



Sistema de ventilación de doble flujo

Instrumentación

Matias Ariel Ramirez
10 de noviembre de 2023

Índice

1. Introducción y objetivos	2
2. Explicación	2
3. Señales	3
4. Materiales	3
5. Interfaz de Usuario	5
5.1. Flujo de aire de entrada	5
5.2. Flujo de aire de salida	6
6. Funcionamiento	6
6.1. Sistema de Entrada	6
6.1.1. Primera intersección	7
6.1.2. Segunda intersección	7
6.2. Sistema de salida	8
7. Implementación	8
8. Conclusiones	10
9. Bibliografía	10

1. Introducción y objetivos

Se busca diseñar y construir un sistema de ventilación de doble flujo, en el cual se cambiara el flujo de aire dependiendo la temperatura y la calidad del aire, además de proporcionar una interfaz de humano-maquina (HMI). Para su realización es necesario del uso de un microcontrolador, en este caso se usara un Arduino UNO. Esta decisión es debido a la familiaridad que tengo con su uso, la disponibilidad de el por parte de la universidad, además de contar con las características necesarias para la implementación de este proyecto, las cuales se describirán a continuación:

- Dos entradas analógicas para los sensores, siendo una para el control de temperatura y la otra para el control de la calidad del aire.
- Seis salidas analógicas, dos para leds, dos para servomotores y dos para motores (ventiladores).
- Voltaje de salida de 5V o 6V max para Vin, todos los componentes utilizados pueden funcionar con este voltaje.

2. Explicación

La ventilación de Doble Flujo es un sistema de ventilación muy demandado por los profesionales a la hora de conseguir confort y bienestar en el interior de los edificios.

Este sistema, debido a sus características y singularidad, extrae el aire viciado del interior del edificio y lo renueva por aire nuevo, el cual proviene del exterior. Consigue impulsar el aire nuevo a una temperatura cercana a la temperatura del interior, permitiendo de esta forma un ahorro energético óptimo, ya sea en verano como en invierno, mejorando el confort y bienestar de las estancias.

El funcionamiento del Sistema de Ventilación de Doble Flujo es sencillo y eficiente, consiguiendo la calidad del aire que los habitantes del edificio buscan, gracias al recuperador de calor.

Este recuperador de calor funciona mediante un ventilador extractor, el cual atrae el aire de la parte exterior a la parte interior, y un ventilador de impulsión, el cual expulsa el aire de la parte interior a la parte exterior.

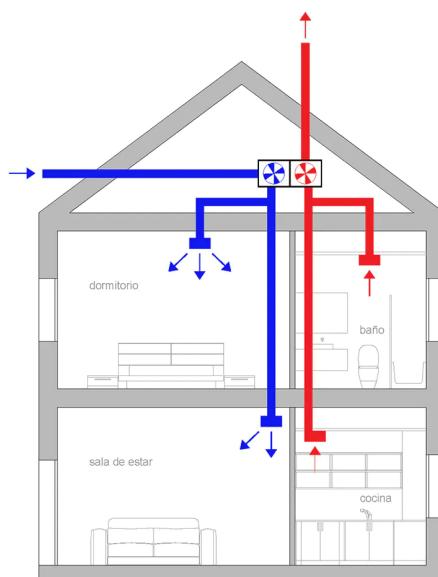


Figura 1: Imagen de ejemplo.

Durante el funcionamiento de este sistema de ventilación, se produce un intercambio de calor entre el aire más cálido y el aire más frío, cruzándose sin que exista una mezcla entre los aires de distinta temperatura y consiguiendo recuperar un gran porcentaje de energía usada para la climatización del aire del interior, el cual de la otra forma se derrochará.

El sistema de entrada se suele colocar en dormitorios y salas de estar, mientras que el de salida se suele colocar en habitaciones húmedas como baños y cocinas.

3. Señales

Gas inflamable (en general) con el sensor mq-2

Temperatura con el sensor LM-35.

4. Materiales

- Un Arduino Uno. Funcionará como el microcontrolador, el cual recibirá las señales de los sensores y enviará señales digitales hacia los leds, ventiladores y servomotores. Utiliza un microcontrolador ATmega328P, cuya velocidad de procesamiento es de 16 MHz (megahercios). Lo cual para censar aire y temperatura es más que suficiente.

El ATmega328P es un microcontrolador de 8 bits, lo que significa que su unidad central de procesamiento (CPU) y su ALU (Unidad Lógica Aritmética) son de 8 bits. La mayoría de las operaciones matemáticas y lógicas se realizan con una precisión de 8 bits. Además, el ATmega328P admite conversión analógica a digital (ADC) con una resolución de 10 bits, lo que permite medir señales analógicas con una precisión de 10 bits. El rango completo de valores de entrada analógica se divide en 1,024 pasos discretos, y la precisión se distribuye en estos pasos. En términos de voltaje, el rango completo se refiere a 0 a 5 voltios. Por lo tanto, la precisión se distribuye en pasos de 5 voltios divididos por 1,024, lo que da como resultado aproximadamente 4.88 mV (milivoltios) por paso. La precisión de las mediciones puede variar, pero generalmente se encuentra en el rango de ± 1 a ± 3 unidades de paso del ADC, lo que se traduce en un error de aproximadamente ± 5 a ± 15 mV en mediciones analógicas en un rango de 0 a 5 voltios. Lo cual es aceptable para nuestro proyecto, ya que se produciría un error adicional aproximado de ± 1.9 ppm/V para el aire y ± 0.01 mV/ $^{\circ}$ C para la temperatura como se verá a continuación.

- Cables macho-hembra y macho-macho.
- Una Protoboard.
- Un mq-2. En un principio se optó por un mq-135, pero al no conseguirlo se optó al mq-2 el cual si estaba disponible en la universidad. Su funcionamiento es el siguiente, cuando el sensor está en contacto con el aire limpio, la resistencia tiene un valor específico. Cuando ciertos gases están presentes en el aire y entran en contacto con el elemento sensor, la resistencia cambia. Este cambio en la resistencia se utiliza para determinar la concentración de gases específicos.

Detecta gases inflamables como metano, propano, butano e hidrógeno. Se utilizará un encendedor el cual está compuesto por Benceno y Butano para comprobar su funcionamiento. El rango de voltaje de salida puede estar en el intervalo de 0 a 5 voltios, donde 0 V indica una concentración mínima (300 ppm) o la ausencia del gas detectado, y 5 V indica una concentración máxima (10000 ppm). Además tiene un rango de 300-10000ppm para gas combustible, a nosotros nos sirve, debido a que se usará 600 ppm para activar el filtro de aire.

Para saber el ppm que hay se puede utilizar la ecuación de la recta para una estimación general o calculando la ecuación del combustible en si que se va a tratar, el gráfico de las curvas de los gases se puede ver en la figura ?? Utilizando la ecuación de la recta:

$$y = mx + b$$

$$m = (10000 - 300) \text{ ppm} / 5V = 1940 \text{ ppm/V}$$

Debido al calentador es necesario esperar un tiempo de calentamiento para que la salida sea estable y tenga las características que el fabricante muestra en sus datasheet, dicho tiempo dependiendo del modelo puede ser entre 12 y 48 horas. Consumo menos de 800mW

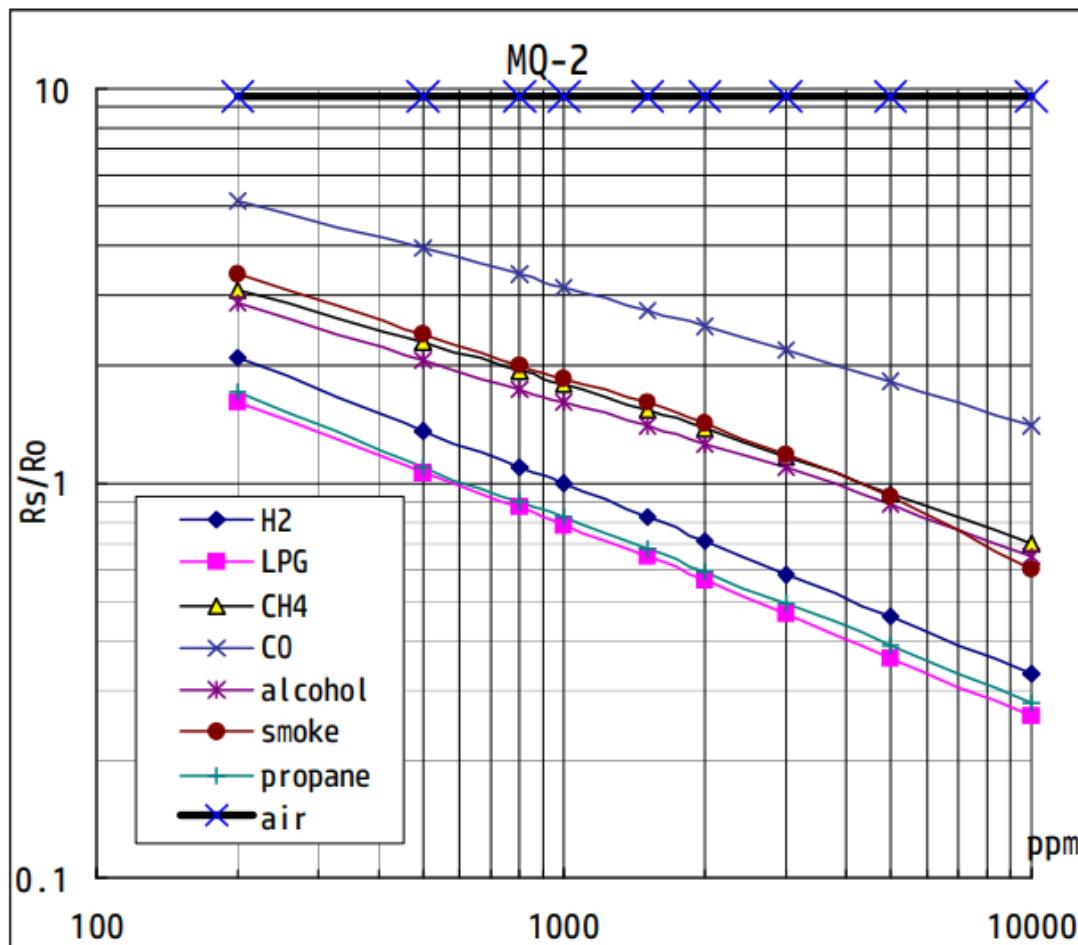


Figura 2: Curvas de gases.

- Un LM-35. Esta calibrado para medir directamente en grados Celsius (Centígrados). Tiene un factor de escala lineal de +10 mV/°C, además de 0,5°C de precisión a +25 °C. Su rango de trabajo es de -55 °C a +150 °C .Funciona con alimentaciones entre 4V y 30V, lo cual es perfecto para nuestro proyecto. Consumo menos de 60 uA. Es de bajo auto-calentamiento (0,08 °C en aire estático) y de baja impedancia de salida, 0,1W para cargas de 1mA.
- Dos servomotores SG90. Se utilizaran para desviar el flujo de aire. Su torque de peso es de 1.5 kg lo cual es mas que suficiente para mover las claquetas que desviaran el aire. Además que su rango de movimiento es de 180°, siendo que nosotros necesitamos 0°, 45° y 90°. Y su velocidad de movimiento es 0.09 (Sec/60deg), suficiente para nuestro proyecto.
- Dos ventiladores de 80 x 80 mm. Serán utilizados para simular los ventiladores de entrada y salida. Da 1400 RPM, suficiente para nuestro proyecto.
- Dos MOSFET. Estos se usaran para controlar la corriente que entra a los ventiladores.

- Tres leds (Verde, Rojo y Azul en lo posible), son para indicar si esta encendido, el proyecto, el filtro de calor y el filtro de aire.
- Dos resistencias de 10k Ohms.
- Tres resistencias de 330 Ohms.



Figura 3: Componentes.

5. Interfaz de Usuario

Consta de una sección del flujo de aire de entrada y otra del flujo de aire de salida. Se puede ver en la figura 4. Y en la figura 5 se puede ver la sección de control del programa.

5.1. Flujo de aire de entrada

Se visualizarán los valores de temperatura y parte por millón (ppm) a la izquierda. Mediante estos valores, se modifica el flujo de aire, el cual se mostrará mediante un sistema de ductos. Además, hay 3 leds que indican si está encendido, si el filtro de calor está encendido o si el filtro de aire está funcionando.

5.2. Flujo de aire de salida

Se visualizará el sistema de ductos el cual muestra el flujo de aire. Se podría agregar otro sensor de aire para el interior de la propiedad, el cual controlará la velocidad de los ventiladores dependiendo de la cantidad de ppm que capte el sensor.

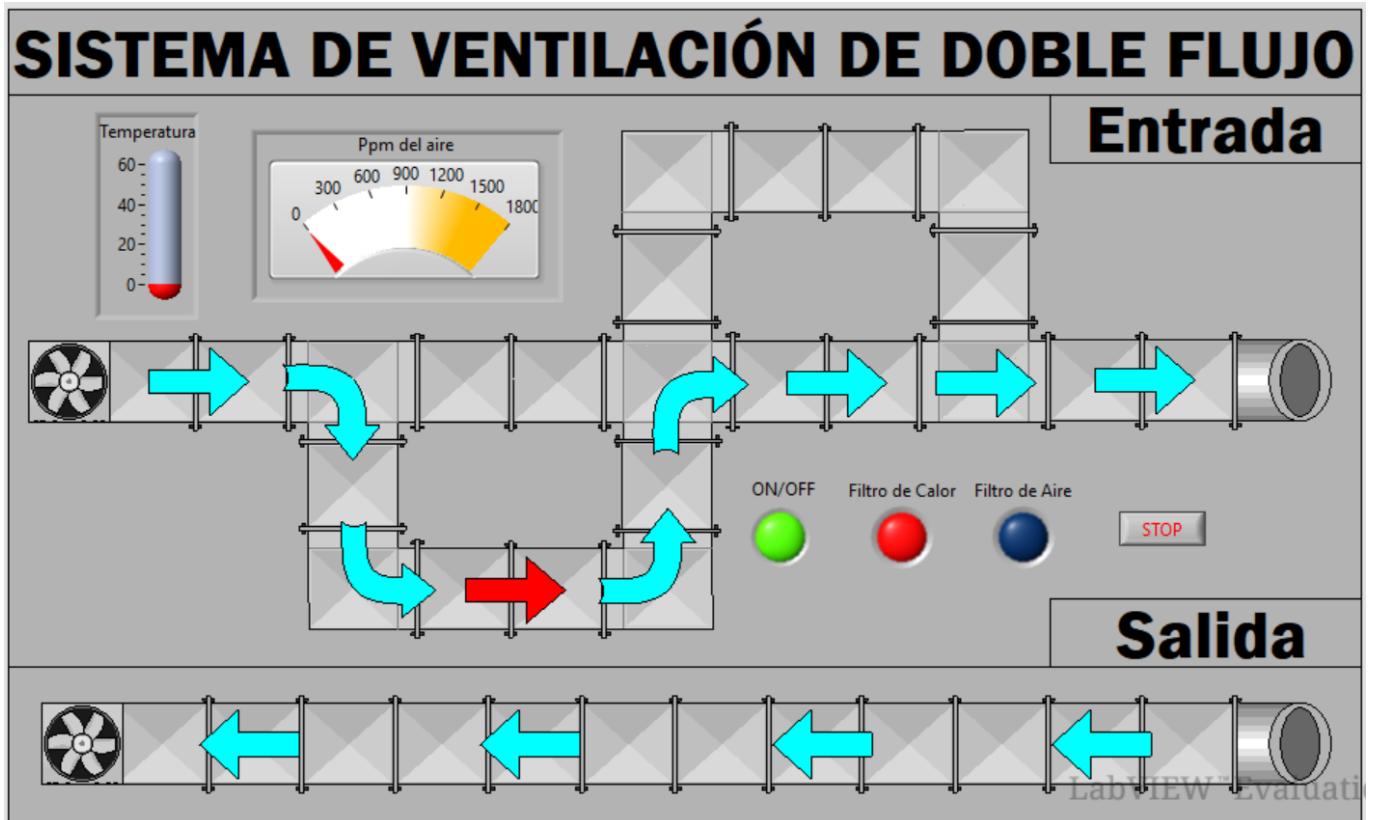


Figura 4: Interfaz de usuario.

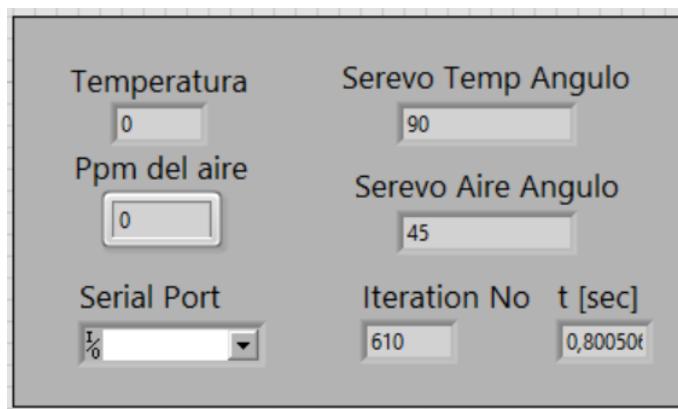


Figura 5: Sección de control.

6. Funcionamiento

6.1. Sistema de Entrada

El sistema consta de 2 sensores, un mq-135 para la calidad de aire, el cual debido a no poder conseguirlo se optó por un mq-2 que sirve para gases inflamables (en general) y un lm-35 para la

temperatura, también de 2 servomotores, uno para la primera intersección y el otro para la segunda intersección y por último de un ventilador.

El sensor lm-35 irá conectado mediante su pata de salida a la pata de A3 del arduino uno. Su función es detectar y mostrar la temperatura que hay en el aire en °C. Cuando la temperatura sea menor a 22°C se encenderá un led el cual indicará que se activa el filtro de calor, en caso contrario se mantendrá apagado. Además controlara el servomotor de la primera intersección y también, de forma conjunta con el mq-2, controlara el servomotor de la segunda intersección.

Esto se usa principalmente en invierno para que el aire que entre, no enfrié la temperatura de la propiedad (mantenerlo estable en 22°C).

El sensor mq-2 irá conectado mediante su pata A0 a la pata A4 del arduino uno. Su función es detectar y mostrar el ppm de los gases inflamables que hay en el aire. Cuando el ppm sea mayor a 600°C se encenderá un led el cual indicará que se activa el filtro de aire, en caso contrario se mantendrá apagado. Además controlara el servomotor de la segunda intersección, de forma conjunta con el lm-35

Esto se usa principalmente en ciudades con el aire contaminado o simplemente para mantener un aire excelente.

6.1.1. Primera intersección

El servomotor para la primera intersección irá conectado a la pata 3 del arduino uno. Su funcionamiento es la siguiente:

Cuando el sensor lm-35 detecte que la temperatura es mayor o igual a 22°C, el servomotor se pondrá en 0°, se puede observar en la figura 6a.

Cuando el sensor lm-35 detecte que la temperatura es menor a 22°C, el servomotor se pondrá en 90°, se puede observar en la figura 6b.

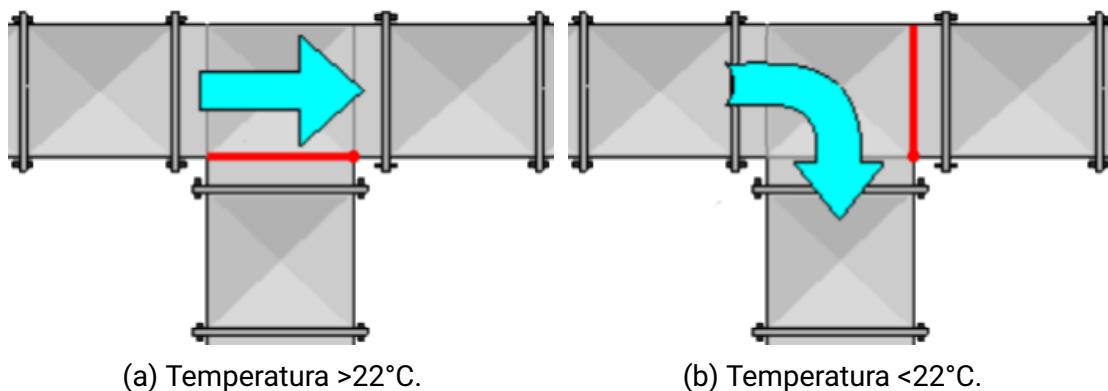


Figura 6: Primera intersección.

6.1.2. Segunda intersección

El servomotor para la segunda intersección irá conectado a la pata 11 del arduino uno. Su funcionamiento es la siguiente:

Cuando el sensor lm-35 detecte que la temperatura es mayor o igual a 22°C y el sensor mq-2 detecte que el ppm es menor o igual a 600, el servomotor se pondrá en 0°, se puede observar en la figura 7a.

Cuando el sensor lm-35 detecte que la temperatura es menor a 22°C y el sensor mq-2 detecte que el ppm es menor o igual a 600, el servomotor se pondrá en 45°, se puede observar en la figura 7b.

Cuando el sensor lm-35 detecte que la temperatura es mayor o igual a 22°C y el sensor mq-2

detecte que el ppm es mayor a 600, el servomotor se pondrá en 45°, se puede observar en la figura 7c.

Cuando el sensor lm-35 detecte que la temperatura es menor a 22°C y el sensor mq-2 detecte que el ppm es mayor a 600, el servomotor se pondrá en 90°, se puede observar en la figura 7d.

Ambos ventiladores comenzarán a andar cuando se encienda el dispositivo y se mantendrá encendido siempre, e irán conectados a la pata de "Power" Vin del arduino uno. Además de estos ventiladores, habrá un led que se encenderá cuando se encienda el dispositivo y se mantendrá encendido siempre, esté simplemente indica que el dispositivo está encendido.

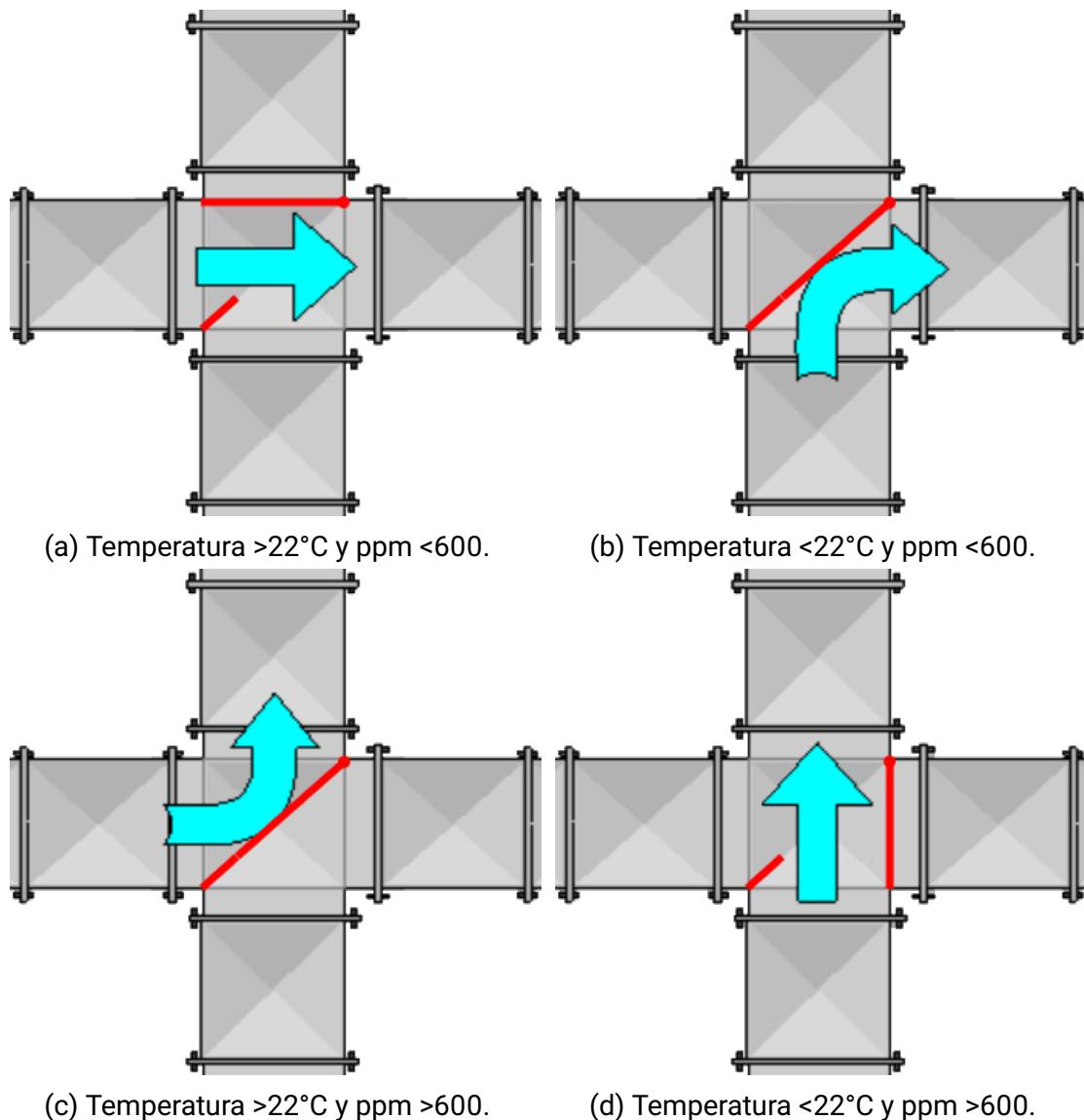


Figura 7: Segunda intersección.

6.2. Sistema de salida

Se usará un ventilador para llevar el aire del hacia afuera.

7. Implementación

Para implementar el proyecto se realizó la siguiente implementación en protoboard, vista en la figura 8, la cual cuenta con los materiales nombrados en la sección de materiales.

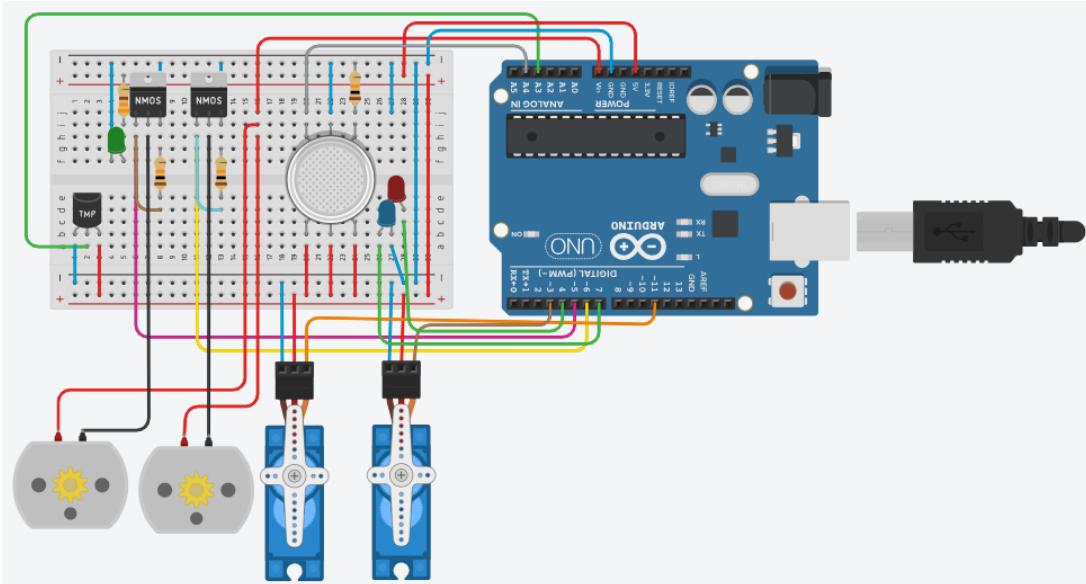


Figura 8: Implementación en protoboard.

Los motores están sustituyendo los ventiladores y el sensor mq-2 es reemplazado por un sensor de gas genérico, esto debido que en la pagina "TinkerCAD" no existen estos componentes.

Al implementar el circuito se pudo comprobar que todas las funciones andaban tal y como se había planeado a excepción del lm-35 que era muy volátil. Una foto de la implementación se puede ver en la figura 9.

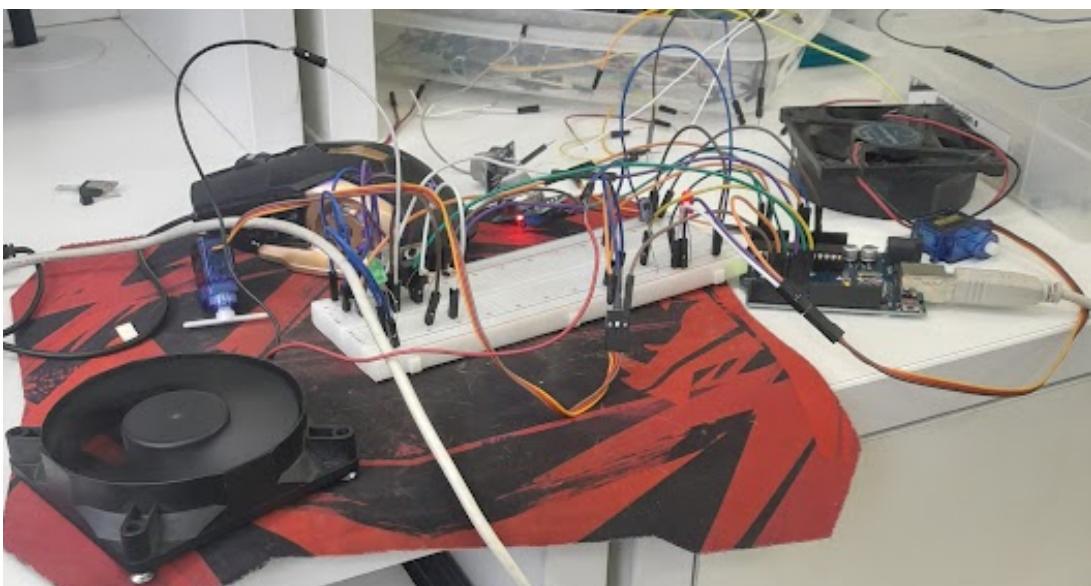


Figura 9: Foto mientras se probaba el circuito.

Para finalizar, se realizó la siguiente maqueta que se puede ver en la figura 10, la cual del lado izquierdo entraría el aire mediante un ventilador y del lado derecho saldría el aire.

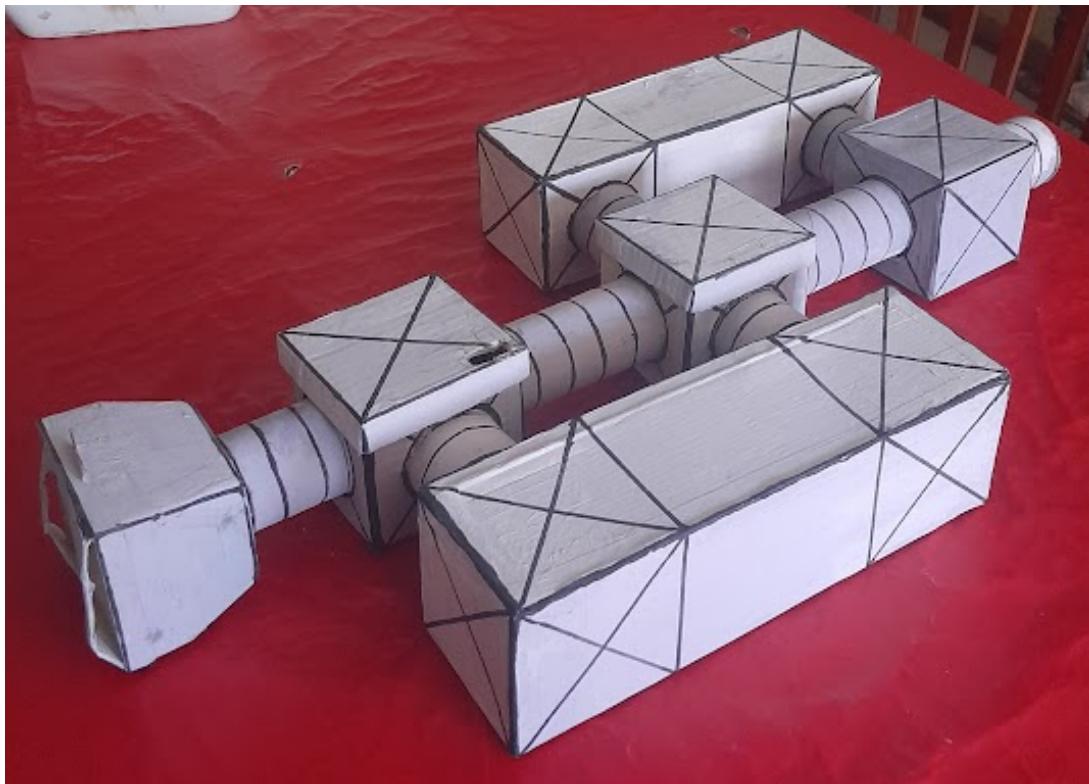


Figura 10: Maqueta del proyecto.

8. Conclusiones

Tras la realización de este proyecto, he logrado realizar lo propuesto de controlar los servomotores utilizando cada uno de sus sensores. A pesar de no poder conseguir el sensor de calidad de aire mq-135 (NH₃, Benzene, Alcohol, humo) y tener que reemplazarlo por un mq-2.

Me ha permitido aumentar nuestros conocimientos con nueva metodología como es el arduino y el LABView, además de mejorar con el armado de circuitos en protoboard.

Como antes se menciono, se podría mejorar usando un sensor mq-135 en vez de un mq-2, que cumple mejor con la funcionalidad del proyecto. Además, se le podría agregar los filtros, los cuales podrían ser un filtro HEPA para o de habitáculo (antipolen) para el filtro de calidad de aire, y algún componente para calentar el aire para el filtro de calor. Este ultimo se le podría hacer la mejora, o hacer otro, de agregarle un valor máximo de temperatura, en el cual al pasar cierta cantidad, por ejemplo 30°C, se active un filtro para enfriar el aire funcionando como un aire acondicionado haciendo que esta funcionalidad este presente solo en los meses fríos del año, como puede ser el invierno. La idea de esto ultimo sería mantener el aire entre 22°C y 30°C.

9. Bibliografía

- Sistema de ventilación de doble flujo.¹
- Sensores de gas.²
- Sensores de gas con arduino.³

¹<https://www.siberzone.es/sistemas-de-ventilacion/ventilacion-de-doble-flujo/>

²<http://www.china-total.com/Product/meter/gas-sensor/Gas-sensor.htm>

³https://naylampmechatronics.com/blog/42_tutorial-sensores-de-gas-mq2-mq3-mq7-y-mq135.html

- Tutorial sensor de gas mq-2.⁴
- (1) Tutorial sensor de temperatura lm-35.⁵
- (2) Tutorial sensor de temperatura lm-35.⁶
- (3) Tutorial sensor de temperatura lm-35.⁷
- Video tutorial sobre servomotores.⁸
- Guia sobre filtros HEPA.⁹
- Filtro antipolen.¹⁰
- Filtro habitaculo.¹¹
- Calentar aire.¹²
- CO₂ en el aire.¹³
- Datasheet MQ-2.¹⁴
- Datasheet LM-35.¹⁵
- Datasheet servomotor.¹⁶
- Datasheet Arduino UNO.¹⁷

⁴<https://hetpro-store.com/TUTORIALES/sensor-de-gas-mq2/>

⁵<https://electronicagerman.wordpress.com/2017/05/22/lm35-arduino-desde-labview/>

⁶<https://electronicaalvarosjm2.wordpress.com/arduinolabview/>

⁷<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/leer-el-sensor-de-temperatura-lm35-en-arduino/>

⁸<https://www.youtube.com/watch?v=XWiINNCImEc>

⁹<https://www.trusens.com/es-mx/news/blog/guÃ±a-de-filtros-hepa-quÃl-son-y-cÃsmo-funcionan/>

¹⁰<https://www.ro-des.com/mecanica/filtro-de-poleno-antipolen-que-es-y-para-que-sirve/>

¹¹<https://www.mister-auto.ar/consejos-mantenimiento/el-filtro-de-habitaculo/>

¹²<https://www.vulcanic.com/es/calentamiento-gases/>

¹³<https://www.stadiumvenecia.com/practica-deporte-en-un-ambiente-seguro/>

¹⁴<https://www.mouser.com/datasheet/2/321/605-00008-MQ-2-Datasheet-370464.pdf>

¹⁵http://www.sophphx.caltech.edu/Physics_5/Data_sheets/lm35.pdf

¹⁶<https://datasheetspdf.com/pdf-file/791970/TowerPro/SG90/1>

¹⁷<https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>