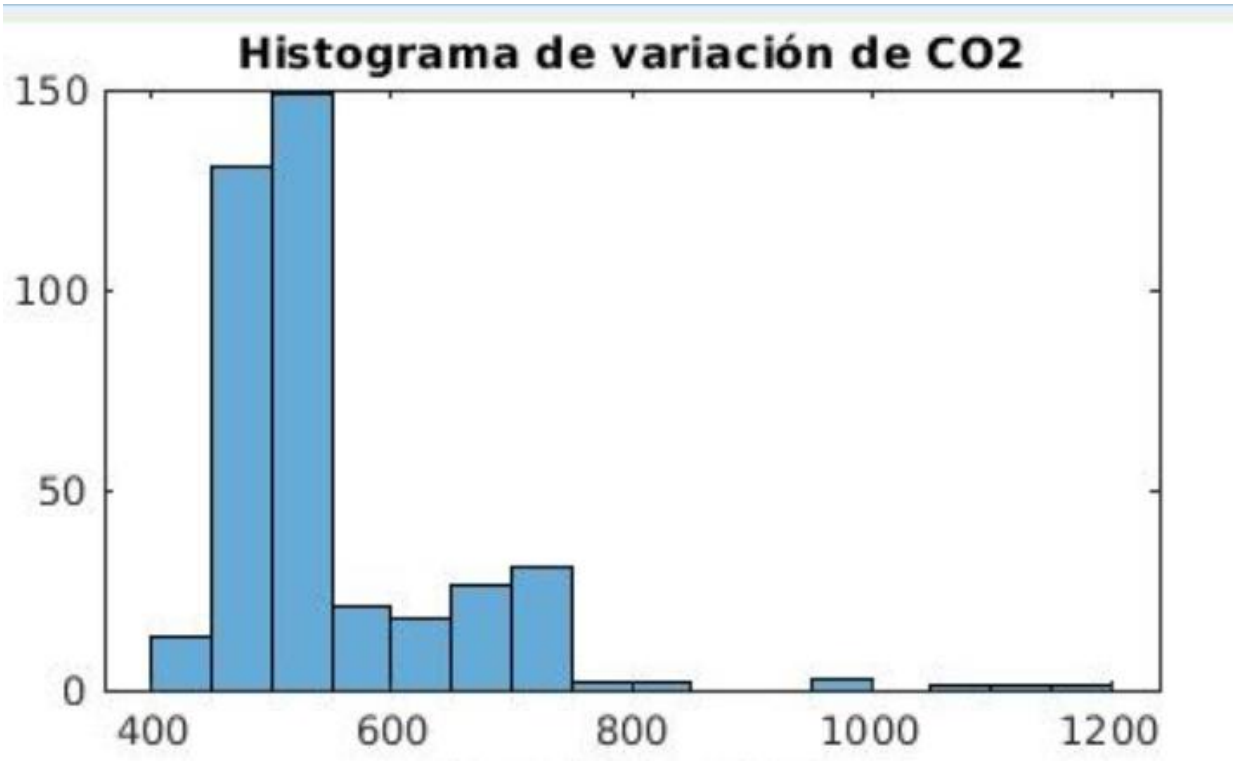
Tras esto se va a publicar y analizar los datos de las aulas estudiadas.



9 Evolución del nivel de CO2 en el aula de 4ºA entre el 19 y 24 de enero.



10 Evolución de las temperaturas en el aula de 4ºA desde el 19 hasta el 24 de enero.



11 Histograma de suma de valores de CO2 en ppm del aula 4ºA durante la tercera semana de abril.

Conclusión

Al finalizar el proyecto hemos dejado funcionando desde el mes de enero 6 dispositivos en cada una de las aulas de un grupo. Se ha comprobado mediante el análisis de datos que están enviando datos a nuestro servidor de IoT.

Hemos sido capaces de calibrar los dispositivos y ayudar en las aulas a una correcta ventilación.

Hemos sido capaces de realizar un programa propio para detectar y enviar datos a la red de una manera segura. Los datos son solo visibles para el centro.

Si fuese posible sería conveniente llevar el proyecto a todas las aulas, pues esto hará posible mejorar la calidad en todos los espacios del centro.

Esperemos que toda esta pesadilla se pase y no siga en el próximo curso, pero los dispositivos pueden quedar, pues además de medir contamintantes y temperatura, nos dan una idea del ambiente en las aulas cumpliendo su misión incluso cuando la transmisión del virus se olvide a ser posible lo más pronto posible.

Bibliografía

Almendros, J. J. (2017). *Programación visual con bloques para arduino.* Alcoy : arduinoblocks.com.

Cuenca, S. L. (09 de 10 de 2020). *Rufian en la red*. Obtenido de MQ-135, CO2 y la ventilación en tiempos de pandemia: https://rufianenlared.com/mq-135/#:~:text=En%20su%20d%C3%ADa%20hablamos%20de,el%20CO2%2C%20entre%20otros

Domingo, P. (2015). *Didactrónica*. Obtenido de @didactronica: https://didactronica.com/

Fernández, J. K. (2019). *Metodología para integrar el diseño en un proceso curricular steam a través del uso de las nuevas tecnologías creativas.* Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño. Valencia: Doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales.

Gabriel Ocaña Rebollo, I. M. (2015). Implantación de la nueva asignatura “Robótica” en Enseñanza Secundaria y Bachillerato. *Investigación en la escuela*, 65-79.

Millán, F. M. (2016). *TFG: Diseño e implementación de un sistema de medida de gases con Arduino.* Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Escuela Universitaria Politécnica de Teruel.