

---

# Microprocessadors i Perifèrics: Projecte Final: Radar de Proximitat

*Adrià Arús Setó (1632367)*

*Nedal Martínez Benelmekki (1632368)*

*Marc Serra Asensio (1632823)*

---

# Índex

## 1. Introducció

## 2. Disseny Hardware

1. Diagrama de Blocs
2. Simulacions
3. *Schematic* Final
4. Selecció de Components

## 3. Disseny Software

1. Metodologia
2. Codi

## 4. Organització del Projecte

1. Control de Pressupost
2. Control de Planificació

## 5. Demostració

## 6. Verificació de Requisites

---

# **Introducció**

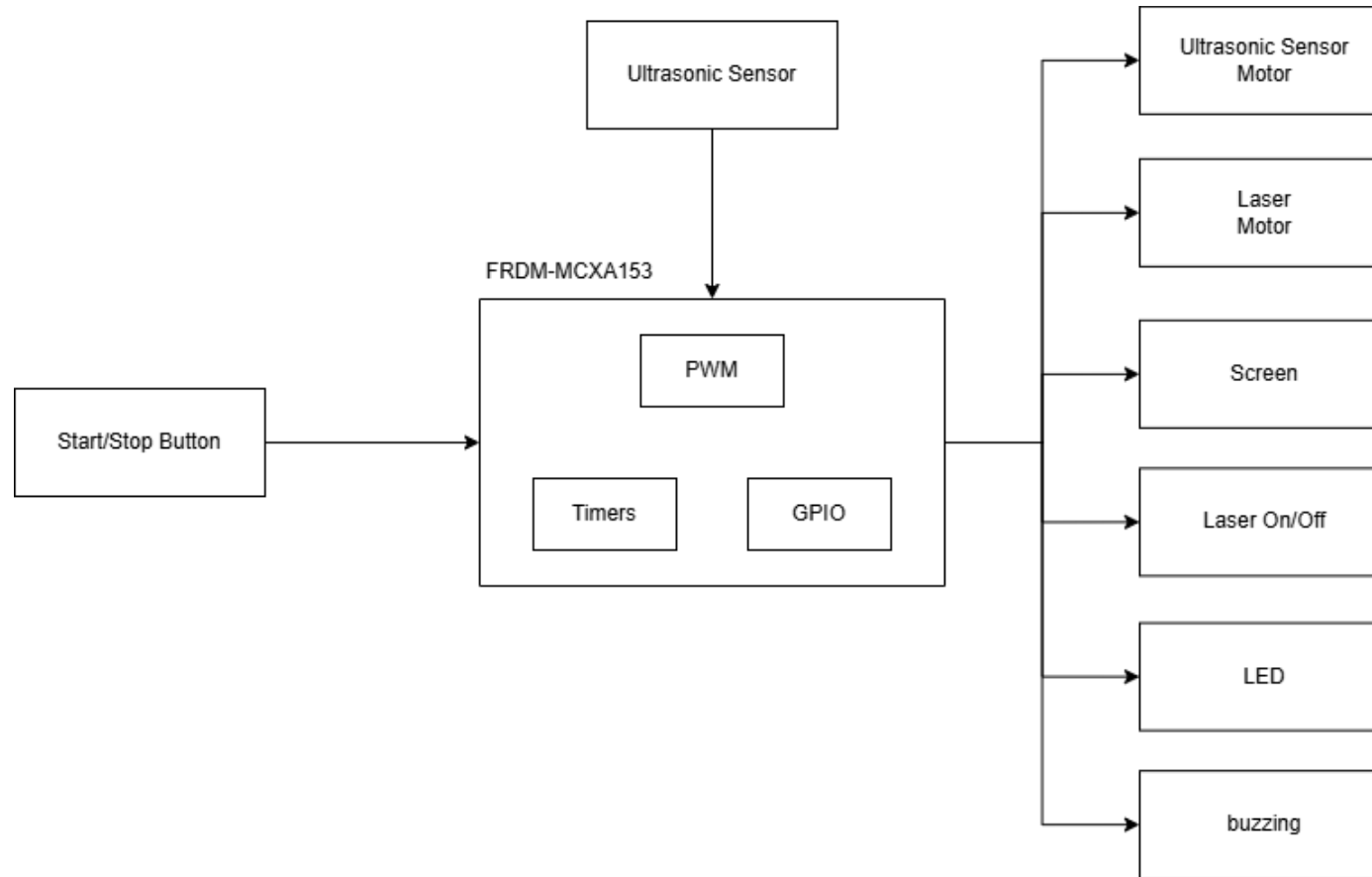
# Introducció

- **Objectiu Final:** Radar Controlador de Proximitat.
  - Sistema que **detecta la proximitat** d'objectes o individus, anàlisi de perímetre.
  - El sistema desenvolupat es situa en el centre, i el sensor rota, analitzant distàncies en una circumferència de **450cm de radi**.
  - La resposta davant un "perill" es determina per tres nivells d'alerta:
    1. **Nivell Baix:** Alerta visual.
    2. **Nivell Moderat:** Alerta visual i sonora moderada.
    3. **Nivell Alt:** Alerta visual i sonora intensa.
- **Presentació Inicial:** Es va comentar que era un projecte massa ambiciós.
  - **Simplificació del Sistema:** Eliminar el component del làser i simplificar la HMI d'informació.
  - **Replanificació:** Modificar la planificació, distribuint les tasques de nou, amb la càrrega de treball actualitzada.

---

# **Disseny Hardware**

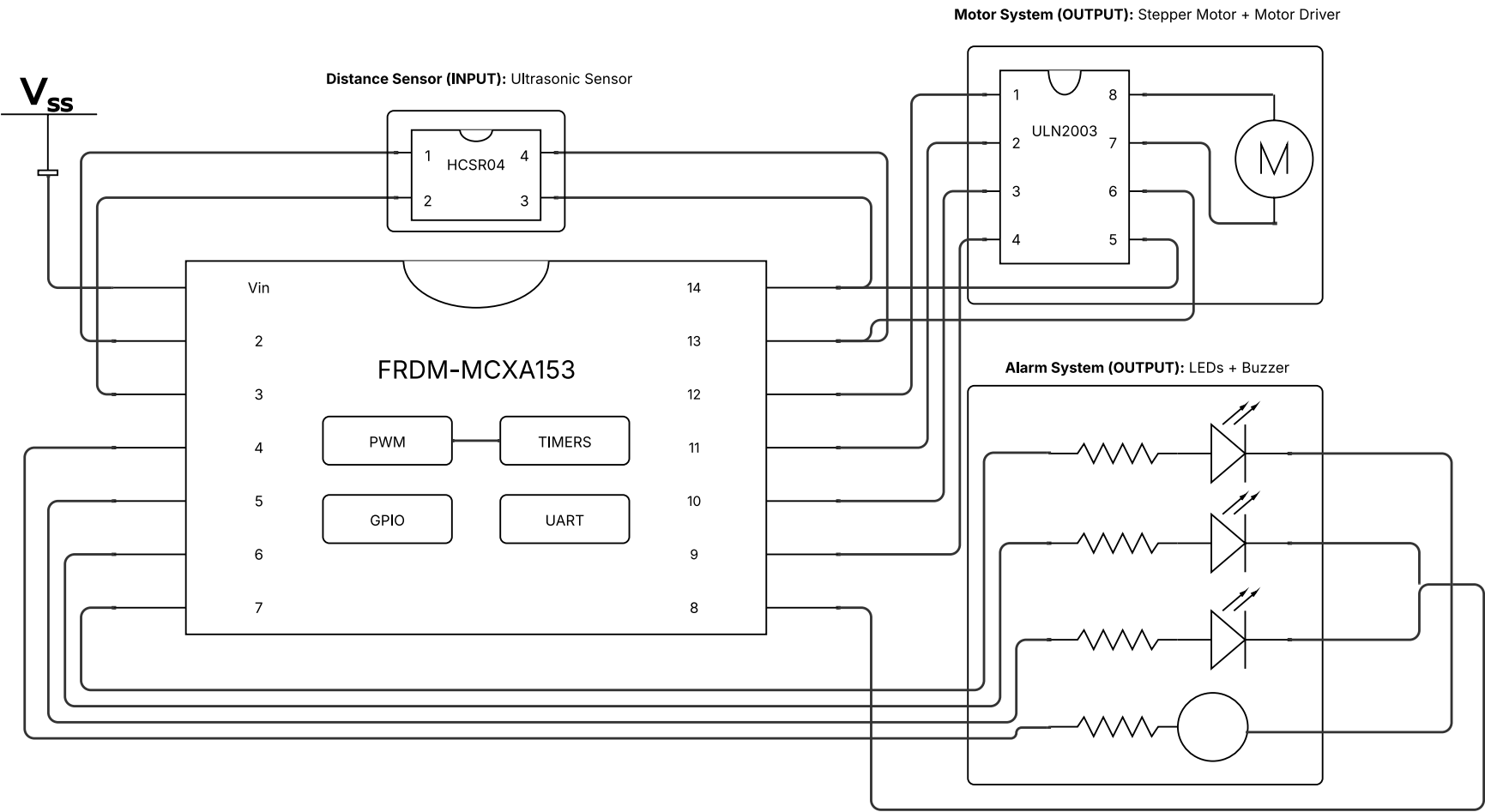
# Diagrama de Blocs - Conceptual



# Diagrama de Blocs – Desenvolupat

## Diagrama de Blocs del Sistema

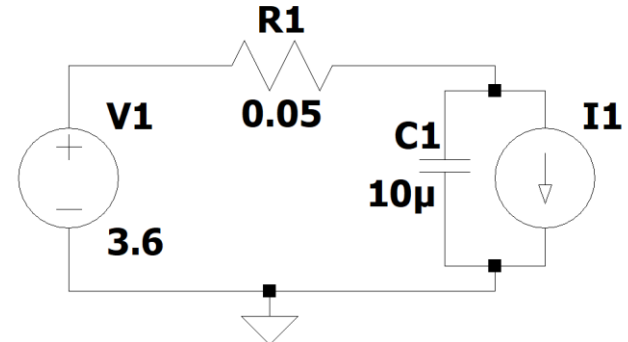
Adrià Arús Setó | Nedal Martínez Benelmekki | Marc Serra Asensio | May 21, 2025



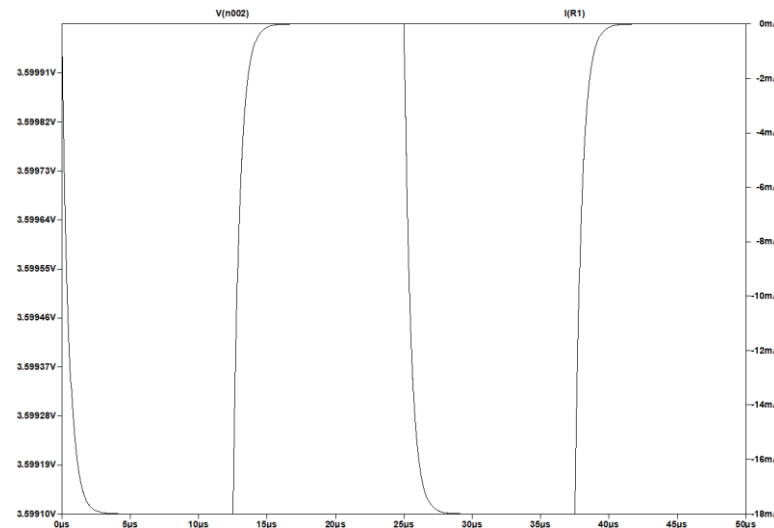
# Simulacions (I) - Elèctriques (SPICE)

## Sensor Ultrasò (HC-SR04)

- **Funcionament:** Polsos de *trigger*.
- **Datasheet:**
  - **Consum:** 15mA
  - **Variacions (Leakage/Quiescent):** 2mA
  - **Freqüència:** 40kHz
  - **Tensió:** 3.3V



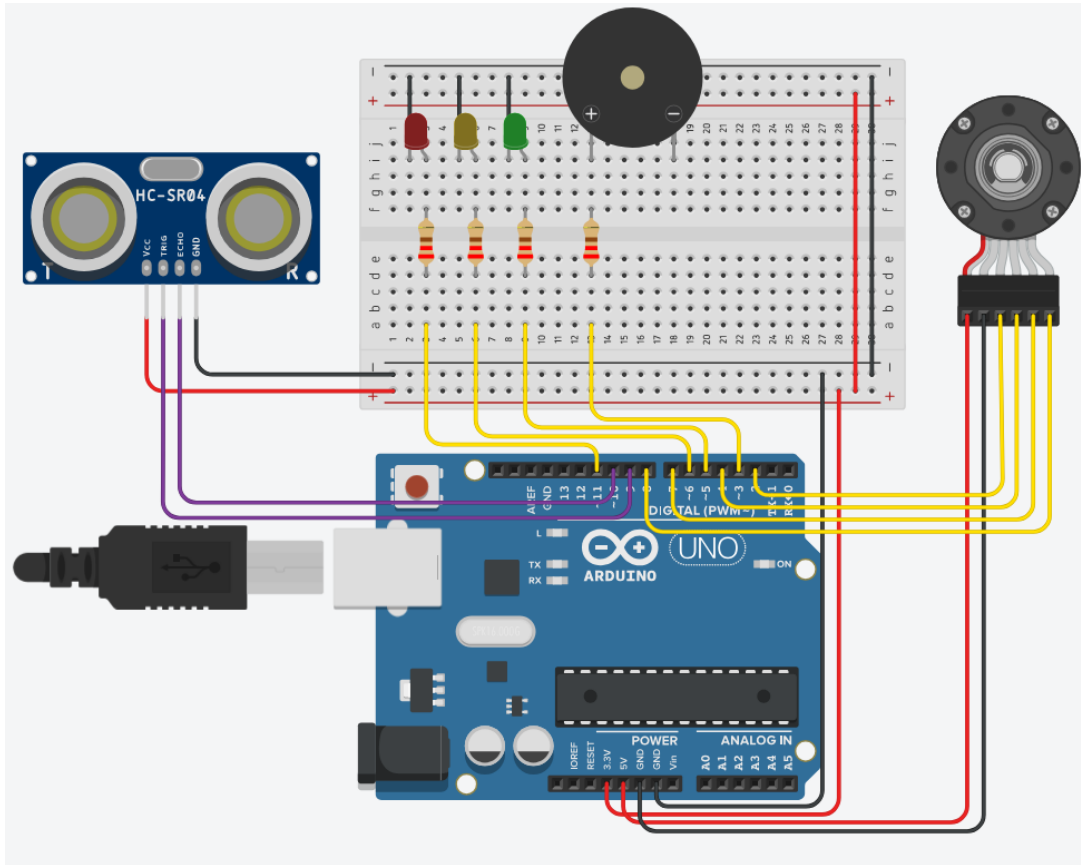
**PULSE(0 18m 0 1n 1n 12.5u 25u 10)  
.tran 250u**



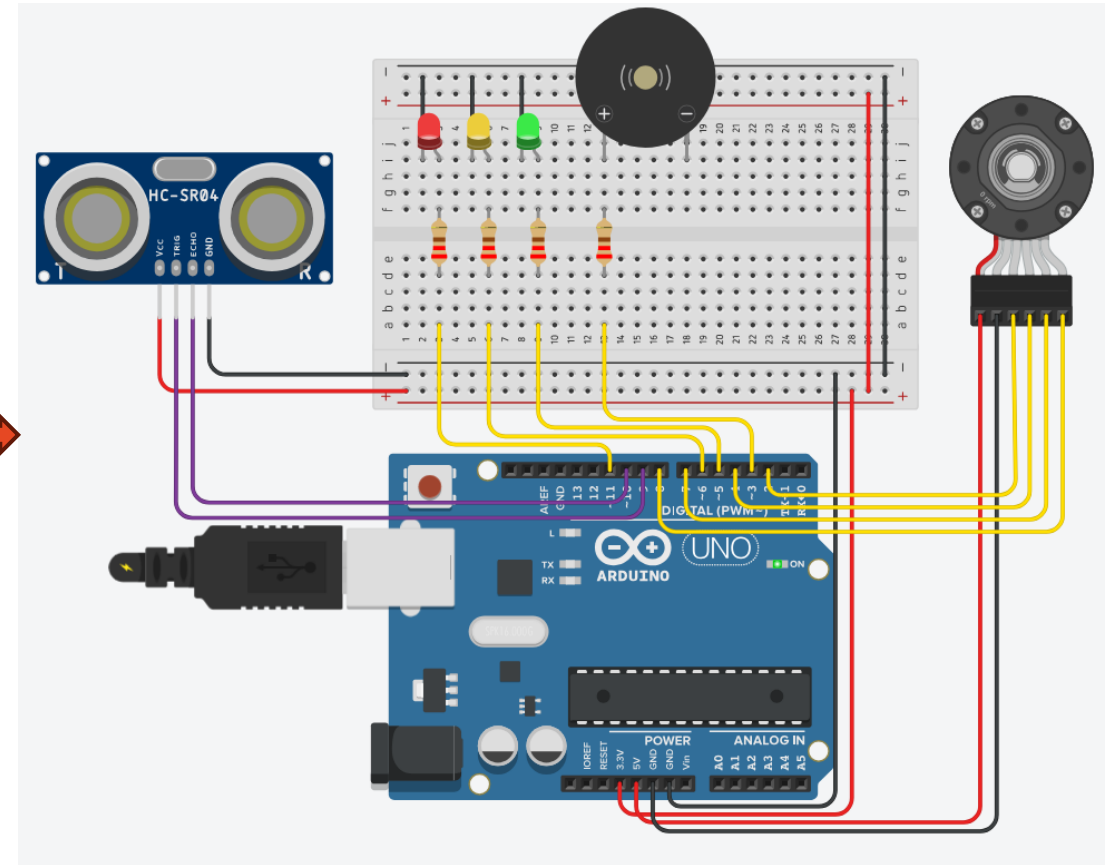
Corrent → <20mA  
Tensió → <3.6V



# Simulacions (II) - EDA (TinkerCAD)

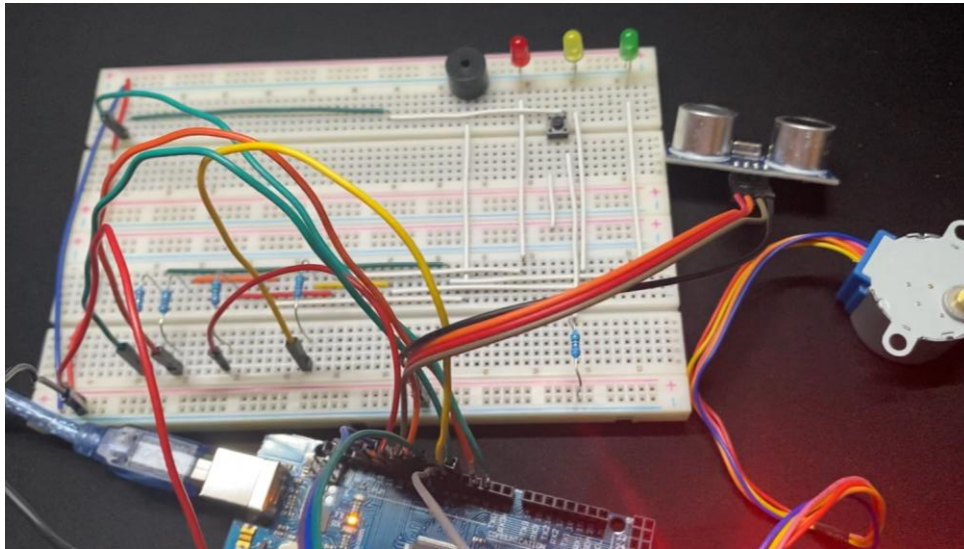


Sistema muntat en *Arduino*.



Simulació en marxa.

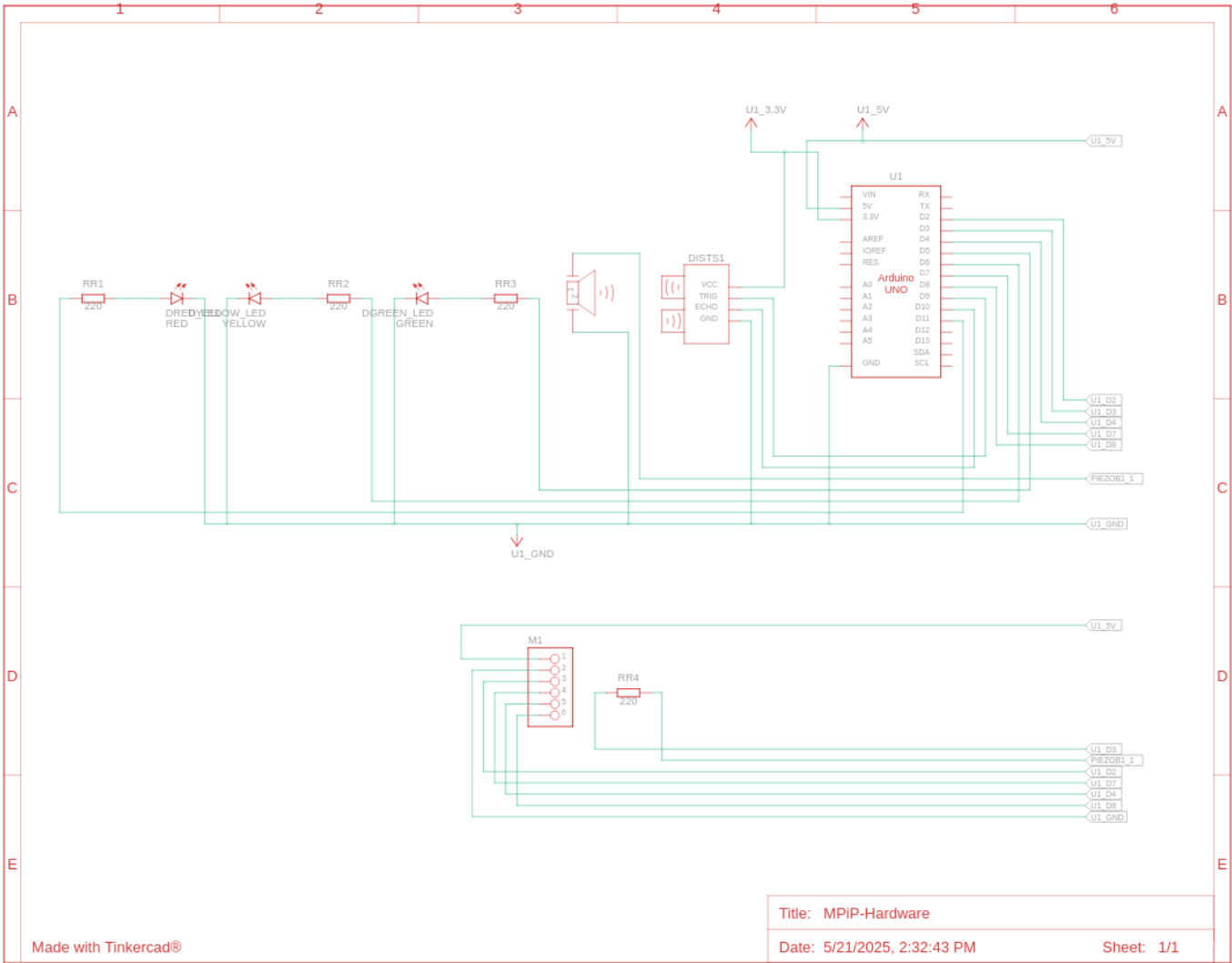
# Simulacions (III) - Verificació HW en *Arduino*



Circuit per la verificació del HW.

```
1 #include <Stepper.h>
2
3 //Constants
4 const int baudRate = 9600;
5 const int stepsPerRevolution = 360;
6 // Pins
7 const int trigPin = 9; //Trigger Pin for the HC-SR04 Sensor
8 const int echoPin = 10; //Echo Pin for the HC-SR04 Sensor
9 const int buttonPin = 2; // Pin for the button
10 const int buzzerPin = 3;
11 const int greenLEDPin = 5;
12 const int yellowLEDPin = 6;
13 const int redLEDPin = 11;
14 const int stepperP1 = 13;
15 const int stepperP2 = 12;
16 const int stepperP3 = 8;
17 const int stepperP4 = 7;
18 // Variables
19 float duration, distance;
20 int buttonState = 0;
21 int status = 0;
22 Stepper myStepper(stepsPerRevolution, stepperP1, stepperP3, stepperP2, stepperP4);
23
24 void setup() {
25   // Sensor
26   pinMode(trigPin, OUTPUT);
27   pinMode(echoPin, INPUT);
28   // Buzzer
29   pinMode(buzzerPin, OUTPUT);
30   // LEDs
31   pinMode(greenLEDPin, OUTPUT);
32   pinMode(yellowLEDPin, OUTPUT);
33   pinMode(redLEDPin, OUTPUT);
34   // Button
35   pinMode(buttonPin, INPUT);
36   // Monitor
37   Serial.begin(baudRate);
38 }
39
40 void loop() {
41   myStepper.step();
42   delay(10);
43
44   digitalWrite(trigPin, LOW);
45   delayMicroseconds(2);
46   digitalWrite(trigPin, HIGH);
47   delayMicroseconds(10);
48   digitalWrite(trigPin, LOW);
49
50   duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
51   distance = (duration*0.0343)/2;
52   Serial.print("Distance: ");
53   Serial.println(distance);
54
55   buttonState = digitalRead(buttonPin);
56
57   if(buttonState == HIGH){
58     if(status == 2)
59       status++;
60     else
61       status = 0;
62   }
63   Serial.print("Status: ");
64   Serial.println(status);
65
66   if(status == 0){
67     digitalWrite(buzzerPin, LOW);
68     digitalWrite(greenLEDPin, LOW);
69     digitalWrite(yellowLEDPin, LOW);
70     digitalWrite(redLEDPin, LOW);
71   }
72   else{
73     digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
74     digitalWrite(greenLEDPin, HIGH);
75     digitalWrite(yellowLEDPin, HIGH);
76     digitalWrite(redLEDPin, HIGH);
77     delay(50);
78     digitalWrite(buzzerPin, LOW);
79     digitalWrite(greenLEDPin, LOW);
80     digitalWrite(yellowLEDPin, LOW);
81     digitalWrite(redLEDPin, LOW);
82     delay(50);
83     digitalWrite(buzzerPin, HIGH);
84     digitalWrite(greenLEDPin, HIGH);
85     digitalWrite(yellowLEDPin, HIGH);
86     digitalWrite(redLEDPin, HIGH);
87   }
88 }
```

# Schematic Final



# Selecció de Components

- Després del disseny i la simulació del circuit, és important tenir el BOM (*Bill Of Materials*).
- Components, elements circuital i mecànics (amb el respectiu pressupost post-inventari).

Material i Pressupost			
Hardware			
Objecte	MPN	Estat	Preu [€]
Placa Desenvolupament	FRDM-MCXA153	En possessió	- €
Sensor Ultrasònic	HC-SR04	En possessió	- €
Motor Sensor (Stepper)	ULN2003 28BYJ-48	En possessió	- €
LEDs	N/A	En possessió	- €
Brunzidor	MCKPX-G1205A-3700	En possessió	- €
Circuiteria			
Objecte	MPN	Estat	Preu [€]
Resistències/Elements Passius	Passius THD genèrics.	En possessió	- €
Cables	Jumper wires genèrics.	En possessió	- €
Protoboard	MB-102	En possessió	- €
Estructura			
Objecte	MPN	Estat	Preu [€]
Objectes domèstics (Reciclat)			
Cost Total			00.00 €

---

# **Disseny Software**

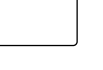
# Metodologia

- **Motivació:** Tres col·laboradors, diferents tasques ben definides, objectiu de mantenir un control de versions (amb facilitat de *rollbacks*) → Ús de GitHub, amb una metodologia *GitFlow*.
- **Branques Principals:**
  - **Main** - branca de “producció”, a partir de les que s'han generat els "*releases*" que carreguem a la placa.
  - **Develop** - branca “d’integració”, on totes les variacions del codi s’integren mitjançant *pull requests* per preparar versions finals. Les proves es realitzen en aquesta branca.
- **Branques de suport:** branques que es creen a partir de la branca *develop*, on cadascuna conté un o diversos canvis incrementals. Un cop s’acaba i es fan proves individuals en la mateixa branca, es fa un *pull request* i un *merge* al *develop*.
- **Flux de Treball:**
  - Es crea una branca nova a partir del *develop*.
  - Un cop fet els canvis, es fa un *merge* a *develop* a través d’un *pull request*, revisat per altres col·laboradors.
  - Es duen a terme proves a *develop*.
  - Si es passen totes les proves, el codi de *develop* es passa a *main*, per entrar en producció.

# Metodologia



# Flux del Sistema





# Explicació Codi

- **Estratègia:** Desenvolupar un conjunt de llibreries pròpies de cada bloc funcional, i després utilitzar-les per implementar el diagrama de flux final.
  - Facilita el desenvolupament: modularitat i independència.
  - Facilita les validacions (proves de qualitat).
- **Resultat:**
  - **Llibreria Sistema d'Alarma** (`alarm.h`, `alarm.c`): Funcions de *set up*; modificació del comportament del components mitjançant GPIO; control de PWM amb Timers per la freqüència de so del bronzidor.
  - **Llibreria Motor** (`motor.h`, `motor.c`): Funcions de *set up*; rotació del motor; rutina d'interrupció per aconseguir rotar grau a grau.
  - **Llibreria Sensor Ultrasò** (`hc-sr04.h`, `hc-sr04.c`): Funcions de *set up*; mesurar distància mitjançant *polling* (l'utilitzat); mesurar distància fent el *trigger* amb una interrupció.
  - **Main:** Implementació del flux principal.

---

# **Organització del Projecte**

# Control de Pressupost

- **Presentació del Projecte:** Calia una inversió de 44.49€
  - **Làser (CESFONJER714035309341)** - 7.99 €
  - **Pantalla LCD Raspberry Pi (4550991)** - 36.50 €
- Planificació a posteriori, després de rebre el *feedback* → Simplificació del projecte. Es prescindeix del component làser i de la pantalla.
- La part mecànica es va realitzar amb objectes domèstics.
- Per tant, després de fer inventari, es va concloure que es podria fer el projecte a **cost 0**.

# Control de Planificació - Inicial

## PLANIFICACIÓ INICIAL

[ASSIGNMENT DETAILS >](#)

TOTAL HOURS:

30.00

COMPLETION COLOR BAR LEGEND

&gt; = 0%

&lt; 40% = &gt;

99%

SELECT CRITERIA FOR ASSIGNMENTS DUE WITHIN:

7

DAYS

Tasca	Àmbit	Responsable	Durada Prevista [h]	Durada Real [h]	Progrés	Percentatge
Preparació de l'entorn col·laboratiu (GitHub)	Organització	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Muntatge del circuit	Hardware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Validació del circuit (test HW)	Hardware	Marc Serra Asensio	1.00	-		0%
Càlcul i tractament de la distància	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	3.00	-		0%
Rotació grau-a-grau del sensor	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Funció Enable-Disable asíncron (Làser)	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Inicialització del Làser	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	2.00	-		0%
Orientació del Làser	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	3.00	-		0%
Comunicació serial placa-pantalla	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Preparació de la GUI	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	3.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 1	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 2	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	1.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 3	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	1.00	-		0%
Tests Unitaris (de cada bloc)	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	2.00	-		0%
Programació de la lògica principal	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Tests funcionals (nivell sistema)	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	2.00	-		0%
Documentació	Organització	Nedal M. Benelmekki	1.00	-		0%

# Control de Planificació – Replanificació

## PLANIFICACIÓ INICIAL

[ASSIGNMENT DETAILS >](#)

TOTAL HOURS:

30.00

COMPLETION COLOR BAR LEGEND

&gt; = 0%

&lt; 40% = &gt;

99%

SELECT CRITERIA FOR ASSIGNMENTS DUE WITHIN:

7

DAYS

Tasca	Àmbit	Responsable	Durada Prevista [h]	Durada Real [h]	Progrés	Percentatge
Preparació de l'entorn col·laboratiu (GitHub)	Organització	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Muntatge del circuit	Hardware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Validació del circuit (test HW)	Hardware	Marc Serra Asensio	1.00	-		0%
Càlcul i tractament de la distància	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	3.00	-		0%
Rotació grau-a-grau del sensor	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Funció Enable-Disable asíncron (Làser)	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Inicialització del Làser	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	2.00	-		0%
Orientació del Làser	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	3.00	-		0%
Comunicació serial placa-pantalla	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Preparació de la GUI	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	3.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 1	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 2	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	1.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 3	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	1.00	-		0%
Tests Unitaris (de cada bloc)	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	2.00	-		0%
Programació de la lògica principal	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Tests funcionals (nivell sistema)	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	2.00	-		0%
Documentació	Organització	Nedal M. Benelmekki	1.00	-		0%

# Control de Planificació – Replanificació

## PLANIFICACIÓ FINAL

[ASSIGNMENT DETAILS >](#)

TOTAL HOURS: 27.00

COMPLETION COLOR BAR LEGEND

> = 0%

< 40% = >

99%

SELECT CRITERIA FOR ASSIGNMENTS DUE WITHIN:

7

DAYS

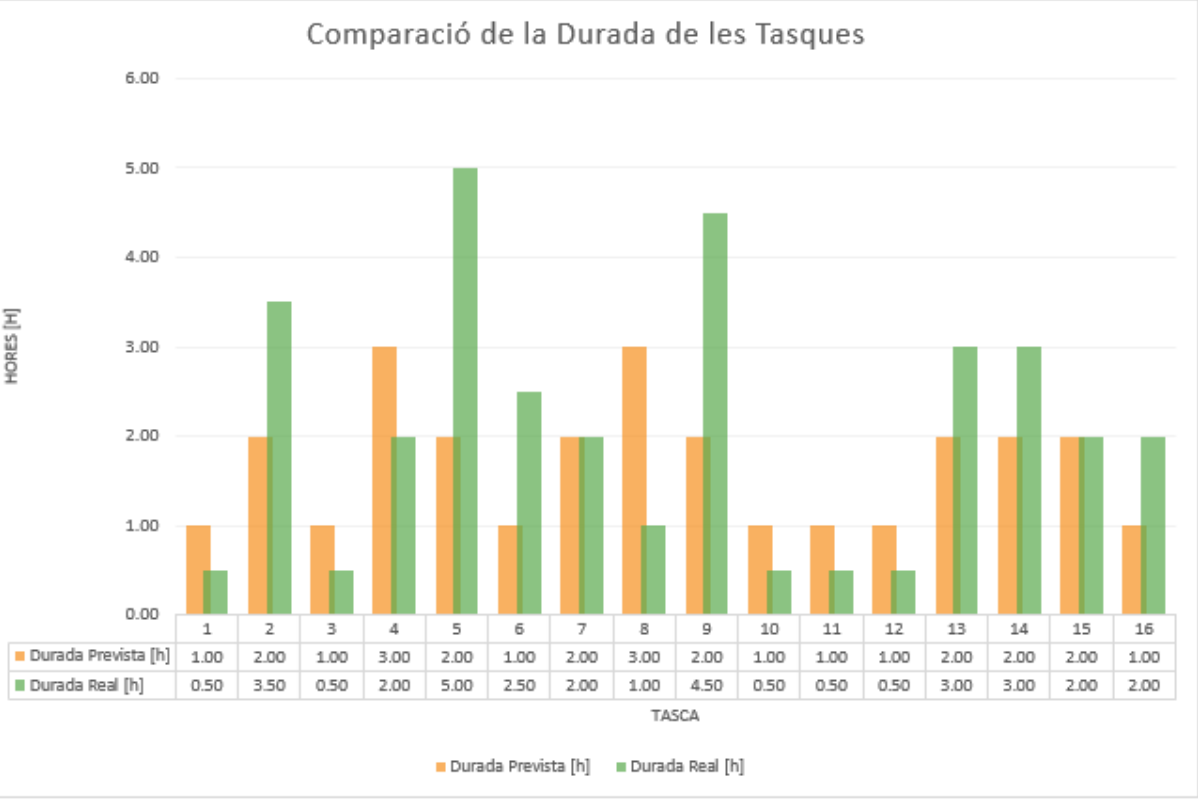
Tasca	Àmbit	Responsable	Durada Prevista [h]	Durada Real [h]	Progrés	Percentatge
Preparació de l'entorn col·laboratiu (GitHub)	Organització	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Muntatge del circuit	Hardware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Validació del circuit (test HW)	Hardware	Marc Serra Asensio	1.00	-		0%
Càlcul i tractament de la distància	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	3.00	-		0%
Rotació grau-a-grau del sensor	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Simulacions Elèctriques	Hardware	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Simulacions Sistema - ECAD	Hardware	Adrià Arús Setó	2.00	-		0%
Proves Arduino	QA	Nedal M. Benelmekki	3.00	-		0%
Muntatge de la Part Mecànica	Hardware	Marc Serra Asensio	2.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 1	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	1.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 2	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	1.00	-		0%
Programació del Nivell d'Alarma 3	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	1.00	-		0%
Tests Unitaris (de cada bloc)	QA	Adrià Arús Setó	2.00	-		0%
Programació de la lògica principal	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	-		0%
Tests funcionals (nivell sistema)	QA	Marc Serra Asensio	2.00	-		0%
Documentació	Organització	Nedal M. Benelmekki	1.00	-		0%

# Control de Planificació – Realitat

## PLANIFICACIÓ FINAL

[ASSIGNMENT DETAILS >](#)

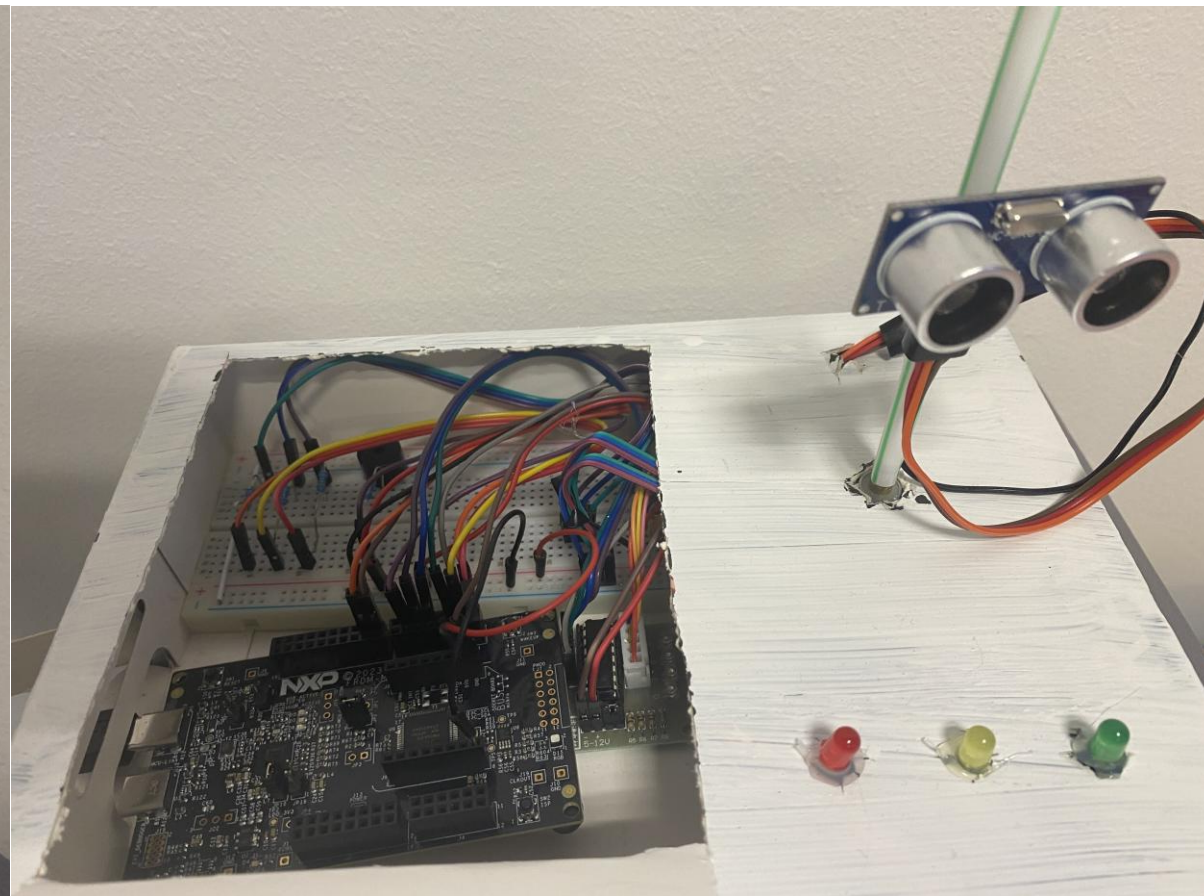
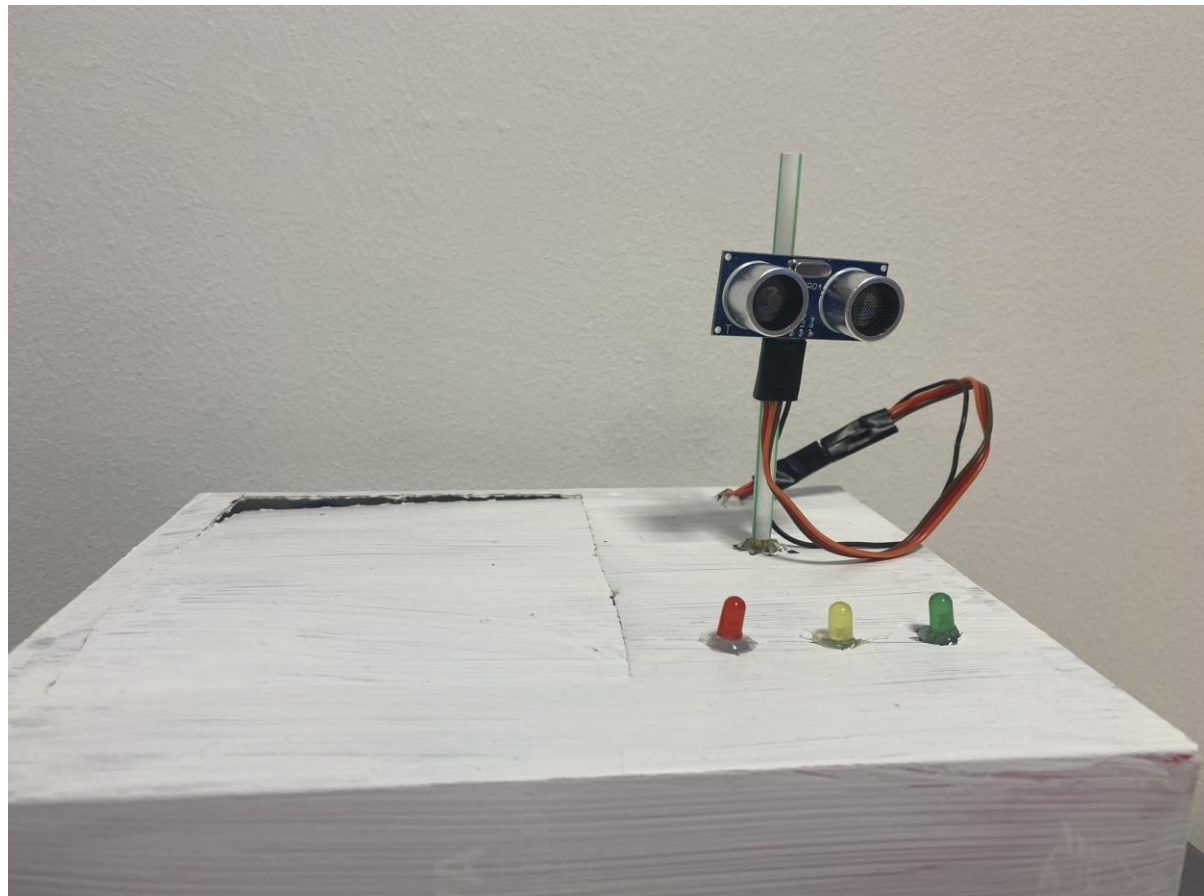
TOTAL HOURS (DONE):		33.00	COMPLETION COLOR BAR LEGEND		> = 0%	< 40% = >	99%
SELECT CRITERIA FOR ASSIGNMENTS DUE WITHIN:		7	DAYS				
Tasca	Àmbit	Responsible	Durada Prevista [h]	Durada Real [h]	Progrés	Percentat	
Preparació de l'entorn col·laboratiu (GitHub)	Organització	Adrià Arús Setó	1.00	0.50	100%	100%	
Muntatge del circuit	Hardware	Nedal M. Benelmekki	2.00	3.50	100%	100%	
Validació del circuit (test HW)	Hardware	Marc Serra Asensio	1.00	0.50	100%	100%	
Càlcul i tractament de la distància	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	3.00	2.00	100%	100%	
Rotació grau-a-grau del sensor	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	5.00	100%	100%	
Simulacions Elèctriques	Hardware	Adrià Arús Setó	1.00	2.50	100%	100%	
Simulacions Sistema - ECAD	Hardware	Adrià Arús Setó	2.00	2.00	100%	100%	
Proves Arduino	QA	Nedal M. Benelmekki	3.00	1.00	100%	100%	
Muntatge de la Part Mecànica	Hardware	Marc Serra Asensio	2.00	4.50	100%	100%	
Programació del Nivell d'Alarma 1	Software/Firmware	Adrià Arús Setó	1.00	0.50	100%	100%	
Programació del Nivell d'Alarma 2	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	1.00	0.50	100%	100%	
Programació del Nivell d'Alarma 3	Software/Firmware	Marc Serra Asensio	1.00	0.50	100%	100%	
Tests Unitaris (de cada bloc)	QA	Adrià Arús Setó	2.00	3.00	100%	100%	
Programació de la lògica principal	Software/Firmware	Nedal M. Benelmekki	2.00	3.00	100%	100%	
Tests funcionals (nivell sistema)	QA	Marc Serra Asensio	2.00	2.00	100%	100%	
Documentació	Organització	Nedal M. Benelmekki	1.00	2.00		99%	



---

# Demostració





Video Projecte.mp4

---

# **Verificació de Requisites**

# Verificació de Requisites

Ítem	Si	No
El proyecto se puede realizar en 4 sesiones		
Es adecuado para el aprendizaje de la programación de microcontroladores		
Dispone de periféricos o sensores de entrada		
Dispone de periféricos o actuadores de salida		
Utiliza controladores internos: temporizadores,		
Utiliza protocolos de comunicación		
Utiliza interrupciones		
Están especificados los pines de port necesarios		
El microcontrolador cumple las características que se necesitan		
La programación del controlador se va a realizar a bajo nivel		
Está especificado el voltaje que requieren los periféricos		
Conozco los controladores de los periféricos que se van a utilizar		
Conozco los protocolos de comunicación		
Está la información de los periféricos, sensores y controladores disponible		
Están las tareas identificadas		
Está estimado el tiempo de cada tarea		
Está previsto las pruebas de test de cada una de las fases		
Está previsto las pruebas de conjunto		
Está prevista la demostración a realizar para mostrar el trabajo realizado		

# Verificació de Requisites

Ítem	Si	No
El proyecto se puede realizar en 4 sesiones	Sí.	
Es adecuado para el aprendizaje de la programación de microcontroladores	Sí.	
Dispone de periféricos o sensores de entrada	Sí - Ultrasonido.	
Dispone de periféricos o actuadores de salida	Sí - Motor.	
Utiliza controladores internos: temporizadores,	Sí - PWM, Timer.	
Utiliza protocolos de comunicación	Sí - Pantalla.	
Utiliza interrupciones	Sí - Motor.	
Están especificados los pines de port necesarios	Sí - Diseño HW.	
El microcontrolador cumple las características que se necesitan	Sí - Diseño HW.	
La programación del controlador se va a realizar a bajo nivel	Sí - En C.	
Está especificado el voltaje que requieren los periféricos	Sí - Simulaciones.	
Conozco los controladores de los periféricos que se van a utilizar	Sí - Diseño HW.	
Conozco los protocolos de comunicación	Sí - MPiP.	
Está la información de los periféricos, sensores y controladores disponible	Sí - Datasheets.	
Están las tareas identificadas	Sí - Planificación.	
Está estimado el tiempo de cada tarea	Sí - Planificación.	
Está previsto las pruebas de test de cada una de las fases	Sí - Planificación.	
Está previsto las pruebas de conjunto	Sí - Planificación.	
Está prevista la demostración a realizar para mostrar el trabajo realizado	Sí.	

---

**Gràcies per la  
vostra atenció!**