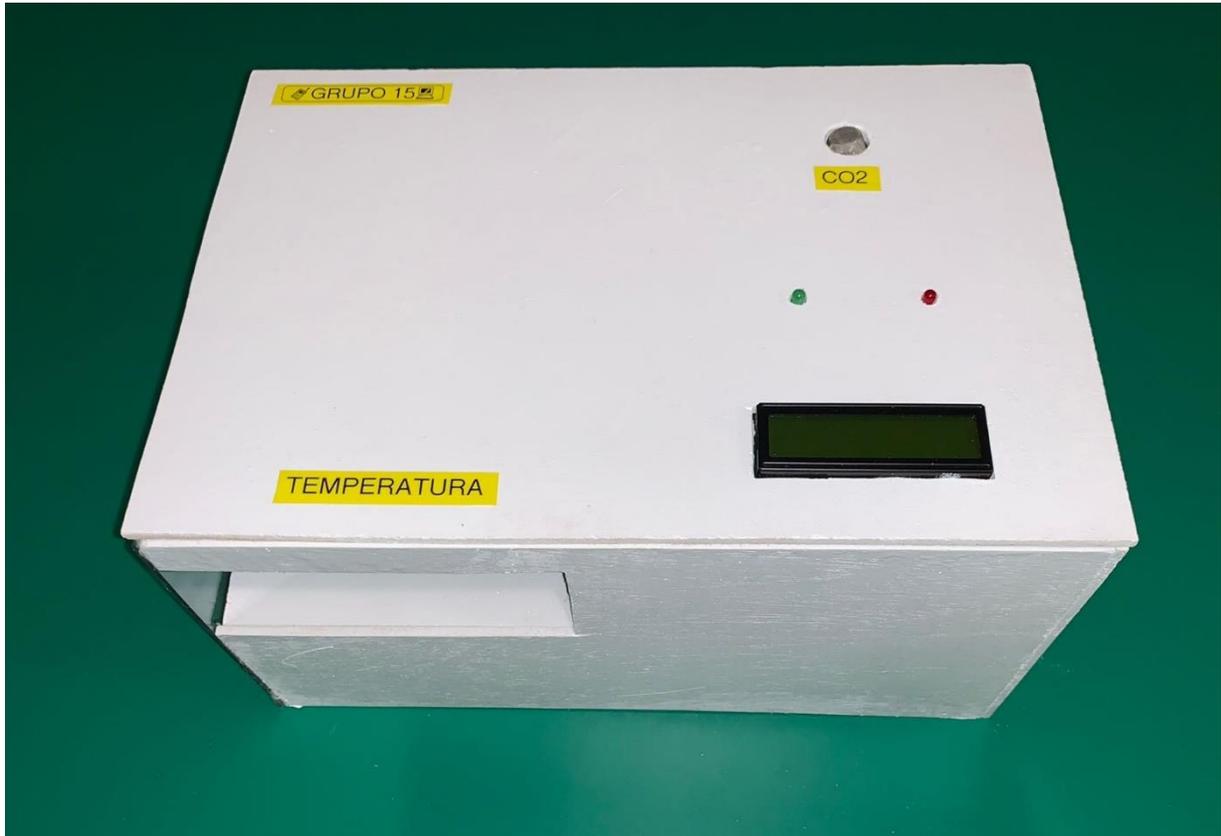


14 DE MAYO DE 2021



ESTACIÓN COVID

SISTEMAS EMPOTRADOS Y DE TIEMPO REAL
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN AL PROYECTO	1
2.	AUTORES	1
3.	MATERIALES Y PRESUPUESTO	1
4.	FUNCIONAMIENTO.....	2
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	2
5.1.	Construcción de maqueta	2
5.2.	Construcción de la estructura	3
5.3.	Esquemas y Circuitos	4
5.4.	Código Fuente	5
6.	PROBLEMAS Y SOLUCIONES	8
6.1.	Problemas de Hardware.....	8
6.2.	Problemas de Software.....	9
6.3.	Problemas generales y de diseño.....	9
7.	POSIBLES MEJORAS	10
8.	CONCLUSIONES.....	10
9.	BIBLIOGRAFIA.....	11

1. INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

El proyecto realizado, se basa en la construcción de una ‘Estación COVID-19’. El funcionamiento de esta “Estación COVID-19” consiste en leer la temperatura corporal de una persona a través de la temperatura de la palma de la mano, medir la concentración de CO2 en un habitáculo cerrado y la temperatura ambiental de este.

Debido a la emergencia sanitaria actual, hemos decidido realizar este proyecto con la finalidad de mejorar la seguridad en sitios cerrados.

2. AUTORES

- Jesús Emilio Blanquer Carot.
- Aioub El Ismaili Bouyeddou.
- Sergio Martín Hernández.

3. MATERIALES Y PRESUPUESTO

Los materiales¹ que hemos utilizado para la realización de esta práctica son los siguientes:

Nombre	Unidades	Precio
Placa de Arduino uno	1	-
Cables		4€
Portapilas	1	-
Pilas de 1,5V	4	-
Leds	3	-
Sensor de temperatura mlx 90614	1	16,99 €
Sensor de gas mq 135	2	8 €
Sensor de movimiento PIR AM312	3	8,79€
Placas de conexiones	2	-
Potenciómetro 1K	1	0,5€
Pantalla lcd 16x2	1	-
Resistencias de 1KΩ	3	-
Zumbador	1	-
Interruptor	1	-
Planchas de madera	2	8 €
Plancha de metacrilato	1	2,99 €
Pintura	1	4,90 €
Spray	1	2,99 €
Estaño	1	-
Lija	1	-

¹ Aquellos elementos cuyos precios se reflejan con un guion, se debe a que o bien los teníamos en propiedad o, se nos proporcionaban por parte de la universidad.

También mencionar las herramientas utilizadas, que han sido:

- Soldador de estaño
- Sierra de calar
- Taladro
- Multímetro
- Pistola termofusible

Por lo tanto, para llevar a cabo un proyecto de estas características, el presupuesto total asciende a la cifra de 57,16 €.

4. FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de esta “Estación COVID-19” es muy sencillo, para poner en marcha la estación, se inicia con un interruptor que le proporciona unos 5V aprox. de alimentación, esto dependerá de la carga de las pilas en ese momento. Una vez encendida la estación, la pantalla comenzará a mostrar los valores de los que los sensores tanto el de CO2 como el de temperatura ambiental; es posible que tarde unos segundos en mostrar valores más precisos ya que hasta que no estén en pleno funcionamiento los sensores no adquirirán un nivel óptimo de rendimiento.

Para medir la temperatura corporal, el individuo deberá introducir su mano en la cavidad de manera que, tras introducirla, el sensor de movimiento situado dentro de la misma se activará y el sensor de temperatura empezará a medir la temperatura corporal de la palma de la mano.

En cuanto a las mediciones que realice el sensor de CO2, si esta se es inferior a 700 ppm (partes por millón), se encenderá el led de color verde que denotará una calidad de aire buena, mientras si los valores de la medición se encuentran entre 700 y 800 ppm se encenderá el led rojo indicando que la calidad del aire no es muy buena y, por último, en el caso que se superen los 800 ppm, además de encender el led rojo, se hará sonar una alarma a través del buzzer y se mostrará por pantalla un mensaje recomendando que se abandone el lugar durante unos segundos. La alarma estará sonando hasta que los valores de la medición desciendan a valores más normales.

Con respecto a las mediciones que realice el sensor de temperatura, se ha establecido que, en el caso de que la persona excediese la temperatura ‘normal’ (37,7 °C), se le pedirá que realice una nueva toma de temperatura, con el fin de verificar si la primera medición ha sido error del sensor, de forma que, si en la segunda medición el valor continúa siendo anómalo, se le denegará el acceso al lugar, ya que podríamos estar ante un posible síntoma de covid.

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

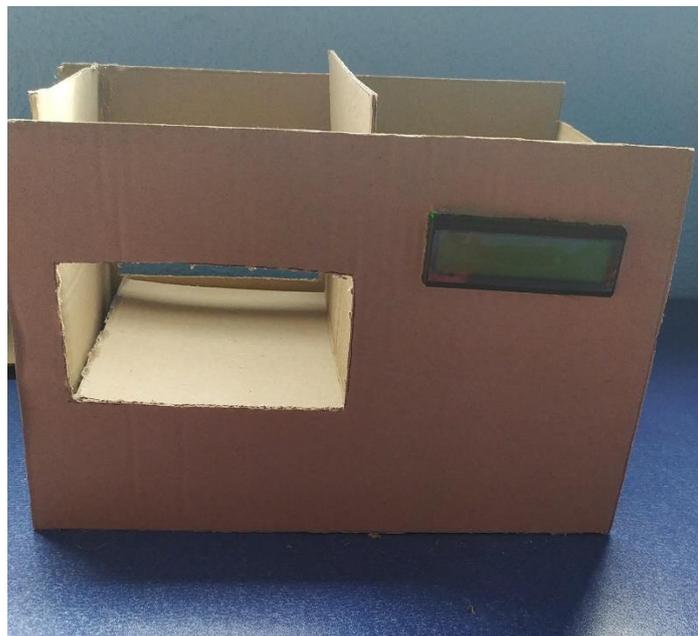
5.1. Construcción de maqueta

Una vez que decidimos el proyecto a realizar, tuvimos que hacer un diseño para este y ver cuál era la manera más adecuada de obtener la información a través de los sensores. Para ello, tras pensar un poco en el diseño, decidimos realizar una maqueta a escala real para hacernos la idea de cómo quedaría cada componente y obtener así un acabado final de mejor calidad.

Además, para ahorrar en los costes del proyecto utilizamos cartón ya que además de ser algo muy común en las casas, es un material maleable por lo que podíamos trabajar en él con bastante facilidad. Tras realizar la maqueta, nos dimos cuenta de que había que cambiar algunas cosas de lugar, así como también hacer el diseño un poco más grande.

Lo bueno de hacer una maqueta antes de utilizar el material final, es que podemos darnos cuenta de los errores de diseño que se nos habían pasado en un primer instante y sobre todo las mejoras que podríamos realizar.

Las medidas de esta maqueta son: 24cm de largo, 15,3 cm de ancho y 16 cm de alto. Las planchas de la parte frontal y posterior cuentan con un hueco de tamaño 10,5 cm de largo y 5,2 cm de alto para introducir la mano. Además, la plancha frontal cuenta con otro espacio con las medidas de la pantalla lcd, que son 7,2cm de largo y 2,6cm de alto.

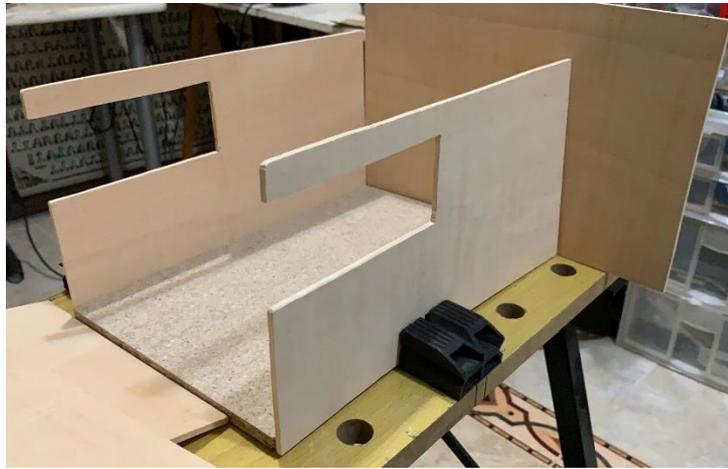


5.2. Construcción de la estructura

Para la construcción de este proyecto, hemos utilizado 2 planchas de madera y una de metacrilato. A partir de las referencias obtenidas en la maqueta, solo teníamos que llevar las mejoras propuestas de esta al material final. Para ello, utilizamos una sierra de calar para cortar cada pieza de madera al igual que la plancha de metacrilato, también usamos una segueta para cortar en las partes interiores de cada pieza y por último una máquina de hacer taladros con broca para madera obviamente.

Una vez que disponíamos de todas las piezas cortadas y lijadas, hicimos uso de cola para pegar las piezas de la base de nuestra caja y las aseguramos con unos clavos. Como el proceso de pegar con cola es un poco lento, para el resto de piezas utilizamos una pistola termofusible ya que el proceso es mucho más rápido y el acabado es similar.

Después de montar toda la estructura, decidimos pintar la estructura en este caso usando el color blanco para así también tener un acabado más elegante y visual sin quitar protagonismo al resto de componentes.

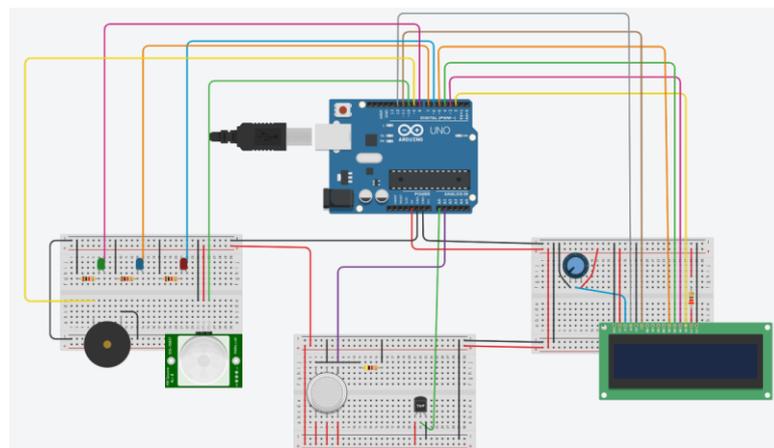


5.3. Esquemas y Circuitos

Debido a todos los problemas que tuvimos con el hardware, nos vimos obligados a utilizar esta aplicación disponible en tinkercad, con la que realizamos el circuito y programamos gran parte de código final.

A pesar de que los sensores no eran los mismos que teníamos, excepto el sensor pir, nos ayudaron un poco a conseguir un resultado bastante bueno, pero principalmente nos ayudó a seguir un esquema a la hora de montar el circuito y así evitar confusiones y problemas con los cables. Aunque el circuito final no es exactamente el mismo ya que se ha simplificado un poco sobre todo al usar las placas de conexiones para simplificar el espacio y las conexiones para el sensor de gas que nos proporciona tinkercad, el resto del circuito es el mismo que se aprecia en la imagen.

Respecto al circuito de la imagen, se puede observar todas las conexiones de una forma clara, donde cada componente tiene o bien una conexión al pin de 5v o a los pines digitales o ambos y otra conexión al pin de tierra (GND) de la placa de arduino



5.4. Código Fuente

Dentro del código se pueden diferenciar tres partes: importación de librerías y declaración de variables, sección **setup** y sección **loop**.

- **Librerías y Variables**

Como se puede observar, únicamente se emplearon dos bibliotecas o librerías. Estas son **<LiquidCrystal.h>** y **<Adafruit_MLX90614.h>**. La primera de ellas, se emplea para poder acceder a los métodos que nos permitan manipular la pantalla lcd; mientras que la otra se utiliza para facilitar el manejo y control del sensor de temperatura.

En cuanto a la definición de las variables, encontramos las declaraciones de los diferentes pines con sus respectivos componentes, así como la instanciación de los objetos para manipular el display y el sensor de temperatura.

```
// LIBRERIAS
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>

//DEFINICION DE VARIABLES
const int rs = 12, en = 11, d4 = 5, d5 = 4, d6 = 3, d7 = 2;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

Adafruit_MLX90614 sensorMlx = Adafruit_MLX90614(); // creamo
float valorTem = 0; // Varial
float valorTem2 = 0; // Varial

int sensorCo2 = 0; // pin analogico A0
int valorCo2 = 0; // Variable que almacena el valor del

int ledRojo = 8; // pin 8 digital
int ledAzul = 13; // pin 13 digital
int ledVerde = 7; // pin 7 digital
int zumbador = 9; // pin 9 digital

int sensorPir = 10; // pin 10 digital
int valorPir = 0; // Variable que almacena el valor del
```

- **Sección setup()**

Dicha parte del código se emplea para inicializar y configurar los diferentes objetos con el método **begin()**. Además, se define el modo de los diferentes pines como 'INPUT' si son de entrada u 'OUTPUT' en caso de ser de salida.

```
void setup() {
  lcd.begin(16, 2); // Configuración filas y columnas del pantalla lcd
  sensorMlx.begin(); // Inicialización y puesta en marcha del sensor de temperatura

  //PINES DE SALIDA
  pinMode(ledRojo, OUTPUT);
  pinMode(ledAzul, OUTPUT);
  pinMode(ledVerde, OUTPUT);
  pinMode(zumbador, OUTPUT);

  //PINES DE ENTRADA
  pinMode(sensorPir, INPUT);
}
```

- **Sección loop()**

En cuanto a esta parte del código, podemos encontrar la funcionalidad de cada componente, donde se leen los datos que se obtienen de los sensores y dependiendo de cada valor que se obtenga en cada sensor podremos observar que se producen unas acciones u otras a través de las señales que envía el Arduino a cada pin digital.

Se comienza leyendo los valores de tanto el sensor de Co2 como el de movimiento; realizándose un cierto ajuste en el valor de vuelta por el sensor de Co2. Posteriormente, se verifica el valor devuelto por el sensor de movimiento; en caso de estar a valor alto, se comenzará a tomar la temperatura y, en caso contrario, solamente se mostrará por pantalla la temperatura ambiental.

A la hora de medir la temperatura, se encenderá un led de color azul, además se imprimirá el valor medido por pantalla y se comprobará si la temperatura es elevada o no, que, en caso de serlo, se le requerirá realizar una segunda medición por si pudiese tratarse de un error del sensor. Si tras la segunda medición, la temperatura sigue siendo superior al límite, se le denegará el acceso, por lo contrario, se le permitirá.

Tras esto, se imprimirá el valor tomado por el sensor de Co2, el cual que dependiendo de si supera o no ciertos rangos se hará una cosa u otra.

En el caso de las mediciones del sensor de Co2 y el de temperatura ambiental, estos datos se actualizan cada 3 segundos, aunque dependerá si se lee la temperatura corporal de una persona donde se pueden alargar unos segundos más.

```
void loop(){
  valorCo2 = analogRead(sensorCo2); // lectura
  valorCo2 = valorCo2 + 250.0; // AJUSTE:
  valorPir = digitalRead(sensorPir); // lectura

  lcd.setCursor(0,0); // Configuracion de column

  if (valorPir == HIGH){ // SE DETECTA MOVIMIENTO
    digitalWrite(ledAzul,HIGH);
    lcd.print("Temp: ");
    valorTem = sensorMlx.readObjectTempC()+8.7;
    lcd.print(valorTem);
    lcd.print(" C");
    delay(1000);
    if (valorTem>37.7){ //CASO DE MEDIR UNA TEMPE
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("Temperatura alta ");
      delay(1000);
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("Vuelva a meter");
      lcd.setCursor(0,1);
      lcd.print("la mano");
      delay(5000);
      lcd.clear();
    }
    if (valorPir == HIGH){ //SEGUNDA MEDICION
      digitalWrite(ledAzul,HIGH);
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("Temp: ");
      valorTem2 = sensorMlx.readObjectTempC();
      lcd.print(valorTem2);
      lcd.print(" C");
      if (valorTem2 > 37.7){ // CASO SEGUIR 1
        tone(zumbador,2000,1000);}
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("ACCESO DENEGADO");
      delay(1500);
    }
  }
}
```


6. PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Entre las principales dificultades encontradas para poder abordar la elaboración de nuestro proyecto, se encuentra evidentemente la cuestión de poder encontrar algún lugar donde poder reunirnos y organizarnos adecuadamente, además de las complicaciones en el hardware, software y de diseño.

6.1. Problemas de Hardware

Según se iba avanzando en la construcción del proyecto, nos íbamos encontrando con las siguientes dificultades:

- En primera instancia, no teníamos muy claro cómo realizar el diseño del proyecto, ya que encontrábamos difícil poder acoplar tantos sensores en el espacio lo más reducido posible, además de que no se interfiriesen unos y otros. Para ello, se decidió realizar una maqueta de cartón como primera aproximación antes de ponernos con material final.
- En cuanto a la elección de los componentes hardware, nos encontramos con la desinformación y la inexperiencia con los sensores, ya que no sabíamos si eran sensores con una precisión lo bastante buena para nuestro proyecto.
- Tras haberle echado coraje, ya que se nos echaba el tiempo encima, decidimos comprar los sensores y ponernos a probar con ellos. Aunque parecía tarea fácil, nos llevó bastante tiempo entender las características y especificaciones de cada uno de ellos, para poder conectarlos adecuadamente a la placa de Arduino y evitar dañarlos.
- Con la pantalla LCD, tuvimos ciertos problemas debido a que la primera que se nos había proporcionado además de no tener incluidos los pines, que tuvimos que comprarlos, no funcionaba de manera correcta, por lo que tuvimos que comunicárselo a los profesores, teniendo que paralizar el avance del proyecto durante unos días.
- Una vez comprobado el funcionamiento de los sensores y demás componentes, nos pusimos con la estructura. La principal dificultad, era que no sabíamos decidirnos por el tipo de material más fácil de manipular y decantarnos por él, ya que teníamos bastantes opciones (madera, poliespán o poliestireno expandido, impresión 3D...).
- Una vez elegida la madera, y habiéndola cortado, tuvimos ciertos problemas a la hora de ensamblar las piezas (paredes y base), pues la estructura no era capaz de mantenerse en pie pegándola las paredes con cola. Es por ello, que tuvimos que hacer taladros en la base en donde incluir clavos que ajustaran mejor la estructura.
- El proceso de pintado de la estructura de madera nos hizo perder bastante tiempo, pues con el fin de reducir el proceso de pintado decidimos hacerlo con spray, quedando las superficies pintadas poco homogéneas y llenas de gotas y huecos sin pintar. Para arreglarlo, decidimos adquirir pintura acrílica y volver a repintar la estructura.
- Tras tener el esqueleto de la estructura montado, nos pusimos a probar los componentes de manera conjunta. Todo funcionaba bien, hasta que añadimos el sensor de temperatura, el cual siempre nos daba el mismo valor, que era muy extraño (1037.55 °C). Después de perder toda una tarde buscando cual podía ser el error, decidimos comprar uno nuevo por si habíamos dañado el módulo del sensor, sin embargo, al día siguiente al probar el nuevo sensor comprado, nos seguía dando el mismo error, por lo que decidimos seguir probando en el antiguo sensor y nos dimos cuenta que no funcionaba correctamente porque los pines no los teníamos soldados y por esa razón reflejaba valores erróneos.
- Con el paso de añadir las conexiones entre los elementos hardware y la placa Arduino, nos quedamos sin cables hembra-macho, por lo que tuvimos que emplear los macho-macho y soldarlos entre sí para ampliar la longitud.

- Una vez comprobado que todo funcionaba según lo teníamos previsto, decidimos ponernos con la fuente de alimentación de la placa, ya que pensamos que alimentar a través del ordenador mediante cable USB no era muy atractivo, así que decidimos emplear una fuente de alimentación externa por pilas. Para realizar esto, empleamos un portapilas, que se nos proporcionó en el kit de Arduino. Cuando quisimos probar el proyecto con la fuente de alimentación por pilas, nos sorprendió que nada funcionase, por ello decidimos ver si había algún error en el código o en las conexiones. Pero tras varias horas, nos dimos cuenta que se trataba de un fallo del portapilas que no funcionaba bien, lo cual hicimos un apaño para poder arreglarlo.

6.2. Problemas de Software

Con respecto a la parte del código, no fueron tantos los problemas como en la parte del hardware, ya que codificar en el lenguaje C era algo que teníamos muy fresco y dominado de otras asignaturas. No obstante, tuvimos los siguientes contratiempos:

- La principal traba que tuvimos, es que no sabíamos de donde importar las librerías que debíamos usar para cada sensor, ya que era algo que no habíamos hecho nunca.
- Por otro lado, encontramos muchos problemas con el método *'autoscroll()'* de la librería *'LiquidCrystal.h'* para la pantalla LCD, ya que en algunos casos teníamos frases que completaban el espacio del display, dejando partes sin mostrarse. En primera instancia, el método marchaba correctamente, pero con cada incorporación nueva al código, comenzábamos a obtener resultados inexactos y se nos empezaba a complicar mucho como controlar algunas cosas. Por todo ello, decidimos prescindir de dicho método y tratar de imprimir mensajes que sí pudiesen aparecer completamente en el display sin dejar fragmentos sin enseñarse.

Como ya hemos mencionado, el mayor dolor de cabeza ha sido la utilización de la pantalla lcd a la hora de imprimir mensajes y que al final hemos desistido en poner algo más animado y optado por poner mensajes estáticos. Para el resto del código no nos ha dado apenas problemas.

6.3. Problemas generales y de diseño

Como es normal en cualquier proyecto que una persona o grupo vaya a realizar, se van a encontrar algunos imprevistos, en este caso estáticos de y de diseño. Además de los problemas mencionados anteriormente en la parte de la maqueta, tuvimos los siguientes:

- Una vez que ya sabíamos el diseño que queríamos llevar a cabo, nos surgió la duda sobre el tipo de material que íbamos a utilizar. Como primera opción teníamos pensado utilizar una impresora 3D, pero tras consultarlo con un conocido con conocimientos en este ámbito, nos desentendimos de esta opción ya que el resultado final no iba a variar mucho comparado con otros materiales, sin embargo, podríamos tener algo más visual debido a las bobinas de la impresora, pero iba a ser un trabajo muy costoso tanto económicamente como de duración.

Tras abandonar la idea de utilizar una impresora 3D, nos decantamos por el uso de madera ya que luego si la pintábamos podríamos tener un resultado similar al de la impresora 3D. Después de decidir el material, pensamos en poner alguna de las partes de la estructura transparentes utilizando láminas de plástico o metacrilato, con el fin de poder ver el interior

de la estructura de la misma forma que sucede con los ordenadores gaming. En este caso nos decidimos por una plancha de metacrilato debido a su robustez y transparencia.

- Asimismo, a la hora de ponernos con la parte estética, tuvimos, como es de costumbre, la indecisión de qué color podría ser el más adecuado. Finalmente, nos solventamos por el color blanco ya que lo haría parecer algo más pulcro. Tras esto, nos apareció el problema de, con qué tipo de pintura colorearlo; en primera instancia empleamos pintura en spray ya que sería mucho más rápido de hacerlo, sin embargo, el resultado que obtuvimos no nos satisfacía, además de que agotamos el spray con mucha rapidez y teníamos que ir a la tienda para comprar uno nuevo, lo que nos hacía perder tiempo y dinero. Por todo ello, pasamos a la pintura acrílica, aunque esto nos supuso perder algo de tiempo por esperar a secar la pintura.

7. POSIBLES MEJORAS

Una vez terminado el proyecto, consideramos que el mismo podría ampliarse:

- Incluyendo luces led en el interior de la caja que permitan ver el interior con mayor nitidez a través del plástico transparente.
- Conectándolo por Bluetooth a un dispositivo móvil con el que poder consultar los valores de los sensores.
- Utilizando una pantalla OLED que permita hacer una mejor representación de texto.

8. CONCLUSIONES

El proceso de elección del proyecto conllevó un tiempo muy elevado, pues al nunca haber trabajado con la herramienta de Arduino, desconocíamos que complejidad contraía la utilización de los componentes en la misma. Sin embargo, con la orientación de los profesores y la ingente información de Internet, nos hizo decantarnos por una idea asequible y original para nuestro proyecto.

De igual manera, consideramos que al prever con tiempo la elaboración del proyecto nos ha permitido incluir otros componentes a nuestra idea principal del proyecto, además de dedicarle un tiempo apropiado para hacer del proyecto un producto estético con un diseño elaborado.

Durante la construcción, pensábamos que nos habíamos equivocado en la elección del proyecto, debido a que todos los sensores nos daban problemas y la información a cerca de ellos eran muy escasas. Además de eso, los problemas imprevistos en los componentes que se nos proporcionaba nos reducía mucho nuestro tiempo y nos entraba sensación de agobio de no poder completar toda la funcionalidad.

A pesar de todo ello, decidimos abordarlo con paciencia y pensando siempre que al terminar el proyecto nos sentiríamos satisfechos, ya que en todo momento era algo que queríamos hacer y terminar a toda costa. De igual forma, hemos aprendido muchísimos conceptos nuevos y, nos hemos divertido en todo momento, incluso llegando a tal punto de plantearnos abrir una cuenta en TikTok o en YouTube sobre proyectos con Arduino.

9. BIBLIOGRAFIA

La bibliografía que hemos utilizado ha sido:

- <https://www.luisllamas.es/arduino-y-el-termometro-infrarrojo-a-distancia-mlx90614/>
- <https://www.luisllamas.es/arduino-detector-gas-mq/>