



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS DE GANDIA

(GTI_2A_22/23_EQUIPO_1-1)

SMART CLOSSET

Documento Técnico de Diseño
Volumen 1

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	PROPÓSITO	3
1.2	ALCANCE	3
1.3	EQUIPO DE DESARROLLO E INTERESADOS EN EL PROYECTO	4
1.4	DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	4
1.5	ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	4
2	SISTEMA	5
2.1	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA	6
2.2	ARQUITECTURA DEL SISTEMA	10
3	FUNCIONALIDADES. SENSORES	10
3.1	<i>FUNCIONALIDAD #1 SENSOR TEMPERATURA</i>	11
3.2	<i>FUNCIONALIDAD #2 SENSOR PESO</i>	12
3.3	<i>FUNCIONALIDAD #3 SENSOR MAGNÉTICO</i>	13
3.4	<i>FUNCIONALIDAD #4 SENSOR RFID</i>	14
4	PROTOTIPO. ESQUEMAS Y MONTAJE	15
5	ESTUDIO DE ENERGÍA Y CONSUMO	15
6	ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL Y RECICLAJE	16
7	CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE MEJORA	17
8	REFERENCIAS	18

Figuras

Ilustración 1. M5 Stack	2
Ilustración 2. Raspberry Pi	2
Ilustración 3. Diagrama de bloques	7
Ilustración 4. Sensor RFID	8
Ilustración 5. Sensor de temperatura y humedad	8
Ilustración 6. Sensor magnético	9
Ilustración 7. Sensor de peso	9
Ilustración 8. Diseño de la base de datos	10
Ilustración 9. Circuito sensor de temperatura	11
Ilustración 10. Circuito sensor peso	12
Ilustración 11. Circuito sensor magnético	13
Ilustración 12. Circuito sensor RFID	14
Ilustración 13. Esquema del armario	14
Ilustración 14. Landing page	15

Tablas

Tabla 1. Ejemplo de tabla para incluir características

4

1 INTRODUCCIÓN

Lo que se busca principalmente con este proyecto es desarrollar un armario inteligente junto a una aplicación móvil, para ello utilizaremos un conjunto de sensores y de herramientas de desarrollo móvil. Por la parte del hardware para realizar este proyecto hemos utilizado:

- Microprocesador M5 Stack junto con ESP32.
- Sensor magnético, de peso, temperatura y RFID.
- Relé y placa LED.
- Protoboards, cables y resistencias.
- Raspberry Pi.
- Armario de pladur.

El M5 Stack es un dispositivo de tamaño mínimo para hacer desarrollos sobre la plataforma ESP32. Posee conectividad WiFi, Bluetooth e I2C; además también dispone de numerosos puertos GPIO. Está todo integrado dentro de una caja o carcasa, incluyendo una pantalla LCD y botones frontales programables.



Ilustración 1. M5 stack

La Raspberry Pi OS es una placa de microordenador de pequeñas dimensiones. Posee una tarjeta SD que instala y descarga la imagen automáticamente; su sistema operativo está basado en la distribución Debian de Linux. Fue desarrollada con el objetivo de poner en todas las manos el poder de la informática y la creación digital.



Ilustración 2. Raspberry Pi

La parte del software empleada se puede dividir en dos partes: Por un lado tenemos el lenguaje de programación empleado para los sensores; llamado Arduino el cuál es un lenguaje derivado de “C”. También utilizamos un sistema operativo llamado “Raspbian”, dicho sistema está basado en “Linux” y lo usamos para programar la Raspberry Pi.

Por otra parte, para realizar la aplicación hemos utilizado Android Studio, en este, se puede utilizar para programar el lenguaje de “Kotlin” o “Java”, en nuestro caso hemos usado Java. A parte de Android Studio hemos empleado una base de datos llamada Firebase en la que introducimos gran parte de los datos de la aplicación.

1.1 PROPÓSITO

En este proyecto se trata de ofrecer al consumidor un armario inteligente llamado *Smart Closset* junto a una aplicación móvil correspondiente, que surge de la necesidad de organizar de una forma más eficiente, fácil y rápida, todas las prendas que posee el usuario.

Este documento va dirigido a desde aquel individuo interesado en dotarse a sí mismo de una calidad de vida mayor hasta a empresas multinacionales que quieran organizar sus almacenes teniendo todo su inventario de ropa bien ubicado.

1.2 ALCANCE

Nuestro armario trata de hacer la vida del usuario más fácil, ayudando a organizar su ropa de manera eficiente e informando de si sus prendas se encuentran en el interior del armario; haciendo a su vez consciente al usuario de la cantidad de prendas que tiene en el interior de este. Consiguiendo así evitar gastos innecesarios, ahorrar tiempo y mantener el armario siempre organizado. Todo esto lo conseguimos gracias a la red de sensores implementados y a su aplicación móvil informativa.

El *Smart Closset* a día de hoy presenta tres sensores funcionales y otro pendiente de implementar. Dichos sensores informan de cuándo una prenda se cae del armario, evitando el desorden del armario; también nos indican la temperatura del exterior, promoviendo que el usuario escoja el conjunto perfecto en cuanto a la temperatura; y por último presentamos un sistema cuya función es iluminar y enviar una notificación al usuario cada vez que el armario es abierto. Por otro lado, el armario también presenta una aplicación que nos informa de la antigüedad de la ropa y nos muestra todo lo que hay en el interior del armario entre otras cosas.

El montaje de nuestro guardarropa ha recibido diversas comprobaciones para que no haya cortocircuitos que atenten contra la seguridad de los hogares de nuestros clientes. Esto no es la única marca de seguridad, la aplicación móvil presenta un registro con verificación y cifrado de contraseña, ideado para que nadie suplante tu identidad o puedan acceder a tu cuenta debido a que le han robado la contraseña al cliente.

1.3 EQUIPO DE DESARROLLO E INTERESADOS EN EL PROYECTO

Actualmente el equipo de desarrollo consta de cinco integrantes. Cada cual cumple una función única en el equipo.

El primer miembro de nuestro equipo es Laura, con un perfil cercano a la de una líder y mediadora, con capacidad de organización y dedicación. En los siguientes miembros de nuestro equipo tenemos, Lola la cual presenta una gran ambición e ideas creativas para el desarrollo del proyecto y Paula, con gran capacidad creativa, aplicable a la búsqueda de alternativas para solventar problemas. Estas tres cuentan con un muy buen ojo para el diseño visual y la experiencia de usuario, en especial Larua.

A continuación, Hugo, tiene un gran nivel de programación, muy útil a la hora de resolver errores desconocidos.

Por último, Diego, también tiene un gran nivel de programación unido a una gran determinación y dedicación para trabajar en sus tareas. Además, dispone de mucho tiempo libre para trabajar en cualquier ámbito del proyecto.

1.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

M5 Stack: plataforma de prototipado rápido con conectividad Wifi y Bluetooth basada en el conocido y potente ESP32.

Raspberry PI OS: a Raspberry Pi es una serie de ordenadores monoplaca u ordenadores de placa simple de bajo costo desarrollado en el Reino Unido por la Raspberry Pi Foundation

UDP: El protocolo de datagramas de usuario es un protocolo del nivel de transporte basado en la transmisión sin conexión de datagramas y representa una alternativa al protocolo TCP.

MQTT: es un protocolo de red ligero, de publicación y suscripción, de máquina a máquina para el servicio de cola de mensajes/cola de mensajes. Está diseñado para conexiones con ubicaciones remotas que tienen dispositivos con restricciones de recursos o ancho de banda de red limitado.

No SQL: En informática, NoSQL es una amplia clase de sistemas de gestión de bases de datos que difieren del modelo clásico de SGBD en aspectos importantes, siendo el más destacado que no usan SQL como lenguaje principal de consultas.

DHT11: es un sensor digital de temperatura y humedad relativa de bajo costo y fácil uso.

HX711: es un transmisor entre las celdas de carga y un microcontrolador como Arduino/PIC/ESP

Mc-38: sensor magnético

RFID RC522: Dispositivo lector para aplicaciones de RFID.

1.5 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El documento se estructura de la siguiente manera:

- /1 La Sección 1 es la introducción e incluye una descripción detallada del proyecto y los documentos referenciados.
- /2 La Sección 2 proporciona una visión general del sistema.
- /3 La Sección 3 describe cada uno de las funcionalidades desarrolladas, especificando el modo de calibración empleado y presentando las gráficas de testeo.
- /4 La Sección 4 incluye el mapa de la red de nodos especificando las diferentes capas
- /5 La Sección 5 contiene una explicación del software desarrollado, incluye diagramas UML, explicación de las librerías, clases y del programa o programas principales.
- /6 La Sección 6 presenta las conclusiones del trabajo desarrollado y las posibles líneas de mejora.
- /7 Por último se presentan las referencias del documento

2 SISTEMA

Como hemos comentado anteriormente, el sistema aporta la información necesaria para mantener el armario organizado utilizando un sensor de peso, uno de temperatura y uno magnético. Dichos sensores ayudan al cliente a mantener a tiempo completo el armario en buenas condiciones. A su vez, al ser compatible con redes Wi-Fi, hacemos uso del protocolo UDP para monitorear todos los datos desde una misma pantalla a una distancia considerable y sin cables conectados al equipo.

No hay que olvidar la App la cual presenta diversas funcionalidades, desde básicas hasta muy complejas. El usuario es capaz de ver sus datos y editarlos; añadir a la base de datos del armario las diferentes prendas nuevas que adquiera; ver todas y cada una de las prendas, a la vez que filtrarlas; ver los datos de cada ropa, incluyendo dentro de estos la fecha de compra, la última vez el usuario se la puso, la huella de carbono haciéndonos conscientes del impacto medioambiental, etc.

2.1 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El hardware de nuestro armario está formado por tres microprocesadores junto a sus tres sensores correspondientes, algunos de ellos presentan microcontroladores para poder utilizarlos. Todos los sensores necesitan una fuente de entre 3,3V o 5V para poder funcionar y todos los microprocesadores reciben energía a partir de fuentes de alimentación externas (baterías portátiles). Pero por otro lado, el proyecto no presenta ningún sistema de ahorro de energía como el deep sleep que sí debería de ser implementado en próximos Sprints.

Para el software de nuestro sistema utilizamos, por el lado de la aplicación móvil, Android Studio, que es el IDE oficial de Android cuyo lenguaje de programación es Java o Kotlin.

A su vez también empleamos la base de datos de Google, Firebase, que es una plataforma en la nube para el desarrollo de aplicaciones web y móviles. Esta ofrece diferentes servicios, de los cuales empleamos la autenticación de usuarios que permite tanto el registro como el acceso utilizando perfiles de otras plataformas externas. También empleamos el servicio Cloud Firestore que es una base de datos NoSQL para todo tipo de aplicaciones y entornos que almacena los datos como JSON. La cual nos aporta la ventaja de trabajar su funcionamiento a tiempo real.

Para el desarrollo de nuestro sistema hemos utilizado dos protocolos de comunicación.

El protocolo UDP lo hemos utilizado para comunicar los M5 Stacks entre sí mediante la conexión Wi-Fi que presentan estos, este es un protocolo del nivel de transporte basado en la transmisión sin conexión de datagramas.

El protocolo MQTT funciona correctamente enviando textos a aplicaciones externas, pero aún no se ha podido aplicar al proyecto.

Nuestro prototipo posee integrado en su interior dos sensores, uno magnético y otro de peso. Pero para presentar la idea del prototipo disponemos de un sensor de temperatura, que debe ser situado en el exterior. Cabe destacar que también disponemos de un sensor RFID que funciona correctamente, pero este aún no ha sido implementado funcionalmente en el armario.

Para realizar el montaje del prototipo del armario hemos utilizado los siguientes elementos:

- Destornilladores, celo, martillo.
- Cuatro sensores con sus correspondientes M5 Stacks y sus fuentes de alimentaciones
- Para complementar el montaje de los sensores hemos utilizado una placa de madera para la báscula; un relé , una placa LED y un enchufe para la obertura de la puerta y una caja protectora para la instalación del sensor de temperatura en el exterior.

A la hora de reciclar el producto: el armario en sí puede ser depositado en su contenedor correspondiente. Pero la parte electrónica no puede ser depositada en cualquier contenedor, debe llevarse a puntos de recogida que se encarguen de los residuos electrónicos. En estos lugares siguen diversos pasos como la clasificación, el pesaje, la trituración, la destrucción, el envasado y el almacenado, para que finalmente los residuos puedan ser enviados a plantas finales, donde pueden ser tratados de manera correcta.

Tabla 1. Ejemplo de tabla para incluir características

Parámetro	Símbolo	Mín.	Máximo	Unidades
<i>Magnetismo</i>	<i>M</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	
<i>Temperatura</i>	<i>T</i>	<i>0</i>	<i>50</i>	<i>C°</i>
<i>Peso</i>	<i>P</i>	<i>0</i>	<i>5</i>	<i>Kg</i>
<i>RFID</i>		<i>0</i>	<i>5-7</i>	<i>M</i>

2.2 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

2.2.1 ARQUITECTURA HARDWARE DEL SISTEMA

A continuación se muestra el diseño de bloques del sistema hardware completo:

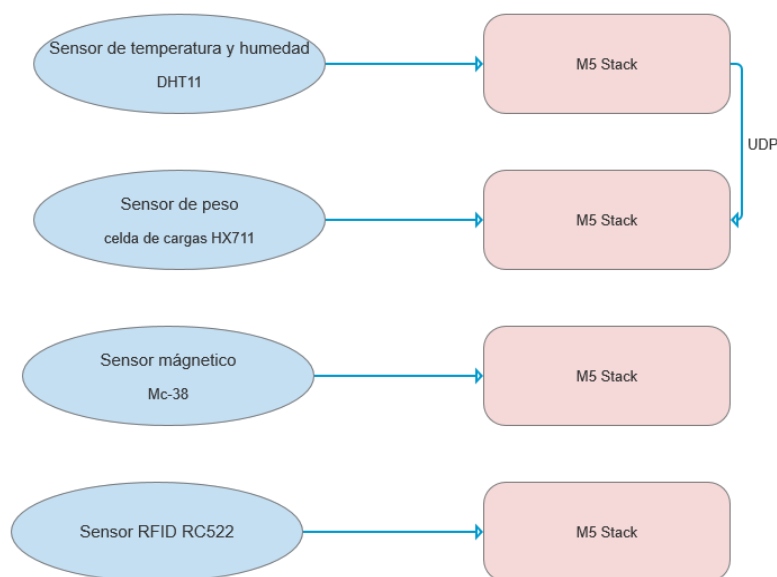


Ilustración 3. Diagrama de bloques

A continuación se mostrarán las conexiones de cada uno de nuestros sensores de manera esquemática

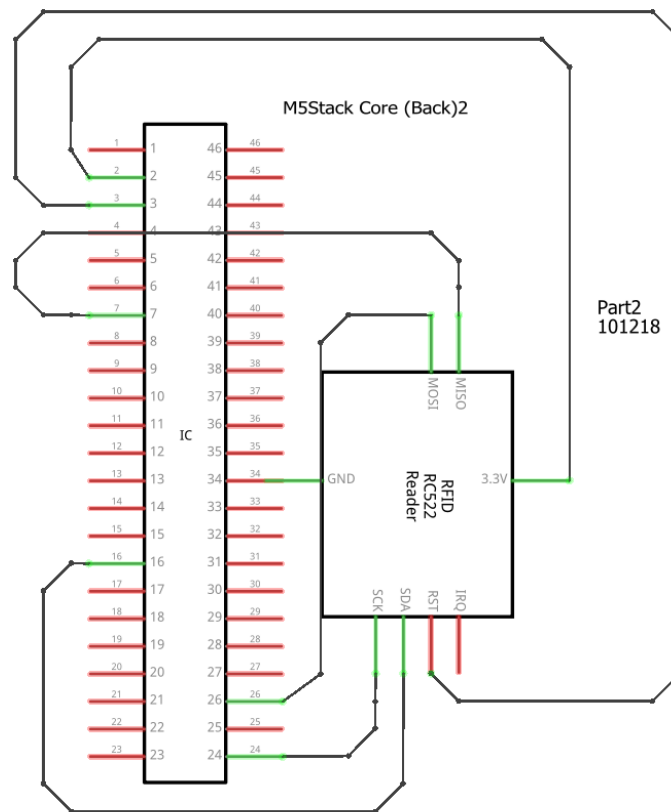


Ilustración 4. Sensor RFID

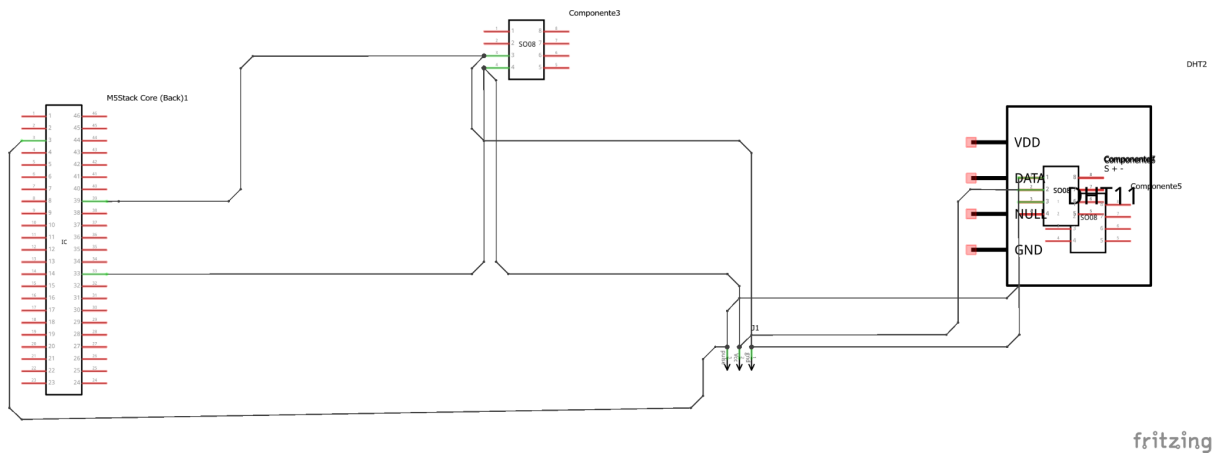


Ilustración 5. Sensor de temperatura y humedad

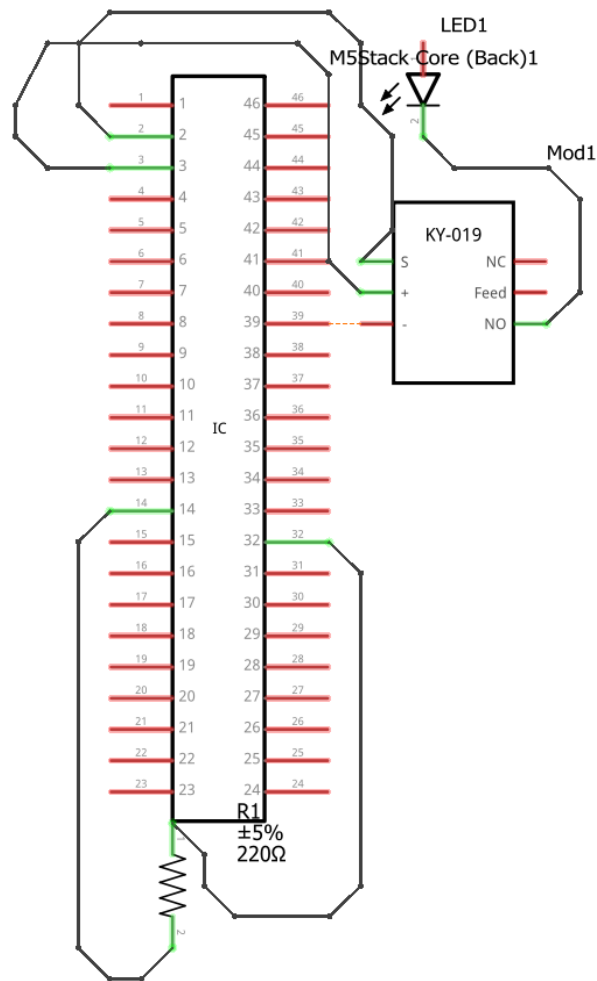


Ilustración 6. Sensor magnético

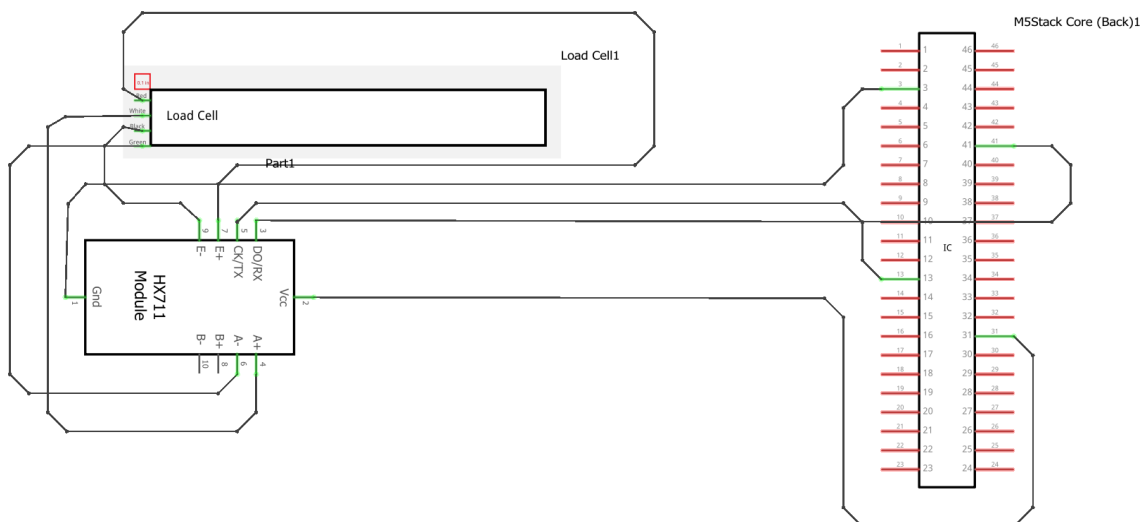


Ilustración 7. Sensor de peso

2.2.2 ARQUITECTURA SOFTWARE/COMUNICACIONES DEL SISTEMA

Nuestros programas de Arduino no presentan librerías propias. Y por el lado de la aplicación disponemos del diseño de la base de datos.

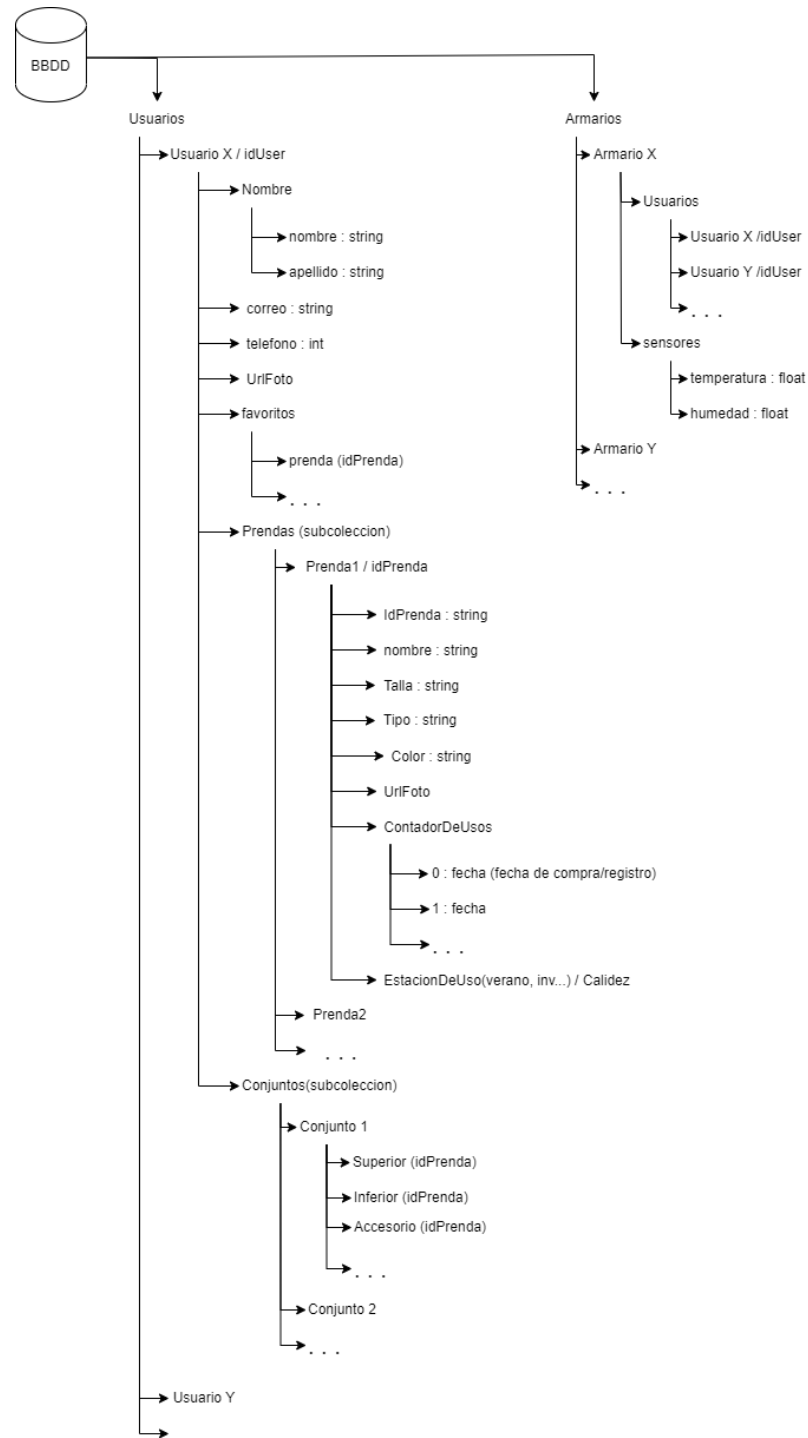


Ilustración 8. Diseño de la base de datos

3 FUNCIONALIDADES. SENSORES

3.1 FUNCIONALIDAD #1 SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

3.1.1 Descripción sensor

El sensor DHT11 nos permite medir la temperatura y humedad del ambiente, este será conectado a un M5 Stack para permitir su funcionamiento. Para obtener dichos valores consta de un sensor de humedad capacitivo que posee un condensador formado con dos electrodos con un sustrato que retiene la humedad como un dieléctrico entre ellos. Para hallar la temperatura presenta termistor de coeficiente de temperatura negativa, que provoca una disminución de su valor de resistencia con el aumento de la temperatura con el objetivo de detectarla.

El sensor utiliza un pin digital para enviar la información consiguiendo así mayor protección frente al ruido, de esta forma conectaremos el DAT del sensor al pin 26 del M5Stack. Funciona con 3,3V de alimentación.

La función que le daremos al sensor será observar la temperatura del exterior para así recomendar al usuario unos conjuntos u otros conforme al clima

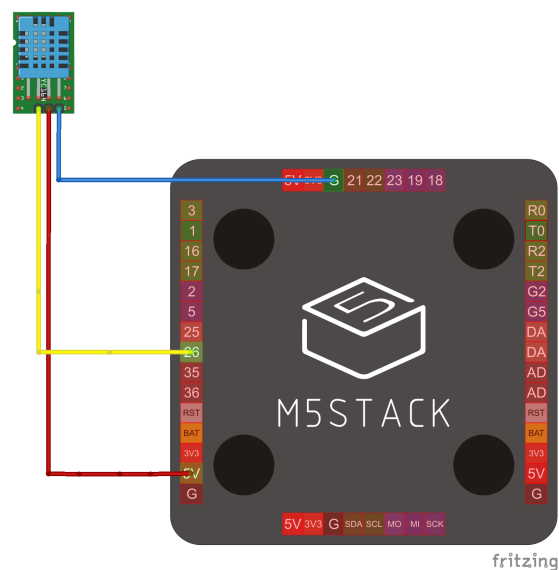


Ilustración 9. Circuito sensor de temperatura

3.2 FUNCIONALIDAD #2 SENSOR DE PESO

3.2.1 Descripción sensor

El sensor de celda de carga HX711 es un sensor de peso o báscula capaz de traducir la presión o fuerza en una señal eléctrica, a través de una galga interna, configurada por un puente Wheatstone, conectado a un M5 Stack. Es una interfaz entre la celda de carga y el microcontrolador, permitiendo poder leer el peso de manera sencilla, convirtiendo la lectura analógica a digital con su conversor A/D interno de 24 bits.

A la hora de conectarlo, como se muestra en el dibujo, conectaremos el DAT y el CLK del microcontrolador a los pines digitales 5 y G2. Su VCC será conectado a 5v ya que es la alimentación que necesita para funcionar.

La función de este sensor en nuestros armario será indicar al propietario cuándo una prenda se cae, evitando pérdida de ropa y arrugas.

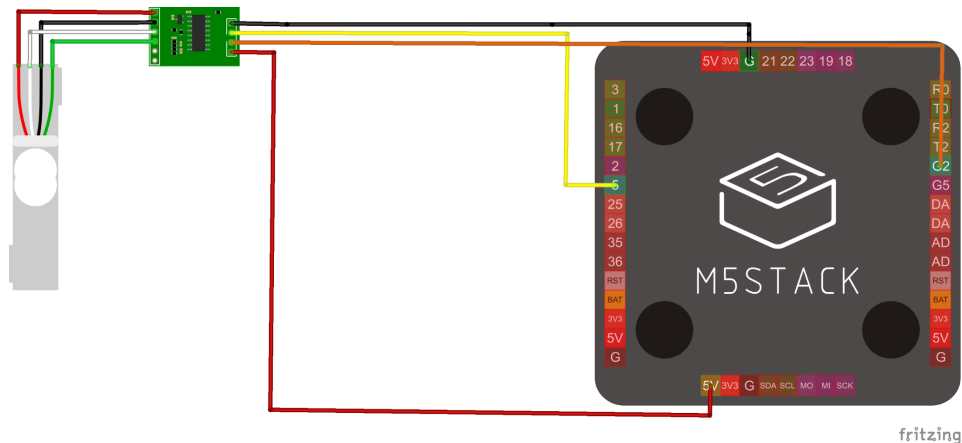


Ilustración 10. Circuito sensor peso

A la hora de realizar la programación de este sensor, hemos utilizado la librería HX711, a la vez que para calibrar la báscula hemos usado el siguiente código.

```
#include "HX711.h"

// HX711 circuit wiring
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 35;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 36;

HX711 scale;

void setup() {
  pinMode(LOADCELL_DOUT_PIN, INPUT);
  pinMode(LOADCELL_SCK_PIN, OUTPUT);
  Serial.begin(57600);
  scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
}

void loop() {
  if (scale.is_ready()) {
    long reading = scale.read();
    Serial.print("HX711 reading: ");
    Serial.println(reading);
  } else {
    Serial.println("HX711 not found.");
  }

  delay(1000);
}
```


3.3.1 Descripción sensor

Para trabajar con el RFID necesitamos una fuente de alimentación de 3,3V. Durante este Sprint no ha sido posible su implementación, pero si su funcionamiento. Está pensado para que próximamente sea capaz de identificar las prendas de ropa, pudiendo indicar si una prenda se encuentra dentro o fuera del armario.

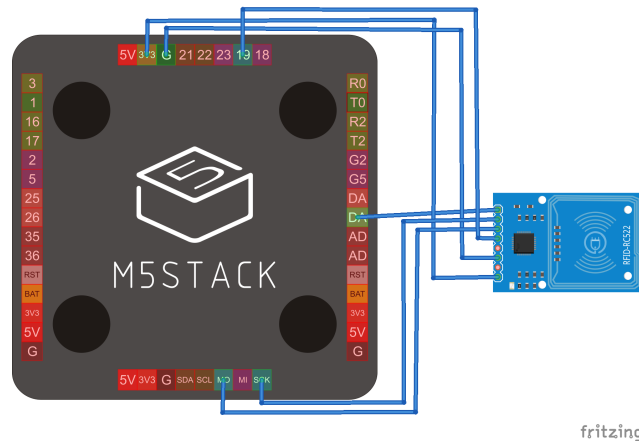


Ilustración 12. Circuito sensor RFID

4 PROTOTIPO. ESQUEMAS Y MONTAJE

El montaje del prototipo se divide en dos partes, por un lado el montaje del armario. Para el cual hemos realizado el siguiente esquema:

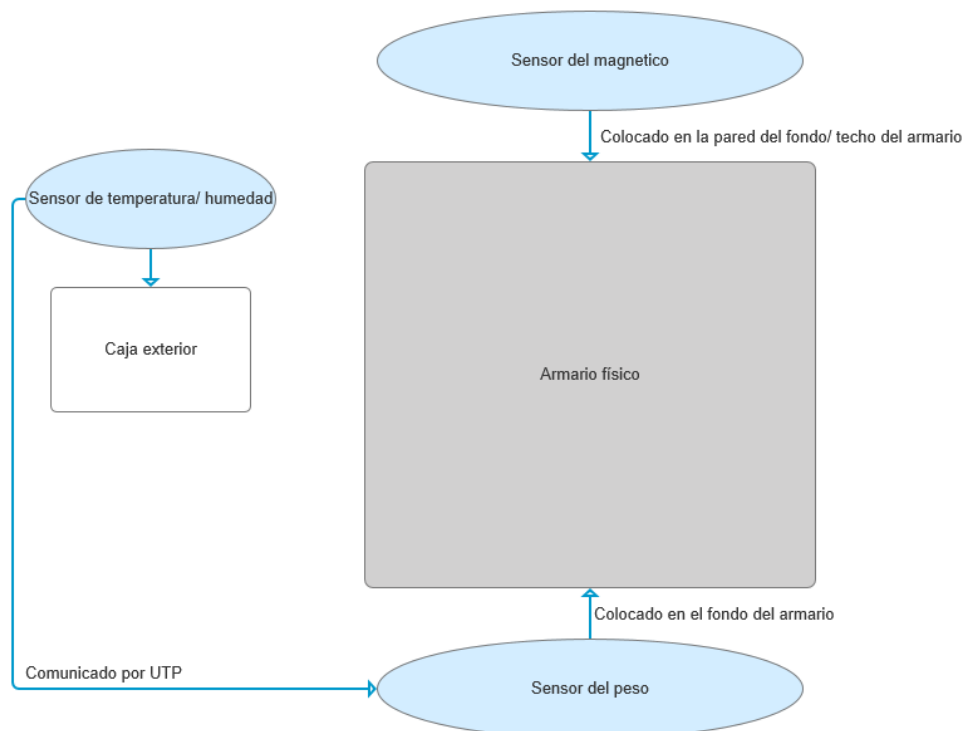


Ilustración 13. Esquema del armario

Por otro lado, tenemos el prototipo de la App, diseñado para cumplir una función estética que sea atractiva para el usuario, al igual que una UX agradable para este.

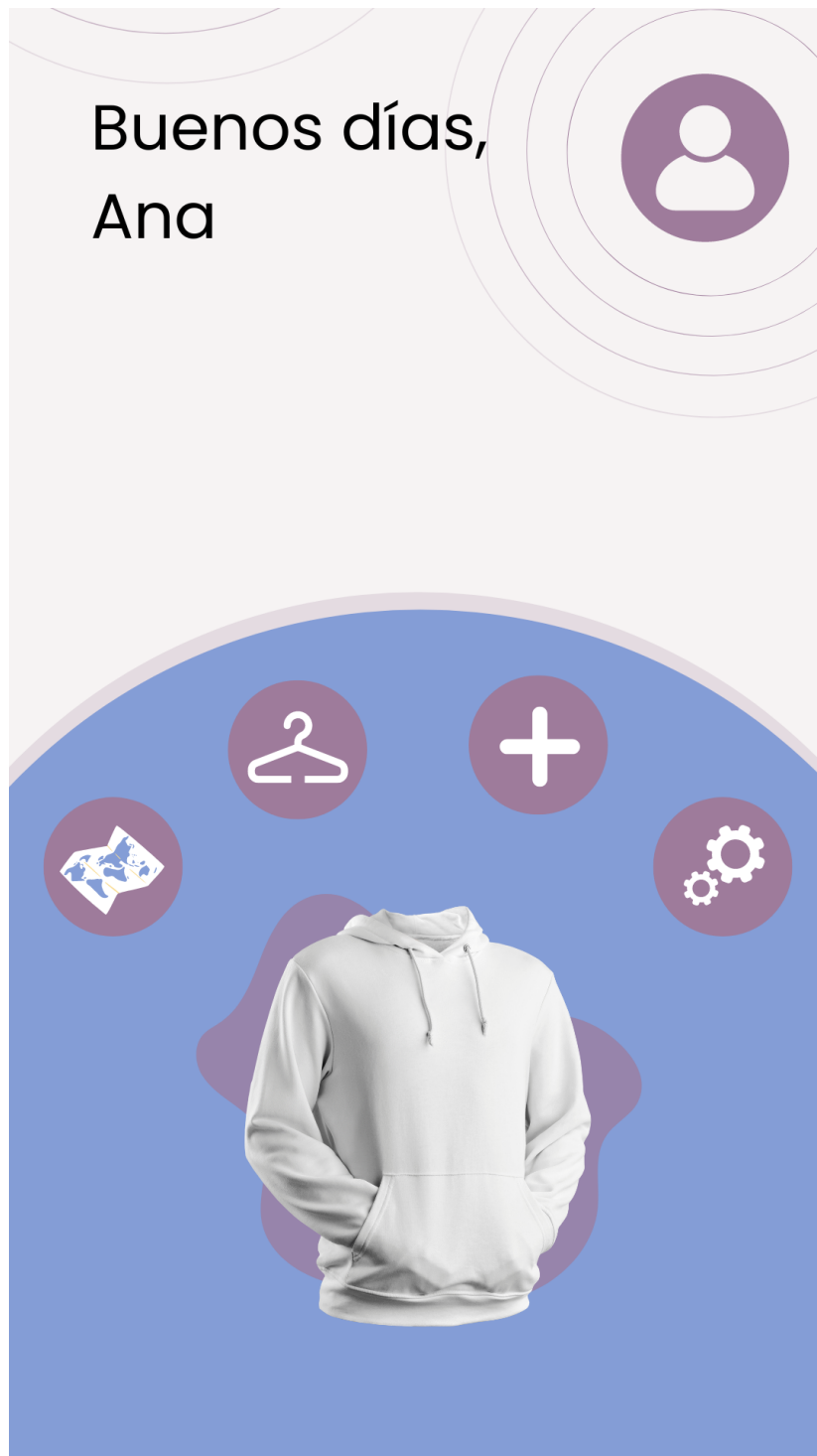


Ilustración 14. Landing Page

5 ESTUDIO DE ENERGÍA Y CONSUMO

Por el lado del ahorro de energía aún no han sido implementados sistemas como el Deep Sleep, con el objetivo de compensar esto el código ha sido bien optimizado para que los dispositivos consuman la menor parte de energía posible.

6 ESTUDIO MEDIOAMBIENTAL Y RECICLAJE

Para evitar el impacto medioambiental, se encuentra la propuesta de fabricar el armario de materiales reciclados. La estructura del armario es y será reciclable en su contenedor correspondiente. La parte de la electrónica del armario no puede ser depositada en cualquier contenedor, debe ser transportada a lugares específicos que se dediquen al tratamiento y reciclaje de dispositivos electrónicos.

Por otro lado, nuestra aplicación móvil pretende hacernos conscientes de la huella de carbono que dejamos en el planeta a la hora de producir cada una de las prendas que vestimos día a día. Para ello, ponemos desafíos a los usuarios de cubrir su huella de carbono con cada prenda, que es dándole 30 usos a la prenda en cuestión antes de que sea desechada. A la vez que busca la compra excesiva de ropa haciéndonos conscientes de toda la ropa que tenemos en el armario, evitando gastar en aquello que no necesitamos realmente.

7 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE MEJORA

Finalmente, durante este Sprint se han conseguido implementar numerosos sensores que funcionan correctamente y mejorar enormemente la App tanto visualmente como en términos de programación.

Aún así hay espacio de mejora, por la parte del hardware y el software de los sensores, se podrían implementar sistemas de ahorro de energía, optimizar aún más el código y realizar la comunicación MQTT entre la aplicación móvil y Arduino. Además de implementar correctamente el sensor RFID

Por la parte de la App aún se le pueden implementar bastantes funcionalidades nuevas (mapas indicando comercios para comprar o la opción de encontrar a gente que quiere vender su ropa), a la vez que se puede trabajar en una interfaz aún más intuitiva, mejorar fallos y optimizar el código.

8 REFERENCIAS

Recursos de PoliformaT

Wikipedia

<https://naylampmechatronics.com/>

<https://uelectronics.com/>

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/>

<http://dfists.ua.es/>

<https://es.omega.com/>

<https://programarfacil.com/>

<https://descubrearduino.com/>

<https://www.prometec.net/>

CONTROL DEL DOCUMENTO

Título: *Documento Técnico de Diseño*

Volumen: *Vol. 1*

Fecha: *17 Noviembre 2022*

Autor: *Paula Ramiro Olivas*

Referencia: *GTI_22_2A_TEAM_1-1*

Nombre de fichero: *GTI_22_2A_TEAM_1-1-01*

FIRMAS DEL DOCUMENTO

Naturaleza del firmante	Nombre	Firma	Fecha	Rol
<i>Autor</i>	<i>Paula Ramiro</i>	<i>Paula</i>	<i>17/11/2022</i>	<i>Miembro del equipo</i>