

# Hacia una ciudad sostenible: el caso de un sistema de gestión del tráfico en Puerto Real

## Trabajo Final de Grado

Alumno: Rubén Expósito Marín

Consultor: David García Solórzano

# Índice

- ▣ Introducción
- ▣ Planificación
- ▣ Arduino
- ▣ Diagrama de bloques del sistema
- ▣ Sensores y actuadores
- ▣ Módulo de sensores
- ▣ Servidor del sistema
- ▣ Prototipo final

# Introducción

## Contexto y justificación

- Cambio climático: reducir emisiones CO<sub>2</sub> en ciudades.
- Existen aparcamientos disuasorios desde hace años.
- Existen sistemas de aparcamiento, sensores avanzados para detectar vehículos con precisión y sistemas de comunicación móvil con cobertura elevada.
- Combinar todos estos elementos podría reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>:
  - Disuadiendo para no emplear vehículos a motor.
  - Motivando el uso de la bici y el caminar.

# Introducción

## Solución propuesta:

- Selección de **7 aparcamientos** disuasorios existentes en Puerto Real.
- Instalación de un módulo de sensores en el acceso a cada aparcamiento.
- El **módulo de sensores** permite:
  - Detectar entrada/salida de vehículos y nivel de CO<sub>2</sub>.
  - Accionar la barrera de forma remota.
  - Comunicaciones mediante red GSM.
- La información de los módulos se recoge en un **servidor central en la nube**. En él:
  - Se administran los módulos.
  - Se implementa la lógica de negocio.
  - Se facilita la información a los clientes (apps y paneles LED en la calle) mediante una API.



# Introducción

## Solución propuesta:

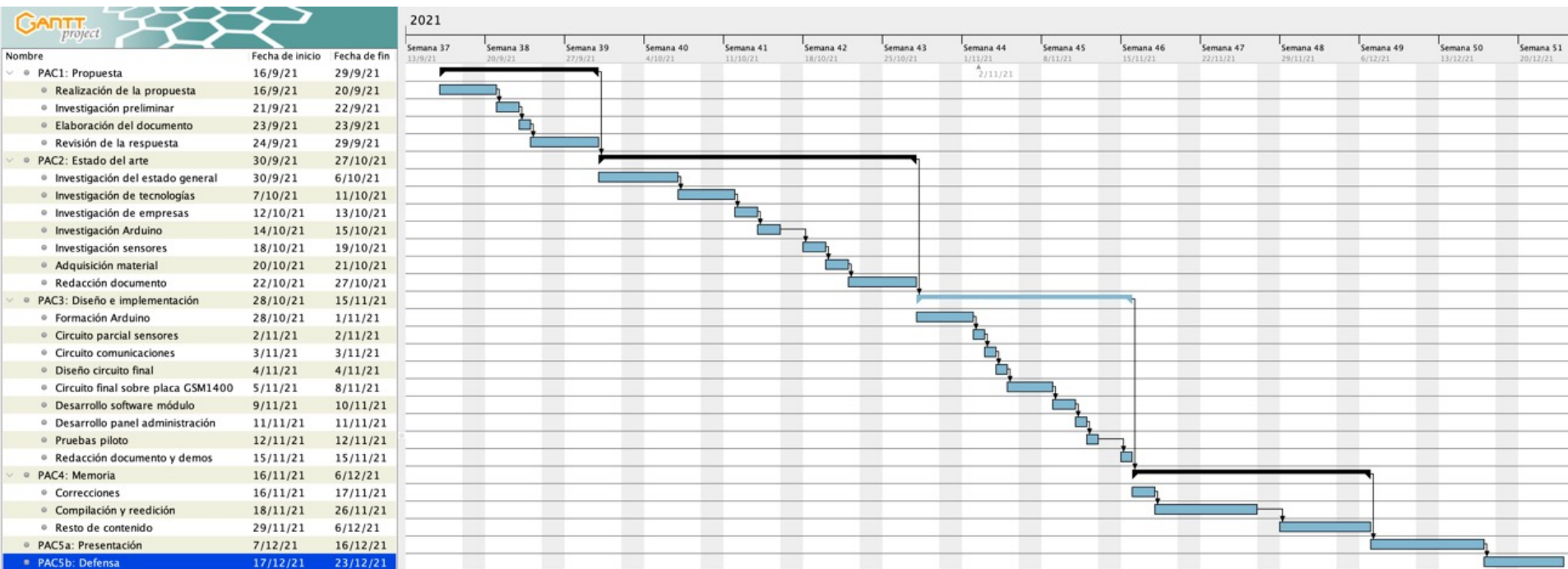
- Con la solución se mitigará el problema de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el centro urbano, contribuyendo al cumplimiento de las nuevas directrices de la Unión Europea.
- Se reduce la contaminación y promueve el caminar y el uso de la bici: Centro urbano más habitable y mejora la salud.
- Escalabilidad y fácil integración de la solución.
- Bajo coste, para facilitar la financiación público-privada en condiciones económicas adversas.
- Posibilidad de fabricación e instalación por profesionales y empresas locales.

# Introducción

Diseño zonal:



# Planificación





# Arduino

## El microcontrolador Arduino:

- Plataforma hardware y software open-source.
- Convierte entradas (analógicas o digitales) en salidas.
- Ideal para prototipado: fácil para montar circuitos y lenguaje de programación sencillo.
- Ampliable mediante shields.
- Fácil conectividad con las placas IoT.



# Arduino

## El IDE Arduino:

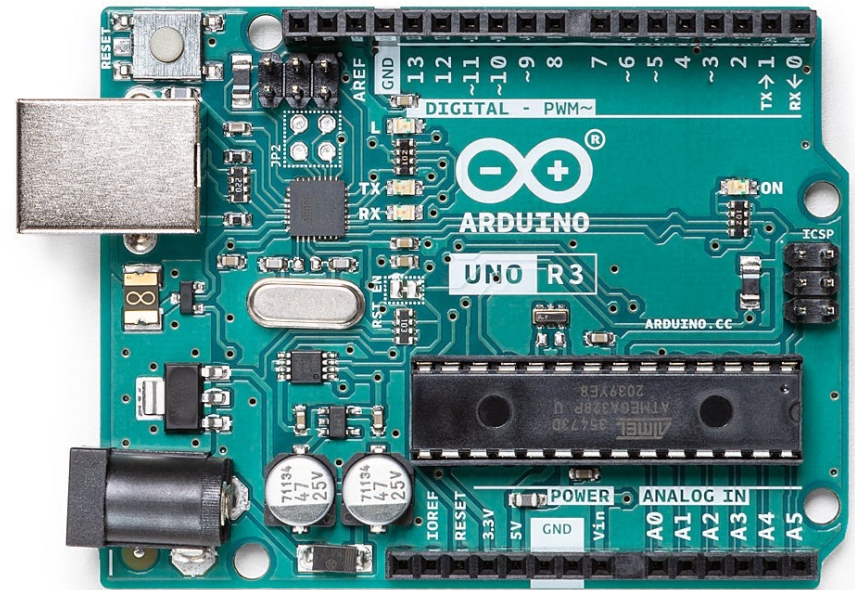


```
sketch_jan11a Arduino 1.8.16  
✓ ↻ 📄 ⬆ ⬇ 🔍  
sketch_jan11a  
1 void setup() {  
2   // put your setup code here, to run once:  
3  
4 }  
5  
6 void loop() {  
7   // put your main code here, to run repeatedly:  
8  
9 }  
1  
Arduino Uno en /dev/cu.usbmodem14101
```

# Arduino

## Arduino UNO:

- ▣ Placa introductoria.
- ▣ Sencilla y económica.
- ▣ Compatible con shields.



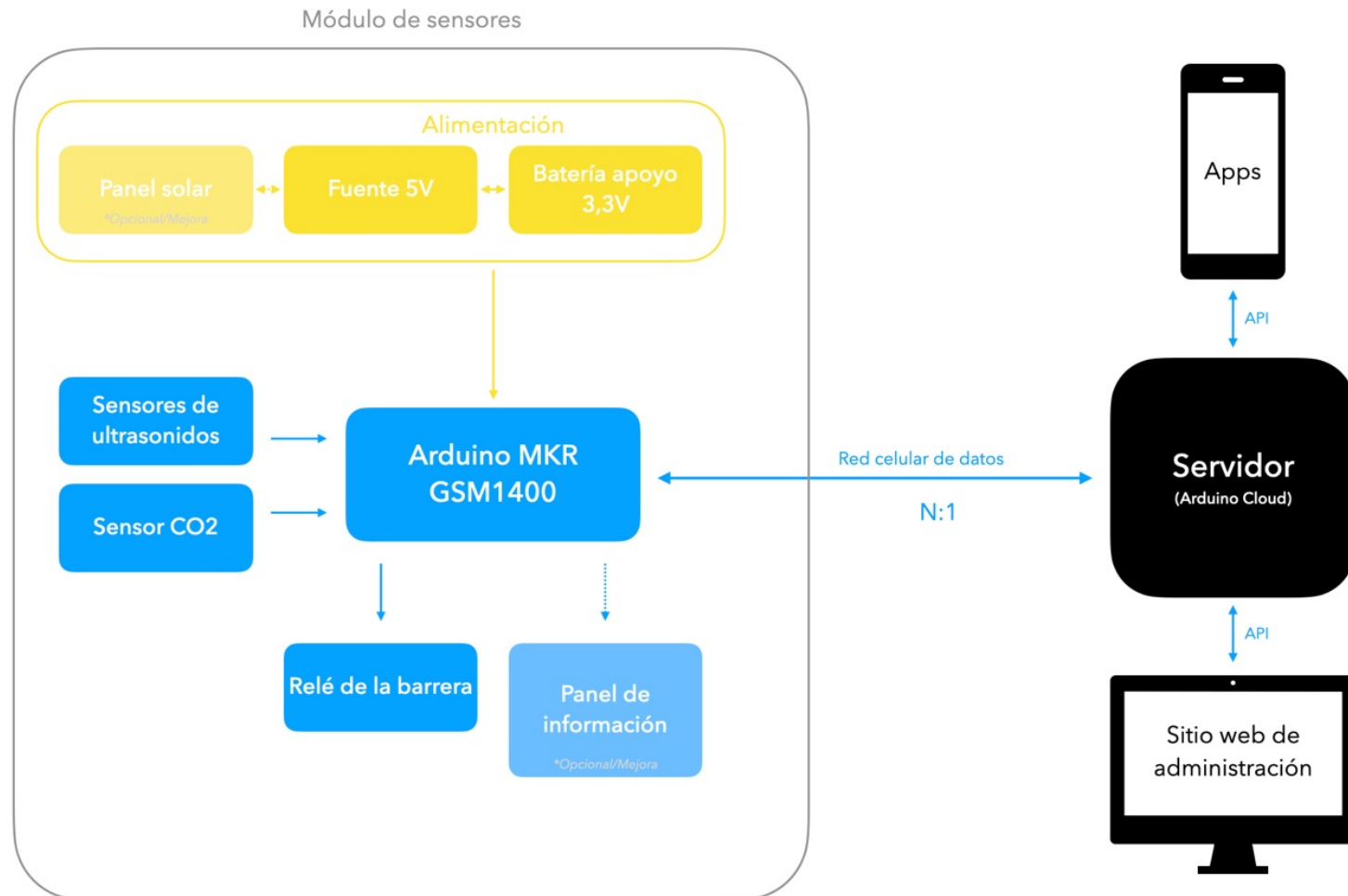
# Arduino

## Arduino MKR GSM 1400:

- Integra el módulo GSM.
- Conectores antena y batería.
- Reducido tamaño.
- Conectividad Arduino IoT Cloud.
- Calidad.



# Diagrama de bloques del sistema

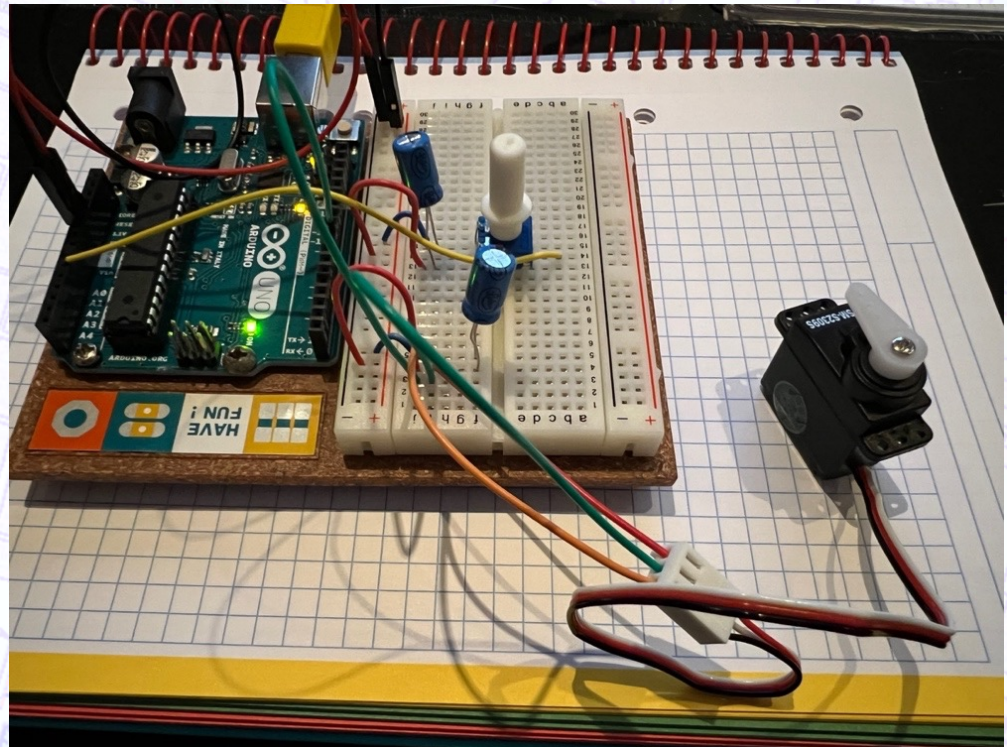




# Sensores y actuadores

## Servomotor:

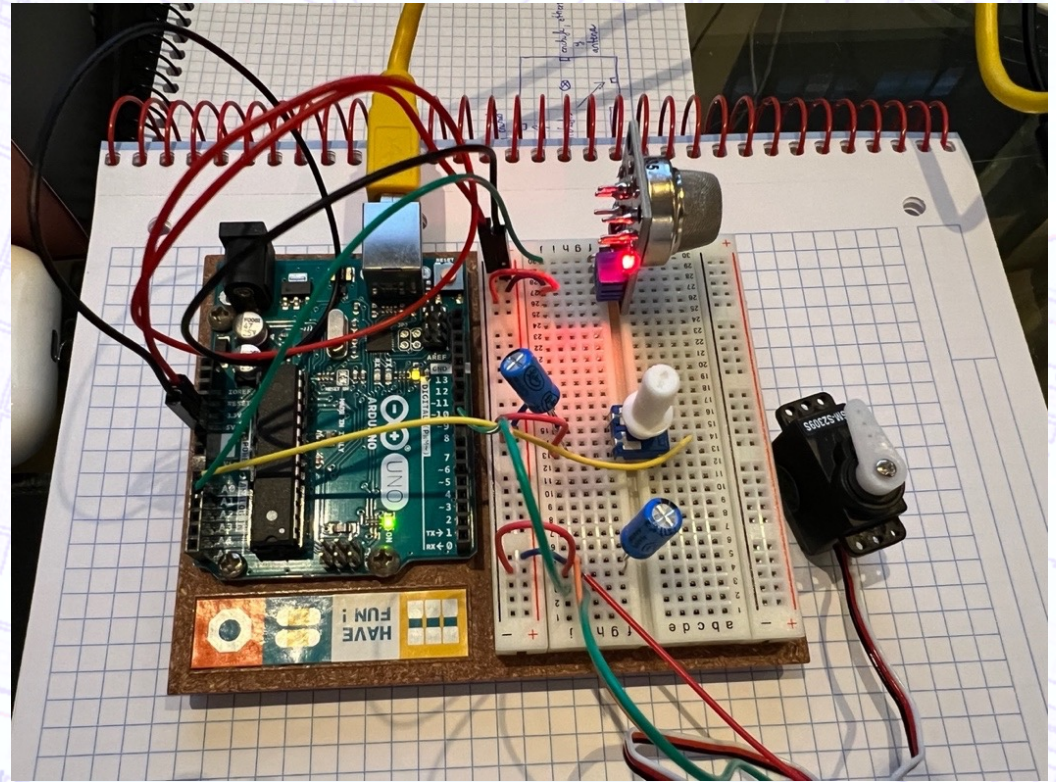
- Simula la barrera.
- Circuito adaptación con relé en la realidad.
- Condensador en paralelo para el arranque.
- Calibrado con potenciómetro.



# Sensores y actuadores

## Sensor de CO<sub>2</sub> MQ135:

- Sencillo, económico, estable, alta duración y sensibilidad.
- Calibrado mediante prints de valores por consola.
- Niveles BAJO, MEDIO y ALTO para enviar a servidor.

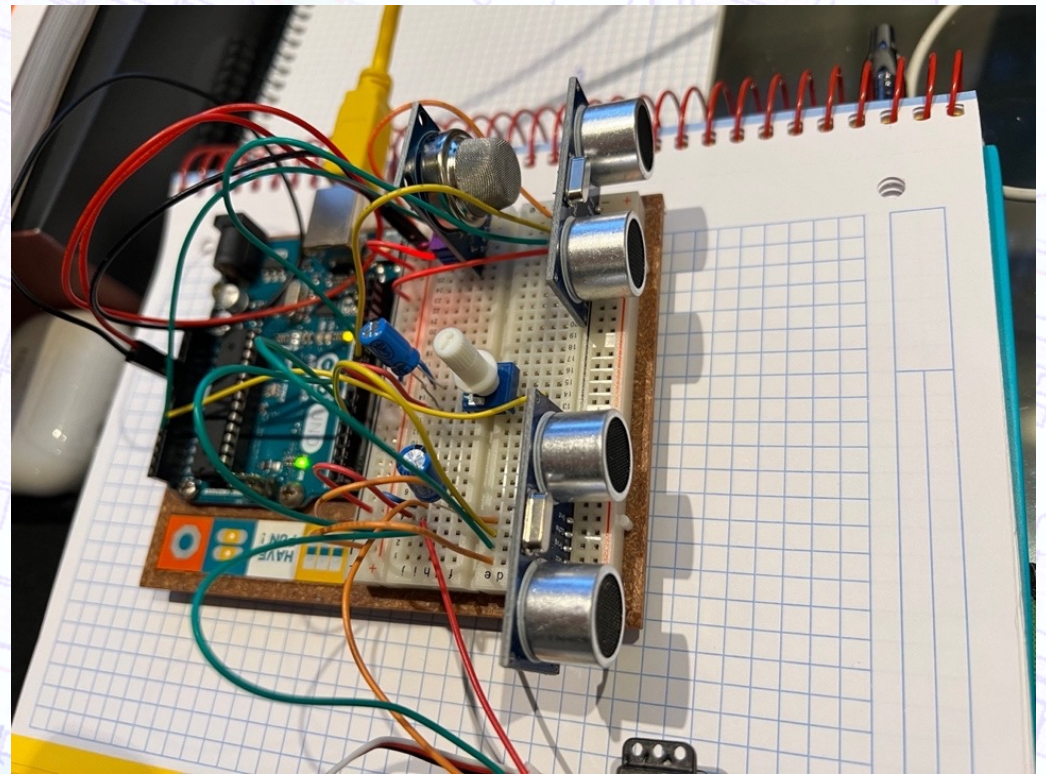




# Sensores y actuadores

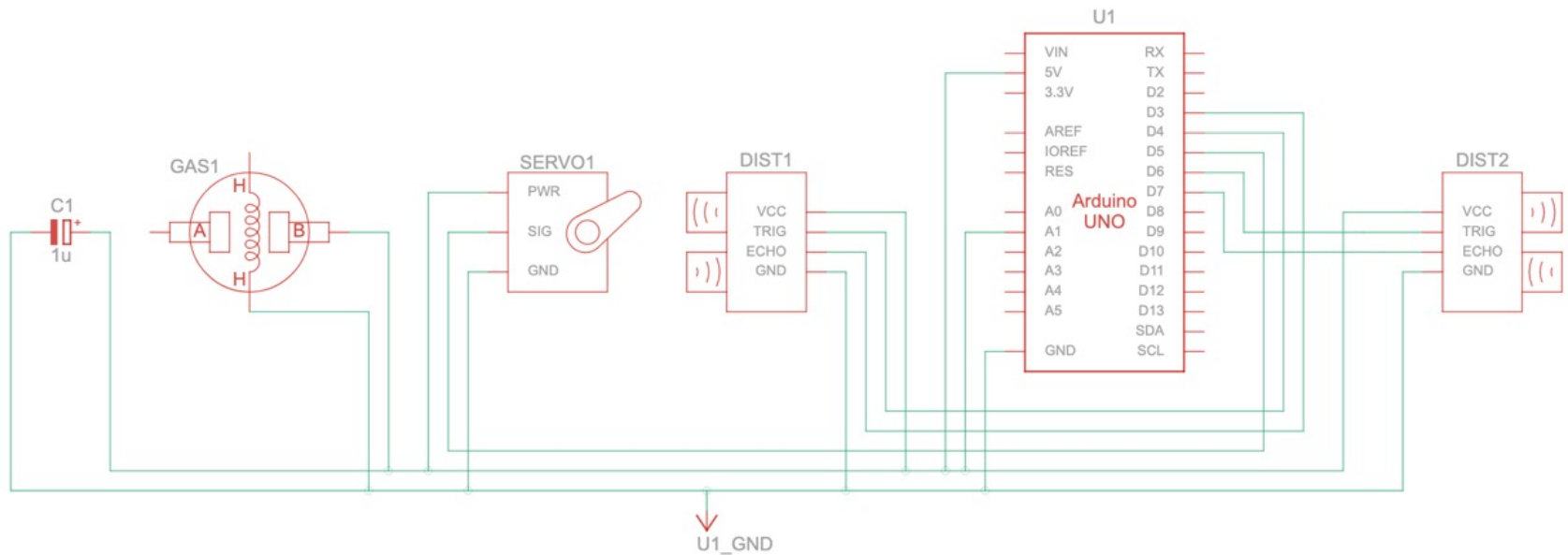
## Sensor de ultrasonidos HC-SR04:

- Más económicos que sensores magnéticos.
- Imprecisos en exteriores.
- Rango 2-400cm.
- 2 sensores para detectar entrada/salida.



# Módulo de sensores

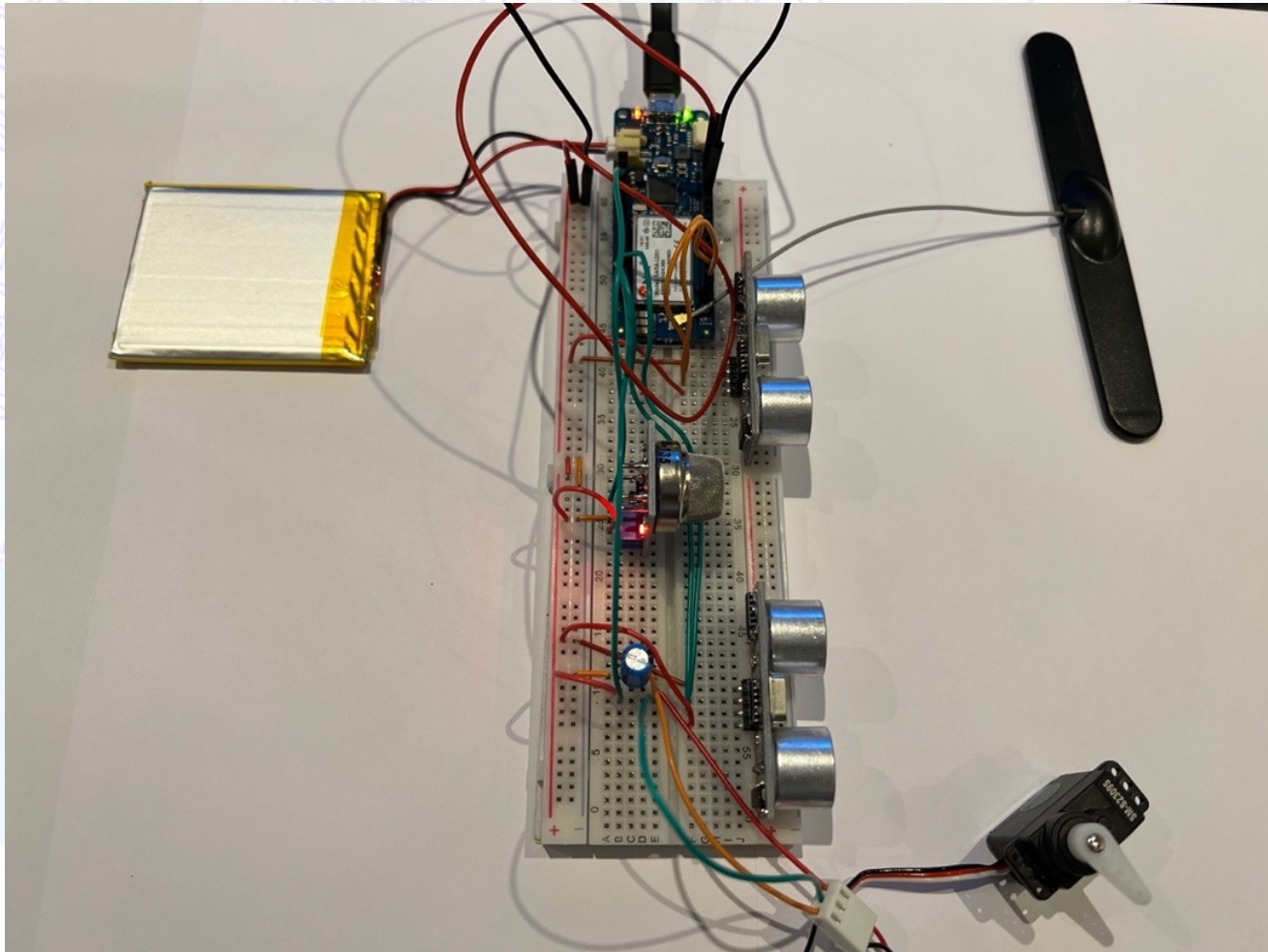
Circuito final:





# Módulo de sensores

Montaje en placa Arduino MKR GSM 1400:



# Servidor del sistema

## Arduino IoT Cloud:

- SIM Arduino
- Sketch en la nube
- Variables "triggers"
- Dashboard
- API

# Servidor del sistema

Variables creadas para el proyecto:

## Variables

ADD

Name ↓	Last Value	Last Update
<input type="checkbox"/> barreraAbierta <code>bool</code> barreraAbierta;	false	19 Dec 2021 17:31:28
<input type="checkbox"/> nivelCO2 <code>int</code> nivelCO2;	28	19 Dec 2021 18:37:24
<input type="checkbox"/> vehiculoEntrando <code>bool</code> vehiculoEntrando;	false	19 Dec 2021 18:37:18
<input type="checkbox"/> vehiculoSaliendo <code>bool</code> vehiculoSaliendo;	false	19 Dec 2021 18:35:54
<input type="checkbox"/> vehiculosEnAparcamiento <code>int</code> vehiculosEnAparcamiento;	374	19 Dec 2021 18:37:15



# Servidor del sistema

Dashboard:

## Aparcamiento 1

nivelCO2

287

vehiculoEntrando



vehiculoSaliendo



barreraAbierta



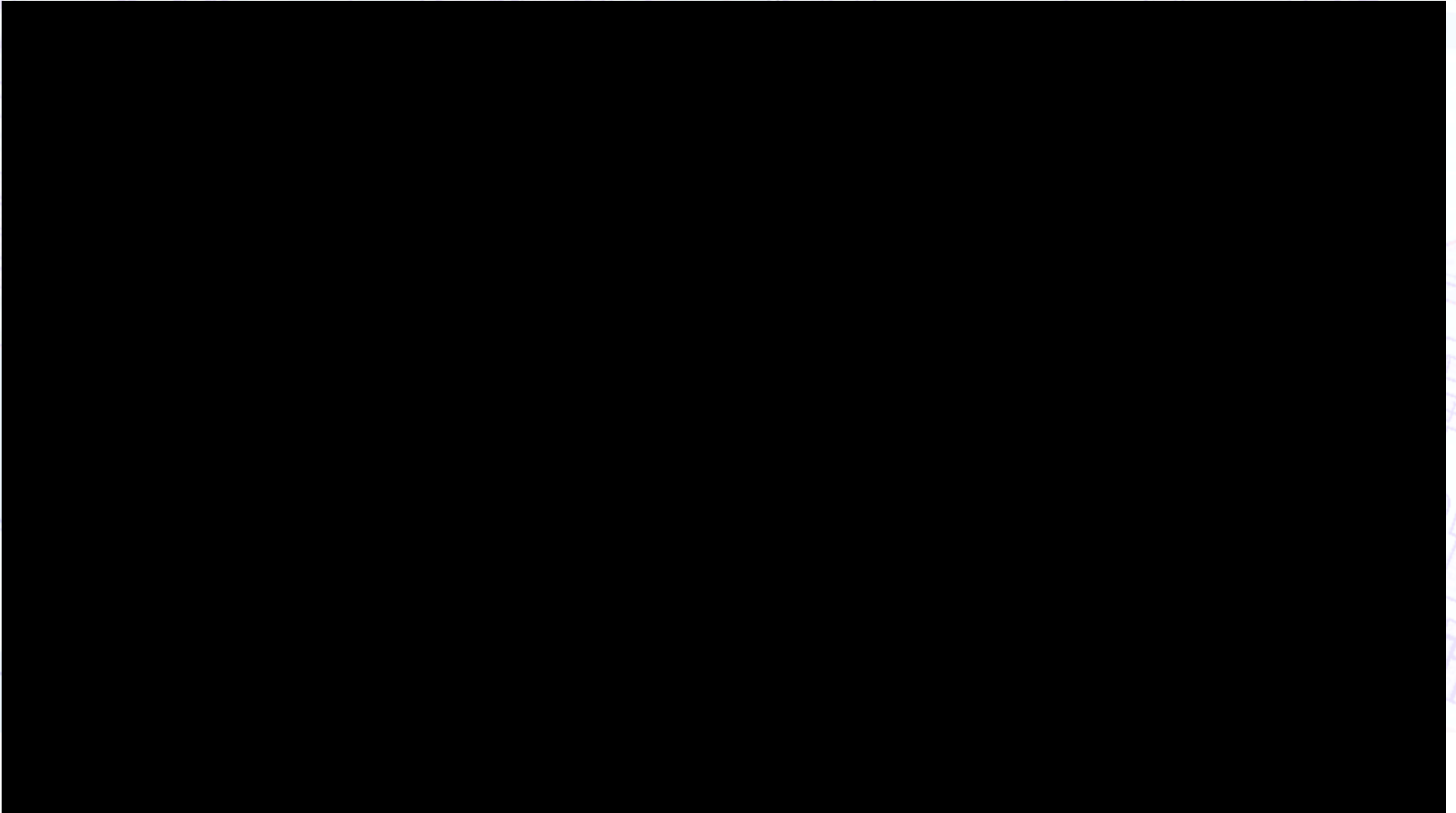
Vehiculos estacionados

17



# Prototipo final

**Prototipo final:**



# Rubén Expósito Marín

Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

## **Trabajo Final de Grado**

Consultor: David García Solórzano