

Universidad ORT Uruguay  
Facultad de Ingeniería

# Anteproyecto BondIoT

Proyecto Integrador 2  
2021



Sebastian Curbelo - Ing. en Electrónica - 241303  
María José Carbajal - Ing. en Electrónica - 241319  
Sebastian Hansen - Ing. en Telecomunicaciones - 247116

# Índice general

<b>1</b>	<b>Objetivo</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Motivación</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Descripción</b>	<b>4</b>
3.1	Posible distribución de widgets en el dashboard . . . . .	6
3.2	Modelo de maqueta . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Plan de trabajo</b>	<b>8</b>
4.1	Pruebas de concepto . . . . .	8
4.2	Prototipos para prueba de componentes . . . . .	9
4.2.1	Diagramas de prototipos . . . . .	10
4.3	Diagrama de Gantt . . . . .	12
<b>5</b>	<b>Materiales y presupuesto</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Anexo</b>	<b>13</b>
6.1	Referencias . . . . .	13
6.2	Página web . . . . .	13
6.3	Tabla presupuesto . . . . .	14

# 1 Objetivo

Se pretende equipar un ómnibus con un sistema IoT que se encargue principalmente de controlar la calidad del aire y la cantidad de gente permitida a bordo. El fin de este proyecto es poder asegurar al pasajero y al conductor un viaje saludable y cómodo.

## 2 Motivación

Siendo todos los miembros del equipo estudiantes que hacemos uso de transporte público para movilizarnos, nos encontramos con que los tres compartíamos ciertas inquietudes respecto de los viajes en ómnibus, siendo la principal, el apiñamiento de los mismos durante la hora pico, dado que a causa de la pandemia en la que nos encontramos, esto pasó de ser un simple incordio a una potencial fuente de contagios.

Empezamos entonces a buscar formas en las cuales aliviar el congestionamiento de los mismos. Pensamos como primer medida para atacar la problemática, detectar un valor estimado de concentración de CO<sub>2</sub> en el aire, y en caso que este supere un umbral máximo determinado, abrir de forma automática las escotillas de ventilación del ómnibus, y señalar la apertura de ventanas.

Siguiendo con esta lógica, concluimos que el problema depende principalmente de la normativa vigente (la cual limitaría al conductor a una cantidad máxima determinada de personas en el vehículo), y de la propia decisión de las personas de tomarse o no un ómnibus con determinada cantidad de pasajeros.

Para el primer punto, se nos ocurrió llevar un control de cuántas personas hay en el ómnibus, y desplegar una alarma en caso de que se supere la cantidad máxima. Para el segundo caso, pensamos en poder brindar esta información al usuario de transporte antes que éste suba al mismo, de modo que pueda tomar una decisión informada.

# 3 Descripción

Nuestro proyecto consistirá de una maqueta de un ómnibus del sistema de transporte metropolitano el cual estará equipado con sensores que nos permitirán monitorizar la calidad del aire y la cantidad de pasajeros a bordo. El sensado de la calidad del aire se realizará mediante el uso de un sensor de dióxido de carbono, mientras que el estimado de cantidad de pasajeros se obtendrá usando una combinación de tres métricas:

- **Monitoreo de la cantidad de dispositivos móviles a través de WiFi:** Se contabilizarán la cantidad de direcciones MAC dentro de la red de WiFi de los ómnibus, esto nos dará un estimativo de la cantidad de dispositivos a bordo y por ende de la cantidad de pasajeros.
- **Medición del peso del Ómnibus:** Se usará una celda de carga para medir las variaciones de peso del ómnibus para poder saber si hay pasajeros subiendo o bajando y para contrastar con los estimativos obtenidos por los demás sensores.
- **Detección de cruce por puertas:** Se usaran sensores de barrera en las puertas del ómnibus para contabilizar la cantidad de personas que suben y bajan.

Usando la combinación de estas tres métricas podemos obtener un estimativo de la cantidad de pasajeros en cada momento del recorrido y junto con la información del CO2 se pueden abrir automáticamente las escotillas del techo, pedir a los pasajeros que abran las ventanas y avisar al conductor que se alcanzó la capacidad máxima de pasajeros permitida.

Para el procesamiento de información, toma de decisiones automática y monitoreo de datos, se utilizará un sistema IoT controlado a través de la plataforma ThingsBoard.

El sistema implementado en el ómnibus envía todos los datos recogidos de los sensores a la plataforma online, donde se verifica que los niveles de CO2 y la cantidad de pasajeros se encuentren dentro de los rangos permitidos. De no ser así, se envía el comando correspondiente al sistema a bordo, ya sea abrir las escotillas e indicar a los pasajeros que abran las ventanas y/o avisar al conductor que el ómnibus esta lleno.

Desde la web, también se pueden monitorear en tiempo real los datos obtenidos y generar estadísticas del comportamiento de los datos a lo largo del tiempo, así como también comandar manualmente las acciones a tomar y setear límites para los valores medidos.

El diagrama de la figura 3.1 presenta un orden posible de acciones y toma de decisiones.

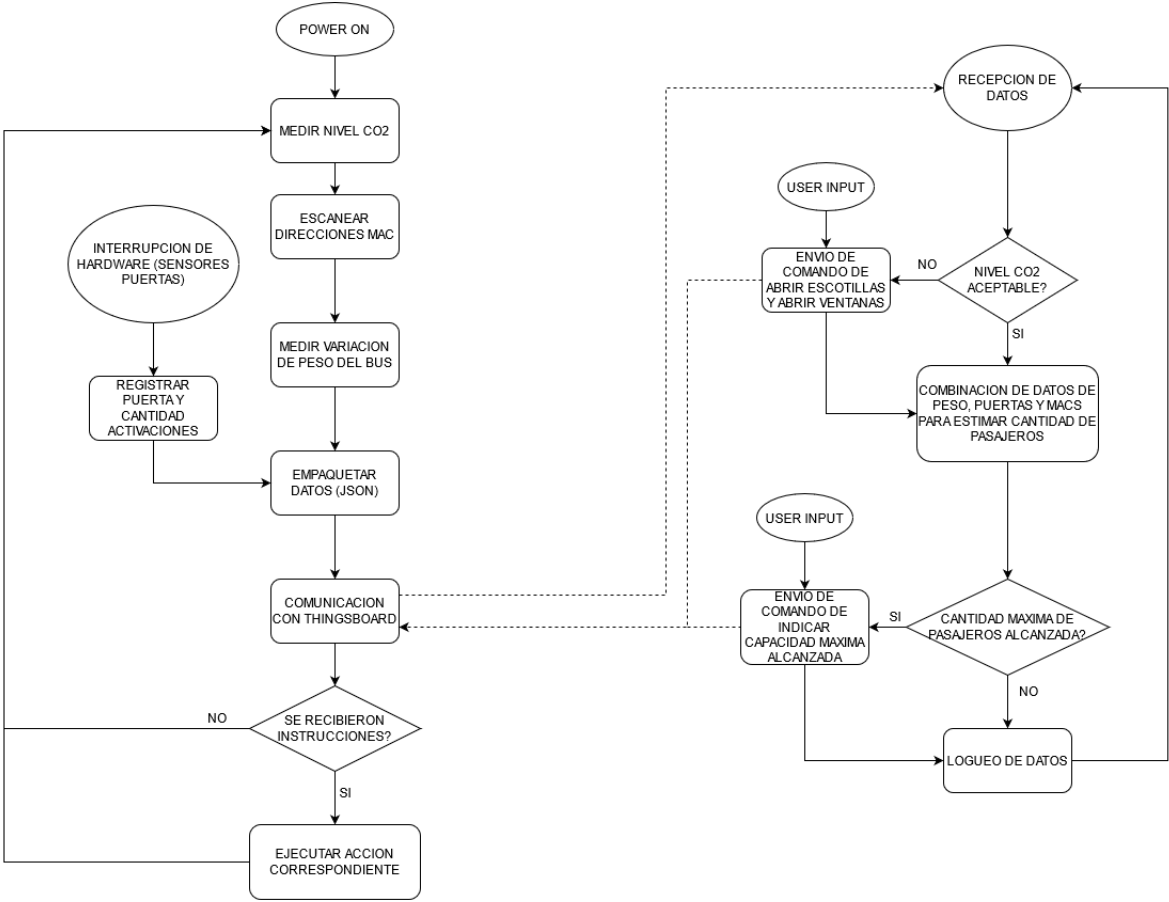


Figura 3.1: Posible diagrama de flujo

## 3.1 Posible distribución de widgets en el dashboard

Para ilustrar la interfaz a crear en ThingsBoard se tiene el diagrama de la figura 3.2. La idea es mostrar los niveles de CO2 y la cantidad de personas abordo en tiempo real, complementando con gráficas y estadísticas obtenidas a partir de la acumulación de datos e información a través del tiempo.

Se propone además un control manual de apertura de escotilla en el supuesto caso de que se quisiera ignorar la decisión automática del sistema.

Campos como “Máximo permitido” podrían ser editables, en caso de que las normativas de los coches cambiaran.

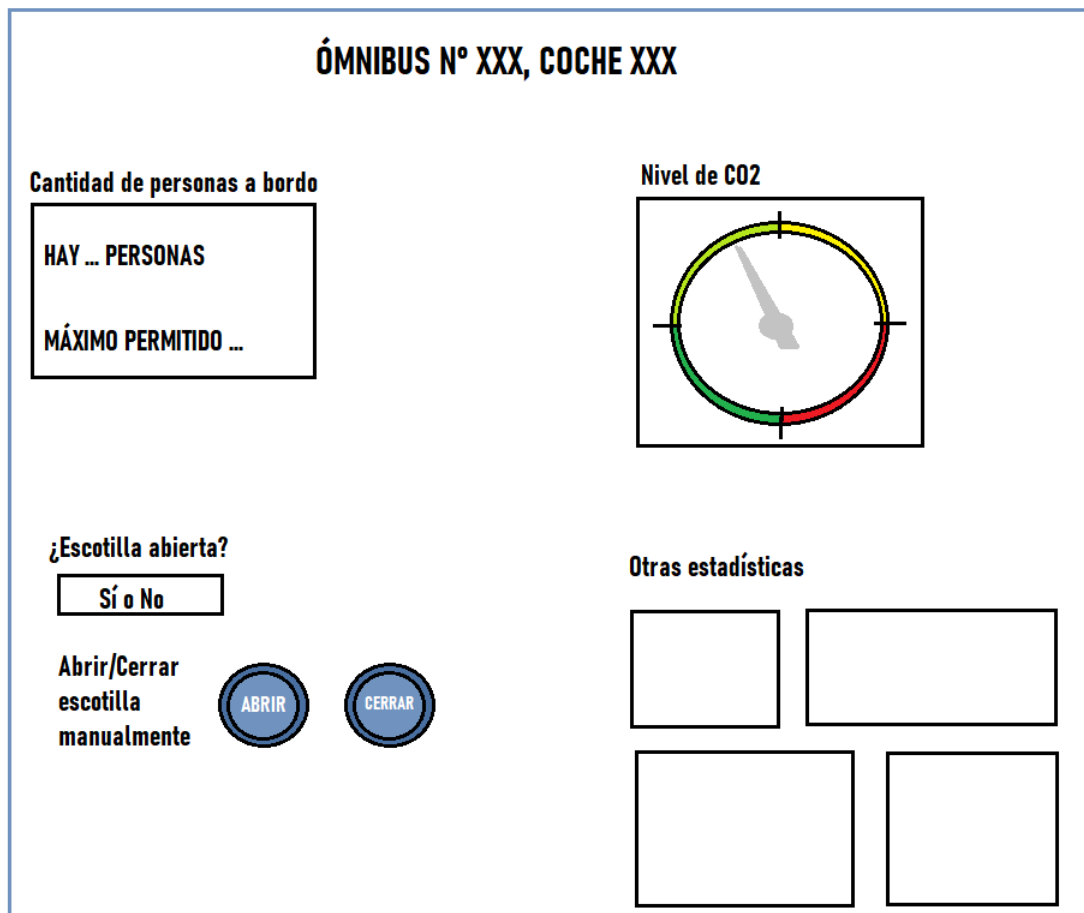


Figura 3.2: Posible distribución de widgets en el dashboard de ThingsBoard

# 3.2 Modelo de maqueta

Las siguientes imágenes muestran el concepto de la maqueta del ómnibus, donde se muestra una posible ubicación de los componentes.

En la figura 3.3 tenemos la vista lateral, donde puede verse la ubicación de los sensores de barrera en las puertas de subida y bajada del ómnibus, la celda de carga en la base del ómnibus y los asientos del ómnibus, que serán utilizados para poner pesos y simular pasajeros.

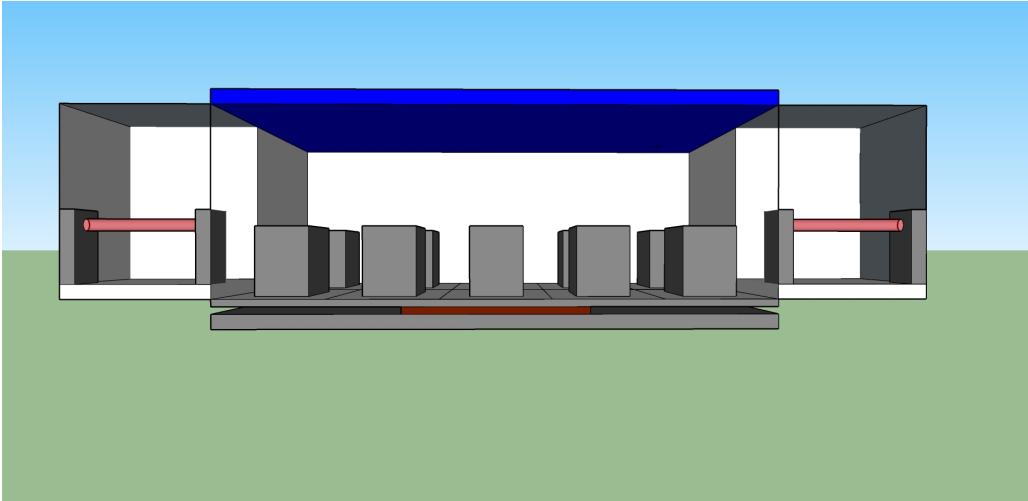


Figura 3.3: Vista lateral de la maqueta

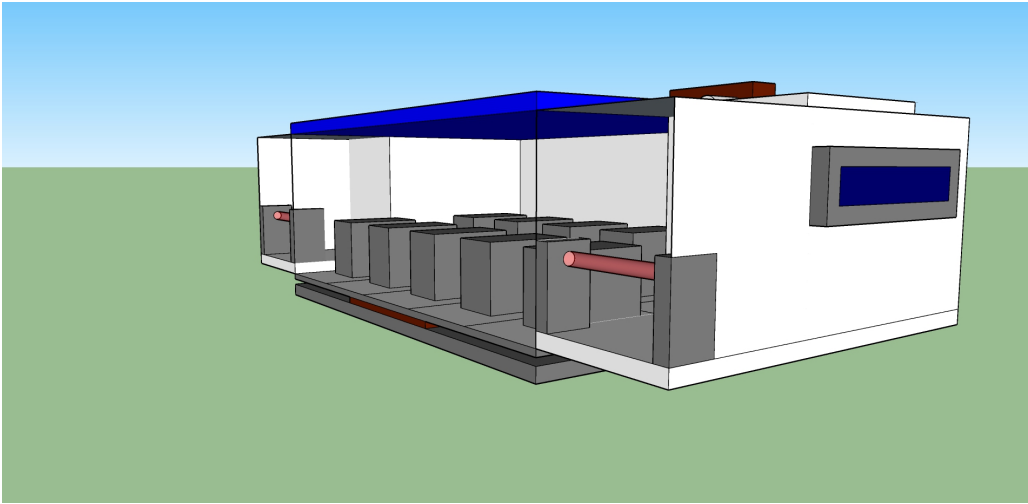


Figura 3.4: Maqueta (2)

La figura 3.4 muestra el display en la parte delantera del ómnibus, simulando la pantalla en la que aparece el número y destino y donde se mostraría un indicador cuando estuviera lleno.

Por último vemos en la figura 3.5 la vista superior de la maqueta, con la ubicación de la escotilla, el motor servo y al ESP8266 NodeMCU.

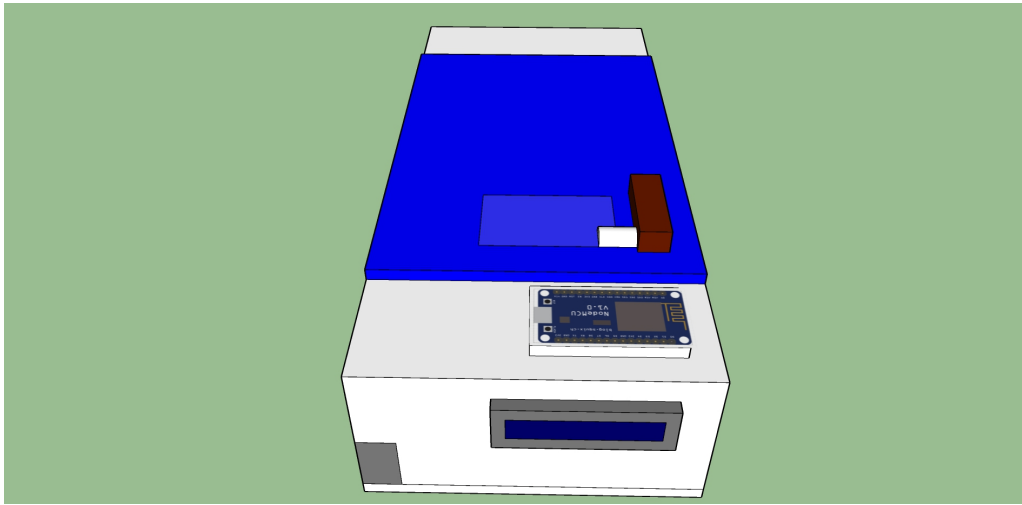


Figura 3.5: Maqueta (3)

## 4 Plan de trabajo

### 4.1 Pruebas de concepto

Consideramos que para este proyecto las dos pruebas de concepto más importantes serán la comunicación entre ThingsBoard y el ESP8266, y el entender y probar el código necesario para poder llevar a cabo el conteo de las direcciones MAC a bordo; para esto último nos apoyaremos en el repositorio mencionado en el anexo 6.1. Todo esto está contemplado en el diagrama de Gantt bajo la tarea de “Investigación de Software”.

También se realizarán pruebas individuales de los componentes de hardware más importantes para tener un claro entendimiento de su funcionamiento y sus limitaciones; estas pruebas están contempladas dentro del ítem “Pruebas de componentes” en el diagrama de Gantt.



Las pruebas de concepto a realizar serán entonces:

- Comunicación entre ThingsBoard y ESP8266.
- Bibliotecas y código para conteo de direcciones MAC.
- Funcionamiento del sensor CO<sub>2</sub> y método para generar CO<sub>2</sub> en las pruebas.
- Funcionamiento de la celda de carga.
- Librería para uso de display.
- Prueba de sensores de distancia, como sensores de barrera, para las puertas.

## 4.2 Prototipos para prueba de componentes

Los siguientes prototipos fueron pensados de manera de probar los componentes del proyecto de forma aislada y así obtener una idea clara de las características de cada sensor y las mejores condiciones en las que podrían ser usados.

- **Medidor de peso:** Balanza a partir de la celda de carga y una tabla del tamaño aproximado de la base de la maqueta del ómnibus para probar precisión y repetibilidad de las medidas obtenidas, de manera de saber que tan confiables son los estimativos de cantidad de pasajeros según variación de peso.
- **Sensor de CO<sub>2</sub>:** Contenedor de plástico pequeño y hermético donde se coloca el sensor de CO<sub>2</sub> y mediante una reacción química (probablemente de bicarbonato de sodio y vinagre), se prueban las características del sensor de CO<sub>2</sub> (sensibilidad, estabilidad, tiempo de respuesta, rango, etc), con el propósito de caracterizar el sensor y poder usarlo de forma confiable.
- **Sensores de distancia:** Se coloca el sensor de distancia horizontalmente sobre un soporte dirigido hacia una superficie plana. Se toman distintas medidas interponiendo objetos entre el sensor y la superficie, variando la distancia entre ellos y el tamaño de los objetos y la superficie, de manera de determinar la configuración más estable y óptima para la toma de medidas en la maqueta.

## 4.2.1 Diagramas de prototipos

En la figura 4.1 se muestra la celda de carga conectada a la tabla en azul y en la figura 4.2 se colocan varias pesas para hacer las pruebas.

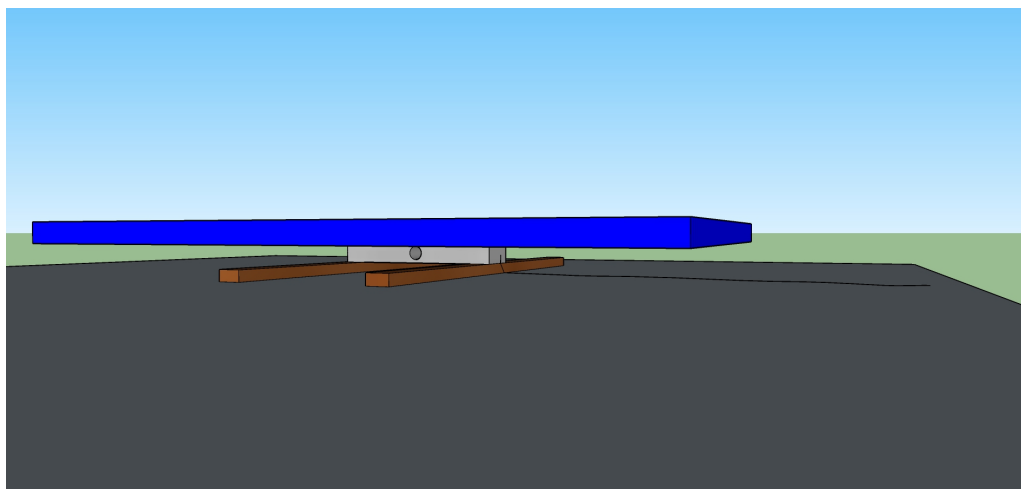


Figura 4.1: Prototipo de balanza

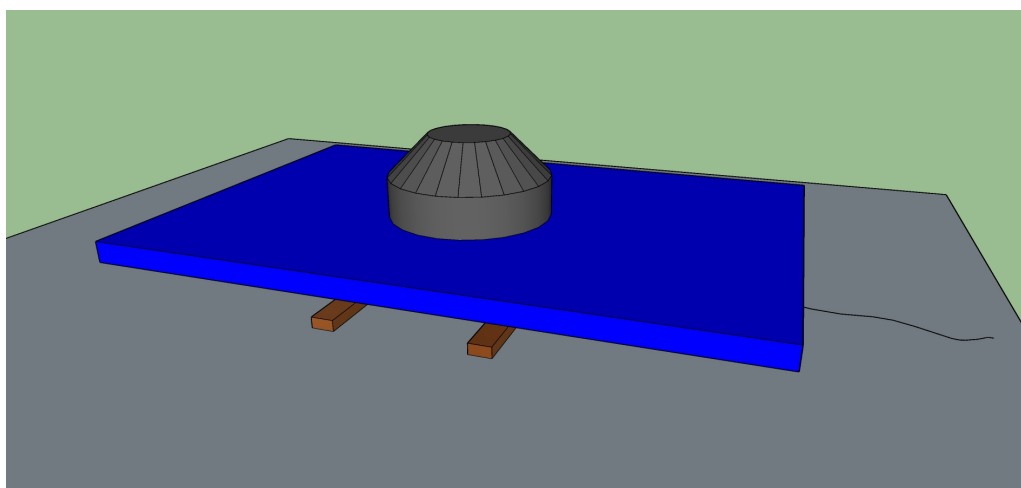


Figura 4.2: Prototipo de balanza con peso

La figura 4.3 muestra un contenedor hermético con una tapita, amarilla en el dibujo, en la que se hará la reacción química que genere  $\text{CO}_2$  para probar el sensor, mostrado en verde.

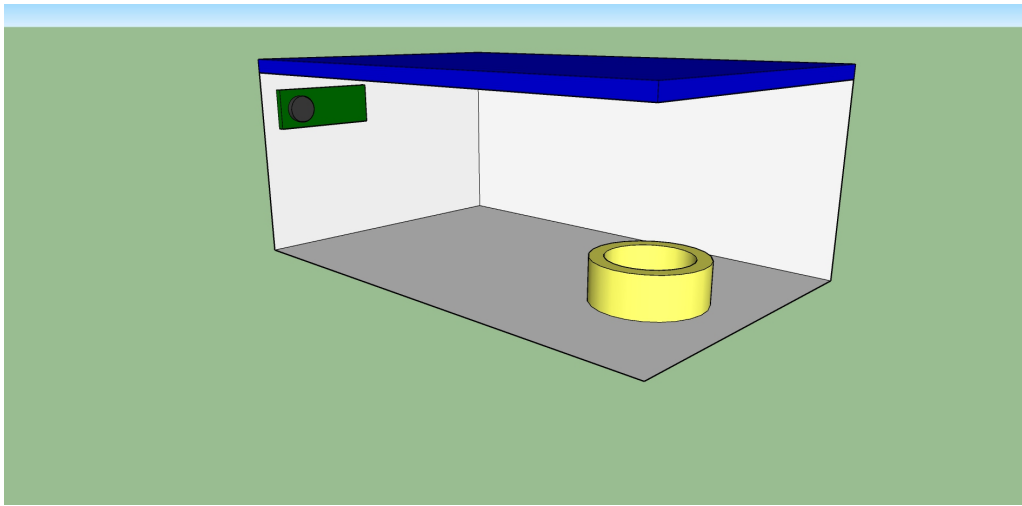


Figura 4.3: Prototipo para prueba de sensor de CO2

Para el sensor de barrera se tienen dos prototipos, el primero (figura 4.4) tiene el sensor de distancia en un extremo y una superficie en el otro. Este sensor mide la distancia entre él y la superficie y registra un cruce cuando ésta se hace menor.

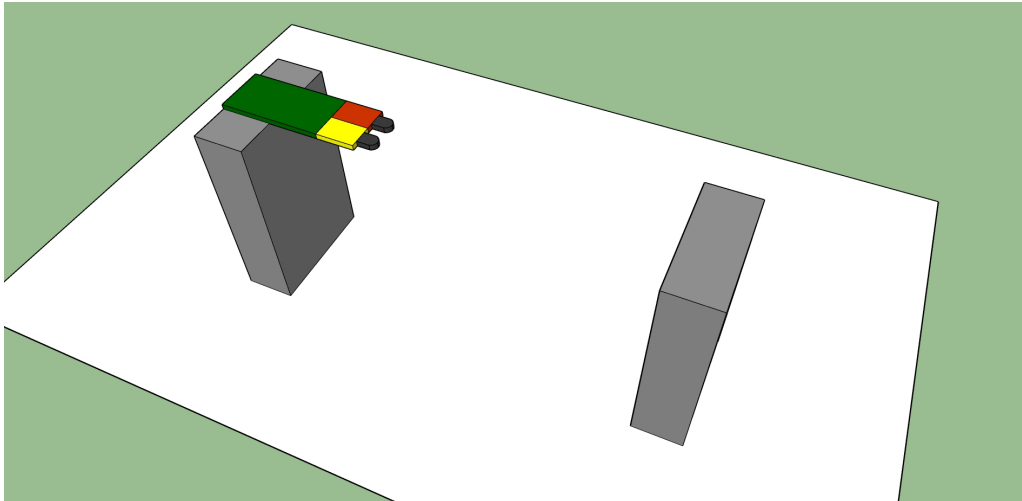


Figura 4.4: Prototipo para sensor de barrera: opción 1

La segunda opción (figura 4.5) consiste de una modificación del sensor de distancia, en donde transmisor y receptor son separados y puestos uno frente del otro. En esta configuración el sensor siempre registraría máxima proximidad hasta que un objeto se colocara entre emisor y receptor, lo que haría que el sensor deje de registrar una distancia.

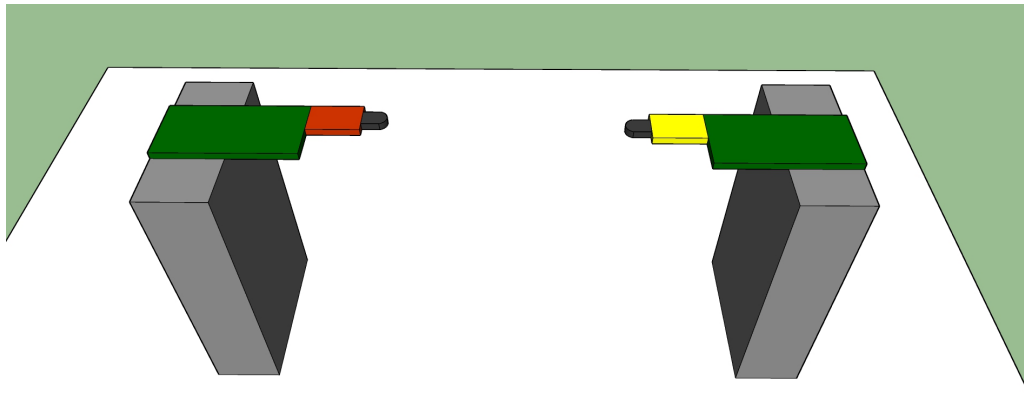


Figura 4.5: Prototipo para sensor de barrera: opción 2

### 4.3 Diagrama de Gantt

A continuación se muestra el diagrama de Gantt con la propuesta de división de tiempos. Se tuvo en cuenta el período de parciales, que se marca en color gris.

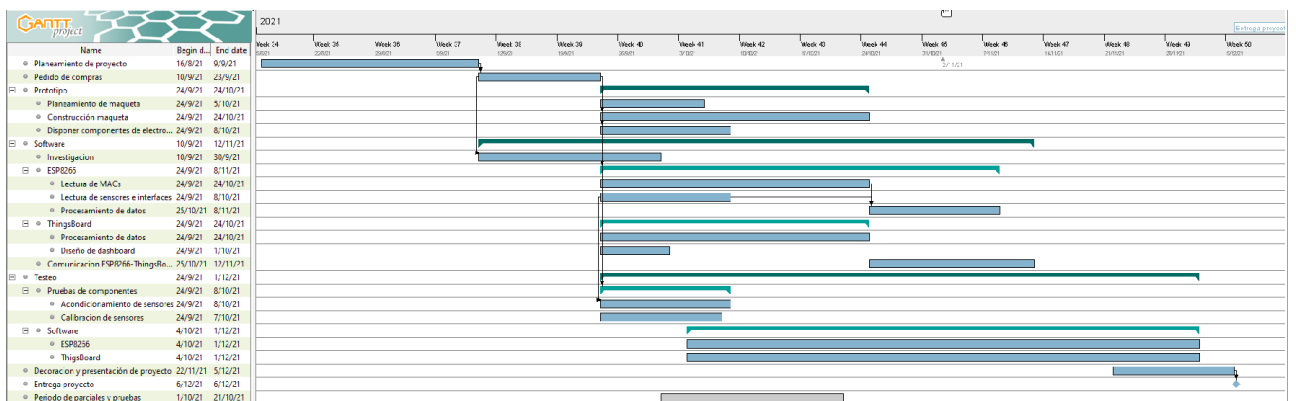


Figura 4.6: Diagrama de Gantt

## 5 Materiales y presupuesto

En la tabla 6.1 del anexo se muestra una primera mirada a los materiales que se utilizarán en el proyecto. Se dejó un espacio destinado a componentes pasivos como resistencias y leds y otros materiales para la maqueta, para mantenerse dentro del presupuesto asignado de UY\$4000 sin quedar demasiado ajustado. En la planificación preliminar se previó un gasto de UY\$3588.04.

## 6 Anexo

### 6.1 Referencias

Para el sensado de direcciones MAC en el ómnibus nos basamos en el siguiente proyecto: [WiFi Sniffer as a Human detector](#).

### 6.2 Página web

Para llevar un registro del proceso de construcción del proyecto se creó una página web (<https://carbotton.github.io/bondiot>), hosteada en GitHub. En este momento la página muestra una idea de cómo estará estructurada: tres secciones principales para hablar sobre la idea del proyecto, el proceso y mostrar el resultado, y una posible sección con material destacado.

## 6.3 Tabla presupuesto

Nombre	Cantidad	Costo por unidad (UY\$)	Lugar de compra	Código
Servo motor	1	205	Eneka	EK1813
Arduino detector sensor MQ2 gas humo	1	215.04	Fablet y Bertoni	100093
Impreso copper chico	1	46	Eneka	IK2639
ESP8266	1	493	Eneka	MK0882
Display	1	256	Eneka	LCD1602A
Caja hermética	1	190	Garage Impo (Gaboto 1254)	Caja Organizadora 10 Litros My-Box
Sensor de distancia infrarrojo	2	92	Eneka	MK0434
Fuente 5V 3A microUSB	1	256	Eneka	F05V3A
Celda de carga 5kg	1	333	Eneka	KCL05
Acondicionamiento celda de carga	1	141	Eneka	MK1561
Led rgb	1	18	Eneka	L05RGBC
Potenciometro 10k	1	51	Eneka	PE16103
Componentes pasivos varios. Ejemplo: leds, cables, resistencias.	1	600	Eneka	-
Materiales para prototipado	1	600	Eneka	-

Tabla 6.1: Materiales y presupuesto