

SMART HUERTO

AUTORES

Raúl Fernández Valcárcel

Germán Josten Muñoz

Alfonso Lobato López

Antonio Lobo Santos

José Carlos Luque Santolaya

Gregorio Ortega Soldado

TUTOR

José Luis Núñez Montes

CENTRO DOCENTE

I.E.S. Isbilya

ÁREA DE PARTICIPACIÓN

Informática de sistemas y de Software

EDICIÓN

Grow-Lab 2018

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	2
OBJETIVOS	3
DESARROLLO	5
COLABORACIÓN	13
RESULTADOS	16
CONCLUSIONES	19

RESUMEN EJECUTIVO

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En España existe una cuantiosa cantidad de explotaciones agrícolas cuya producción y rentabilidad no se encuentra optimizada. Las condiciones a las que se encuentran sometidos los cultivos y los efectos del cambio climático generan pérdidas económicas a los agricultores o no les reportan el máximo beneficio posible.

Esto supone un perjuicio muy notable para nuestro país pues, según datos oficiales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, del INE y de EUROSTAT, el VAB o valor añadido bruto del sector agrícola asciende 24.050 millones de euros, siendo la participación del VAB de la rama agraria y pesquera en el PIB del orden del 2,5%.

Además, La superficie agraria útil de España supone más de 23 millones de hectáreas, casi la mitad del territorio español, de las cuales casi 17 millones de hectáreas son de cultivo, por lo que su correcto aprovechamiento es esencial para la economía.

SOLUCIÓN PROPUESTA

Un sistema completo de monitorización en tiempo real de los cultivos que incluye la adquisición de datos por medio de sensores (temperatura, humedad, gotas de lluvia y luz) así como la gestión de los mismos mediante una aplicación móvil. El software implementado sugerirá al usuario/a del sistema los productos óptimos de acuerdo con las condiciones de su explotación o aspectos que debe modificar en su cultivo para obtener el máximo rendimiento de un producto determinado.

VENTAJAS DEL SISTEMA

1. Gestión práctica y remota de los cultivos. Todos los parámetros que afectan a un cultivo están monitorizados en tiempo real. Se administra la plantación de manera sencilla, rápida y económica.
2. Incremento de la producción y los ingresos por la optimización ofrecida por el sistema.
3. Toma de decisiones en la explotación agraria en base a las propuestas ofrecidas por la aplicación.
4. Gestión de múltiples cultivos.
5. Almacenamiento de un "histórico de datos". Los datos obtenidos por los sensores se almacenan en una base de datos para la toma de futuras decisiones y amplían la base de conocimiento de la APP.
6. Costes muy reducidos de implantación.

INVERSIÓN NECESARIA

El proyecto requiere de una inversión muy asequible. Con un presupuesto de 12,05€ se ha monitorizado una superficie de 10m² de una terraza y está en proceso de pruebas un cultivo de 30m². El prototipo realizado es escalable a superficies mayores y puede incrementarse en caso de que se quiera instalar una serie de componente opcionales que hemos añadido al sistema. Con estos complementos el precio ascendería a 44,74€.

Para mayor información y presupuesto detallado, véase el apartado Desarrollo→ Presupuesto

RASGOS DIFERENCIADORES

- El empleo de un software de adquisición de datos y toma de decisiones. A partir de ideales preestablecidos, el software envía al usuario sugerencias inteligentes que optimizan el cultivo.
- El carácter libre del software. Todo el código, de propia creación, así como el montaje ha sido publicado en un sitio web con el enlace que se facilita a continuación, para que todo el que lo desee pueda implementarlo. Se trata, por consiguiente, de un proyecto Open-source con licencia GPL(abierto).
<http://www.smarthuerto.com>
- El empleo del IOT o Internet de las cosas, monitorizando todo el cultivo por medio de conexión Wi-Fi y conexión a Internet.
- Las interfaces empleadas son muy sencillas, asequibles para cualquier usuario.

1 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

El proyecto ha sido llevado a cabo con un propósito esencial: la reducción de explotaciones y cultivos que presenten altos índices de desaprovechamiento del terreno con eficiencia y costes reducidos.

En España existen cuantiosas cantidades de terrenos cultivados que no obtienen toda la rentabilidad que pudieran debido a una gestión mejorable, en consecuencia, se requiere de sistemas que potencien la capacidad de dichas extensiones.

Según la página que se especifica en el pie de página, estos son los rendimientos de algunas de las hortalizas de huerto más comunes:

RENDIMIENTO

PRODUCTO	EN SECANO (kg/ha)	EN REGADÍO (KG/HA)	PROTEGIDO (KG/HA)
ACELGA	16.294	25.482	30.022
AJO	2.508	9.492	10.043
ALCACHOFA	5.311	14.080	20.000
BERENJENA	8.000	33.770	75.389
BRÓCOLI	15.000	17.392	15.000
CALABACÍN	12.070	37.897	56.551
CALABAZA	16.925	31.497	47.152

De este modo, se pretende que todos los cultivos que implementen este sistema de domotización obtengan el máximo rendimiento posible, generando así beneficios mayores a los gestores de las superficies cultivables.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Simplificar y abaratar la compleja cuestión de la domotización y optimización de los cultivos. Además, se introduce en la agricultura el concepto del IOT o Internet de las cosas, es decir, la monitorización por medio del empleo de WI-FI del cultivo.
2. Optimizar grandes superficies de terreno con los menores costes posibles, enfocando el sistema tanto a grandes superficies como a cultivos de menor extensión.
3. Ofrecer una aplicación que piense por el usuario, totalmente open-source. El cliente ni siquiera deberá poseer conocimientos relacionados con la agricultura para emplear la APP. Con sugerencias sencillas como: "Las condiciones de su huerto son óptimas para el tomate" la APP optimiza el cultivo independientemente.
4. Proporcionar a cualquiera el acceso a un código de programación, de tal manera que alguien sin conocimientos informáticos avanzados pueda instalar el sistema. Por ello, el código del

software que se ha programado ha sido publicado junto con una guía pautaada del montaje físico de los sensores y el resto de dispositivos.

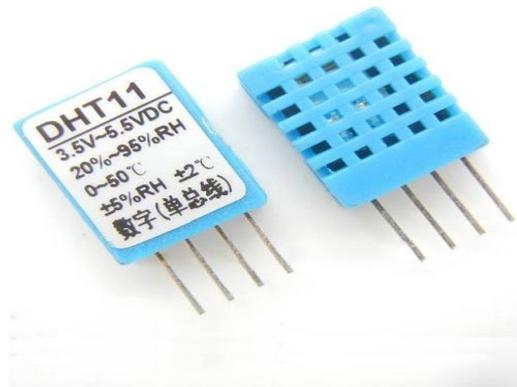
OBJETIVOS ACADÉMICOS

1. Resolver un problema del mundo real.
2. Trabajar con bases de datos.
3. Instalar y configurar un servidor web.
4. Programar el sistema empleando Arduino y su lenguaje de programación.
5. Elaborar una APP propia con MIT APP INVENTOR.

2 DESARROLLO

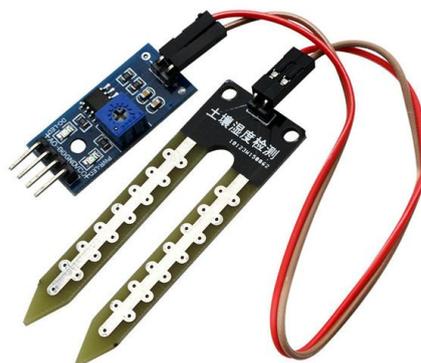
MATERIALES EMPLEADOS

1. Sensor DHT11



Se trata de un sensor empleado para medir la temperatura y la humedad del aire con un margen de error de 2°C.

2. Higrómetro Estándar



Este sensor es empleado en el sistema para captar la humedad del suelo.

3. Sensor de lluvia Estándar



Este sensor, que se coloca fuera de la protección de la caja estanca, mide la cantidad de gotas de lluvia que se reciben.

4. Resistencia LDR



Estas resistencias miden de forma prácticamente simbólica la cantidad de luz que recibe el cultivo puesto que su valor es inversamente proporcional a la luz solar que en ella incide.

5. Led



Los leds han sido empleados por cuestiones meramente informáticas, para corroborar el funcionamiento del sistema y otras labores.

6. Caja de protección IP65



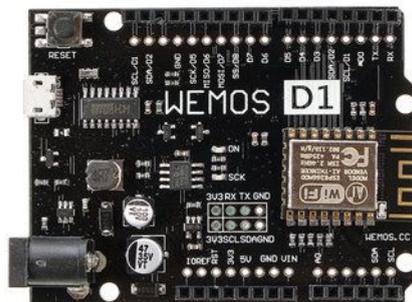
Esta caja se emplea para proteger a los componentes sensibles del sistema frente a las condiciones atmosféricas.

7. Cableado o cualquier sistema de envío de la información válido.



Estos componentes conectan los sensores con el Wemos D1.

8. Wemos D1 o cualquier otra placa base con microcontrolador esp8266



Placa Base que monitoriza toda la red Wi-Fi del sistema y que actúa como un Arduino, haciendo las veces de "centralita" del sistema físico y digital.

MATERIALES ADICIONALES/OPCIONALES

Estos materiales no son realmente necesarios para la instalación del sistema, sin embargo, son complementos que incrementan tanto la precisión como la alimentación del sistema. También aumentan los costes de éste notablemente.

1. Placas solares Arduino



Este componente supone una fuente de alimentación externa que utiliza únicamente energía solar.

1. Power bank



Se trata de otra fuente de almacenamiento externa de mayor coste aunque también mayor rendimiento que la anterior.

PRESUPUESTO (IVA INCLUIDO)

<u>MATERIALES</u>	<u>COSTE</u>
<u>Sensor DHT11</u>	<u>0,60€</u>
<u>Higrómetro Estándar</u>	<u>0,30€</u>
<u>Sensor de lluvia Estándar</u>	<u>0,47€</u>
<u>Resistencia LDR¹</u>	<u>0,20€</u>
<u>Luz led</u>	<u>0.20€</u>
<u>Caja de protección IP65</u>	<u>3,80€</u>
<u>Cableado o cualquier sistema de envío de la información válido.</u>	<u>0,54€</u>
<u>Wemos D1 o cualquier otra placa base con microcontrolador esp8266</u>	<u>5,94€</u>
<u>Bluedot BME280 + TSL2591(OPCIONAL)</u>	<u>21,99</u>
<u>Placas solares(OPCIONAL)</u>	<u>5,66€</u>
<u>Power Booster 5v(OPCIONAL)</u>	<u>1,85€</u>
<u>Power bank (OPCIONAL)</u>	<u>3,99€</u>
<u>PRESUPUESTO NECESARIO</u>	<u>12,05€</u>
<u>PRESUPUESTO AMPLIADO</u>	<u>47,74€</u>

Notas:

- Los precios tomados son de la plataforma de venta online Ali-Express. En función de los comercios los precios pueden variar.
- El presupuesto también depende de si se desea instalar los elementos opcionales que hemos añadido al proyecto.
- Con este prototipo se puede cubrir una superficie de 10m².

¹ Se venden 5 unidades por 1€.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Una vez definido el problema y su solución, pasamos a diseñar el concepto que habíamos ideado.

El primer lugar, propusimos un planteamiento del flujo general de la información en el sistema de domotización de los cultivos. Para ello lo dividimos en dos partes:

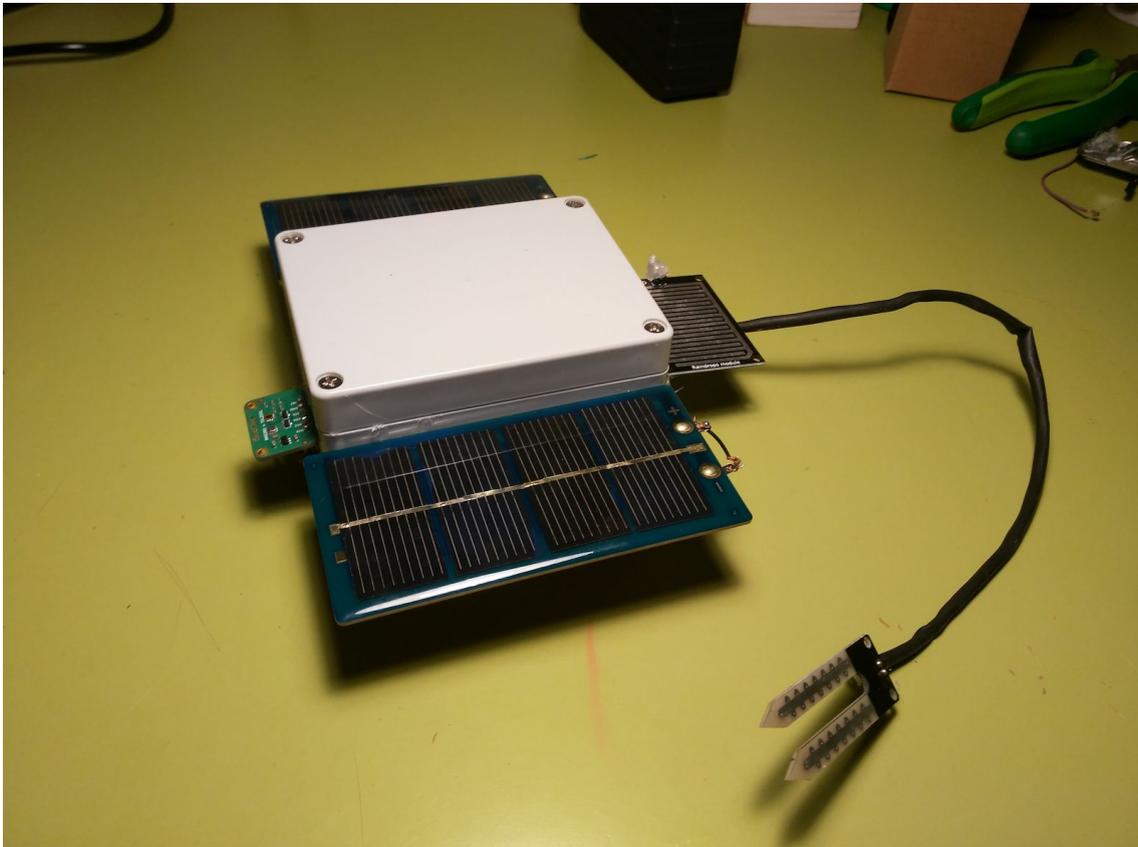
PARTE FÍSICA



Se refiere a la parte del sistema que es instalada directamente en el cultivo para recopilar la información.

- La información sobre las condiciones del cultivo es recabada por una serie de sensores implementados en el interior de una caja estanca directamente en la plantación.
- Dichos sensores, especificados anteriormente, envían la información que recopilan a una placa base un Wemos D1, que actúa como "central" del sistema en su parte física por medio de cableado. El sistema está programado para que los sensores envíen al Wemos dos tipos de informaciones: en primer lugar, los "datos actuales", es decir, en tiempo real, por lo que se encuentran continuamente informando al Wemos sobre las condiciones del cultivo. En segundo lugar, cada hora, los sensores envían un registro de la información recabada durante esa hora al Wemos.
- Una vez que la información se encuentra en el Wemos, éste la procesa y la envía, utilizando la Api de Firebase, a una base de datos en tiempo real que funciona como un servidor web que hemos desarrollado.

- Todo el sistema en su parte física se encuentra desplegado en una terraza de la localidad de Sevilla, de una superficie aproximada de 10m².



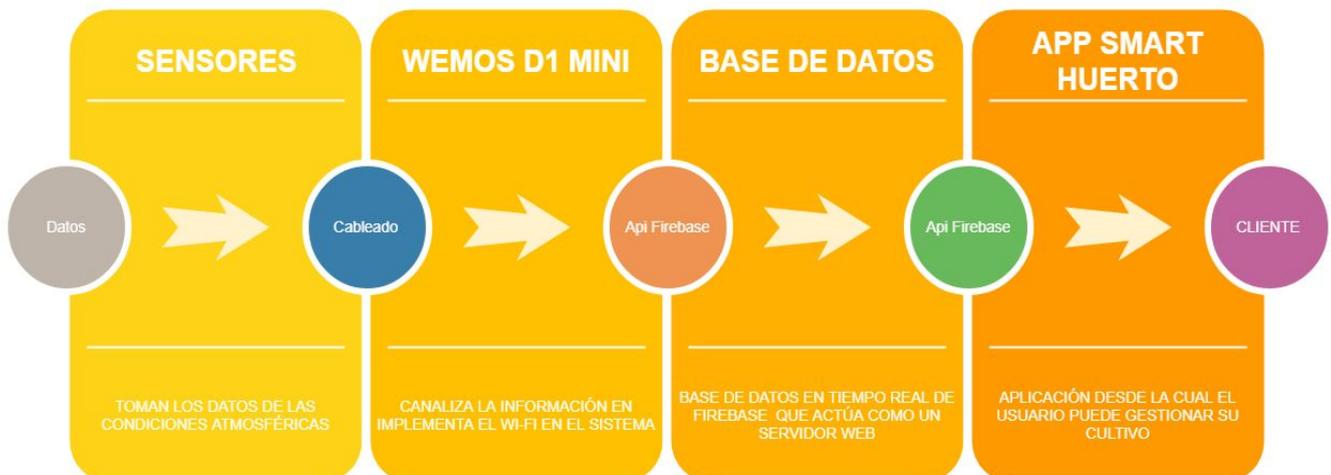
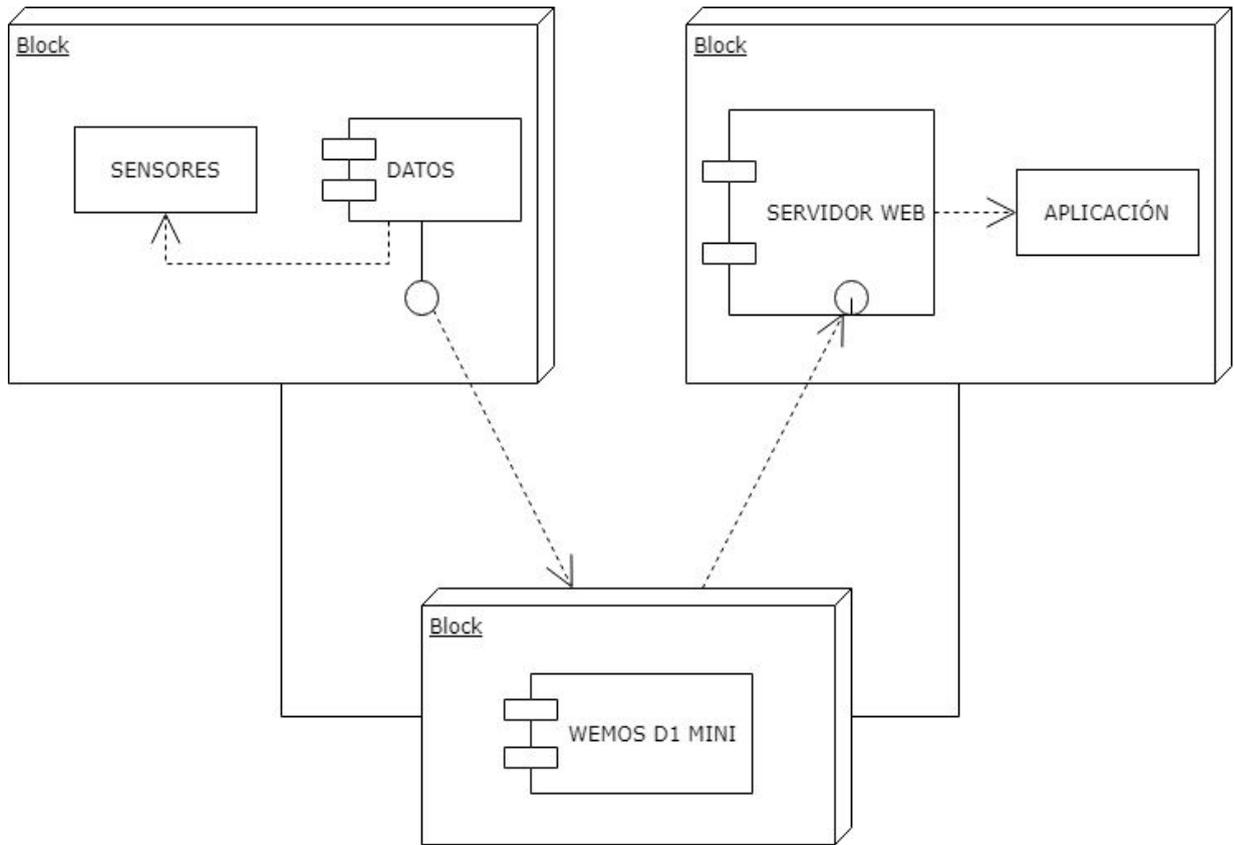
PARTE DIGITAL

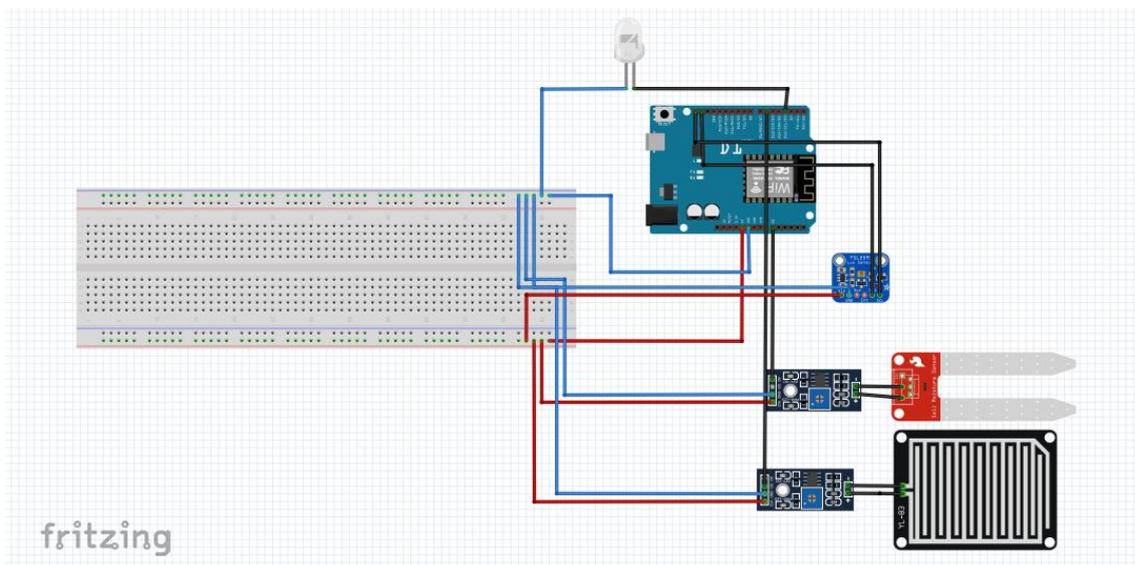
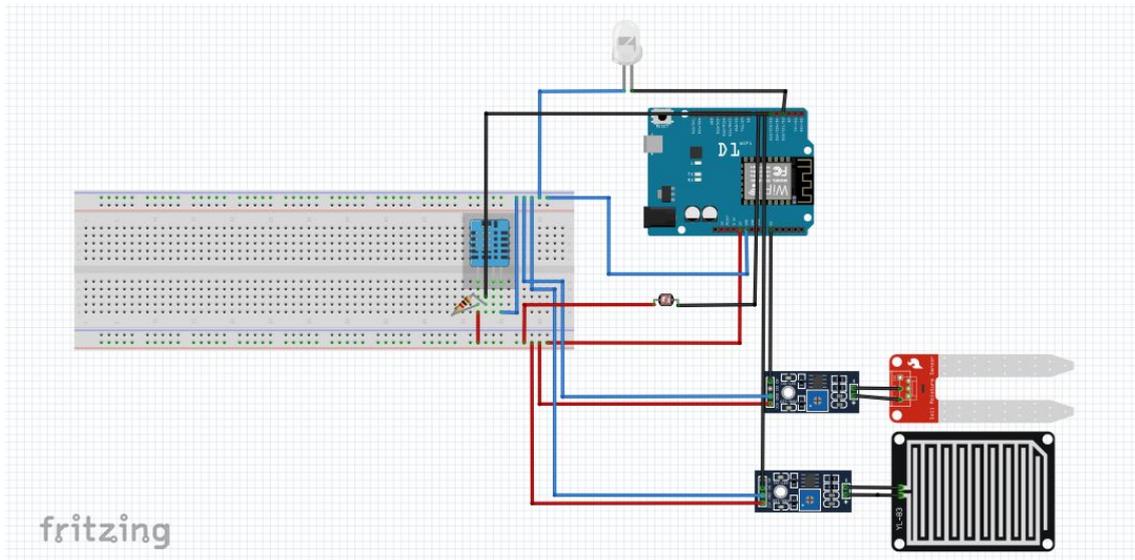
Cuando la información abandona el Wemos, es cuando se inicia la parte digital del proceso, que funciona del siguiente modo:

- La Api de Firebase envía los datos a la base de datos en tiempos real que hemos creado empleando Google Firebase. Dicho servidor web da a los datos el tratamiento del que precisamos para la aplicación.
- Este misma API de Firebase, que es también un componente de APP Inventor, es la que permite el flujo de la información entre la base de datos y la APP.
- La APP, contiene integrado una serie de "ideales" para cada cultivo, es decir, las condiciones óptimas para cada uno de los productos. A partir de estos ideales, la APP puede realizar una comparación con los datos que recibe, después de todo el proceso, desde los sensores. Es de esta comparación de donde surgen las sugerencias inteligentes que la APP genera para el usuario.
- Así, el usuario podrá configurar 8 cultivos diferentes, de unos 30m² cada uno, según el resultado de nuestro prototipo, directamente en la APP, empleando el producto que le sea más beneficioso.
- En cuanto al empleo de la APP, es muy sencilla y asequible para todos los usuarios. Contiene interfaces gráficas simples y ni siquiera sería necesario poseer conocimientos sobre agricultura o botánica

para emplearla. Además, se han añadido componentes como la introducción de datos mediante la grabación de voz, para amenizar la interfaz aún más.

FLUJO DE INFORMACIÓN Y ESQUEMA DE CABLEADO





La primera imagen corresponde al cableado de la versión económica del Smart Huerto. Por otra parte, la segunda pertenece a la estructura electrónica de la versión mejorada.

3 COLABORACIÓN

A) FORMA Y CRITERIO DE SELECCIÓN DE LA TEMÁTICA

El contenido del proyecto se encuadra dentro del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, materia cursada en el centro donde estudiamos.

El grupo de trabajo llegó al consenso de que pretendíamos combinar ciencia y tecnología para dar solución a problemas reales, especialmente relacionados con el medio ambiente.

La agricultura intensiva es uno de los factores que mayores consecuencias trae sobre el medio. La construcción de embalses, presas e incluso la deforestación están relacionadas con ella, por lo que se debe optimizar. Sólo por erosión del suelo se estima que se pierden anualmente en el mundo entre 5 y 7 millones de hectáreas según informes de la FAO.

Por ello, decidimos emplear la informática, desarrollando nuestro propio software para combatir una lacra medioambiental que, no sólo genera pérdidas económicas desorbitadas, sino también un impacto medioambiental muy negativo: la mala gestión de superficies cultivables.

B) SISTEMA DE TRABAJO EMPLEADO

Una vez detectado el problema, determinamos el alcance de la solución que pretendíamos proponer. Nuestro prototipo ha sido creado para una superficie de terreno limitado, sin embargo, es computacionalmente complejo y su alcance es escalable a otras explotaciones de mayor tamaño.

Por todo ello, el proyecto conlleva una gran dificultad y requiere de una gran cantidad de horas de trabajo. Por tanto, se trató de emplear un sistema de trabajo eficiente en el que las tareas estuvieran convenientemente repartidas.

En primer lugar, a fin de que todos aportáramos lo mejor de cada uno, aunque participando y supervisando como colectivo el trabajo de nuestros compañeros, dividimos el grupo en **tres equipos** y establecimos ciertas fechas de **puesta en común** en las que intercambiar ideas y poner el proyecto en funcionamiento.

El primer grupo, formado por dos miembros, se encargó de la elaboración del código de programación. Es decir, las instrucciones necesarias para que los sensores recopilaran y enviaran la información.

El segundo grupo, constituido por otra pareja de colaboradores, realizó la aplicación, es decir, se encargó de elaborar la interfaz gráfica, el diseño, la estética y de configurarla, empleando el software MIT APP INVENTOR 2.

La última de las parejas se encargó, en general, del apartado físico del proyecto. Por tanto, estos dos miembros elaboraron los planos del sistema, se dedicaron a su montaje y a su correcta disposición para su funcionamiento. Además, elaboraron la presentación y, entre otros apartados, esta memoria que se presenta.

Pese a que, en gran medida, esta división se efectuó, bien es cierto que, a partir de las sesiones de puesta en común en la que todas las partes debían colaborar, algunos miembros intercambiamos roles parcial o definitivamente y algunos de los equipos nos fusionamos para que el trabajo fuera más eficiente y rápido.

De hecho, una vez superada la fase inicial del proyecto en la que cada uno debía llevar a cabo partes más aisladas, los distintos equipos se unieron en uno que se encargó de provocar la interacción de cada una de las partes

del sistema. Así, hicimos funcionar el proyecto entre todos, actuando como uno sólo.

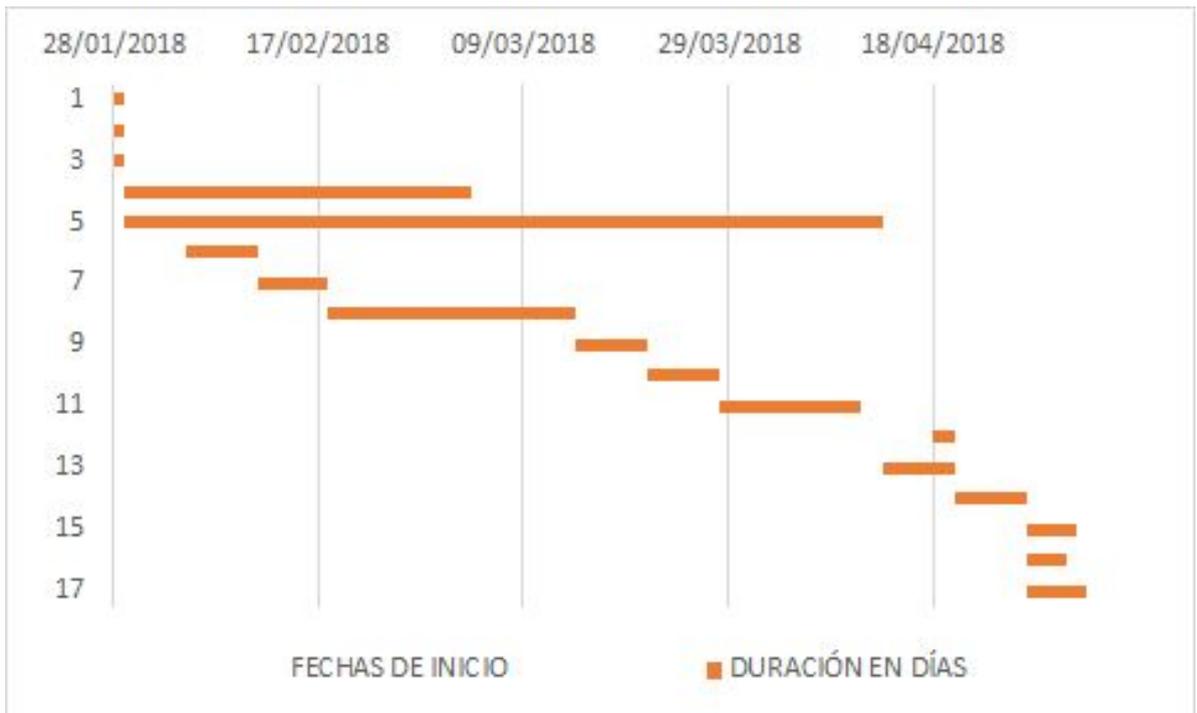
En cuanto a la organización del tiempo para llevar a cabo el proyecto, nosotros fijamos nuestros propios plazos para la realización de cada una de las tareas. Muchas de estas fechas estaban determinadas por los días de puesta en común, puesto que en dichas sesiones nos aseguramos de que todo funcionara, que no hubiera discordancia entre las distintas partes del proyecto e intercambiamos ideas, impresiones, puntos de vista o planteamientos...Por ello, todo debía estar listo para dichas sesiones.

Cabe mencionar que también realizamos tres reuniones con el tutor del proyecto, José Luis Núñez Montes. La primera de ellas para debatir el objetivo de nuestro proyecto, la segunda para la supervisión del proyecto físico y la última de ellas para revisar los documentos a entregar.

A continuación, se muestra la disposición cronológica del proyecto mediante un **diagrama de Gantt**:

En este diagrama las tareas se muestran ordenadas del 1 al 17, de acuerdo con:

- 1) Reunión con el Tutor
- 2) Análisis del Problema
- 3) Evaluación de posibilidades tecnológicas
- 4) Consecución de los sensores y materiales
- 5) Configuración básica de la APP
- 6) Programación del sensor de Luz
- 7) Programación del sensor de temperatura y humedad
- 8) Programación del sensor de lluvia
- 9) Programación del higrómetro
- 10) Programación del sensor de humedad del suelo
- 11) Disposición de las resistencias LDR
- 12) Comprobación del funcionamiento del código y corrección de errores de programación
- 13) Configuración estética de la APP
- 14) Ensamblaje del sistema físico
- 15) Elaboración de la presentación
- 16) Grabación y edición del vídeo promocional
- 17) Redacción de la memoria

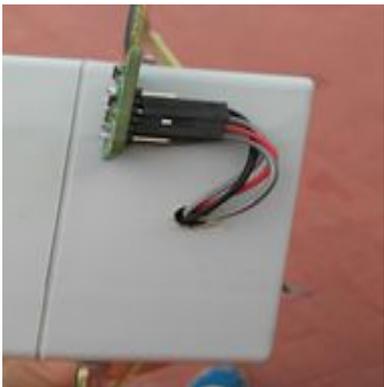


4 RESULTADOS

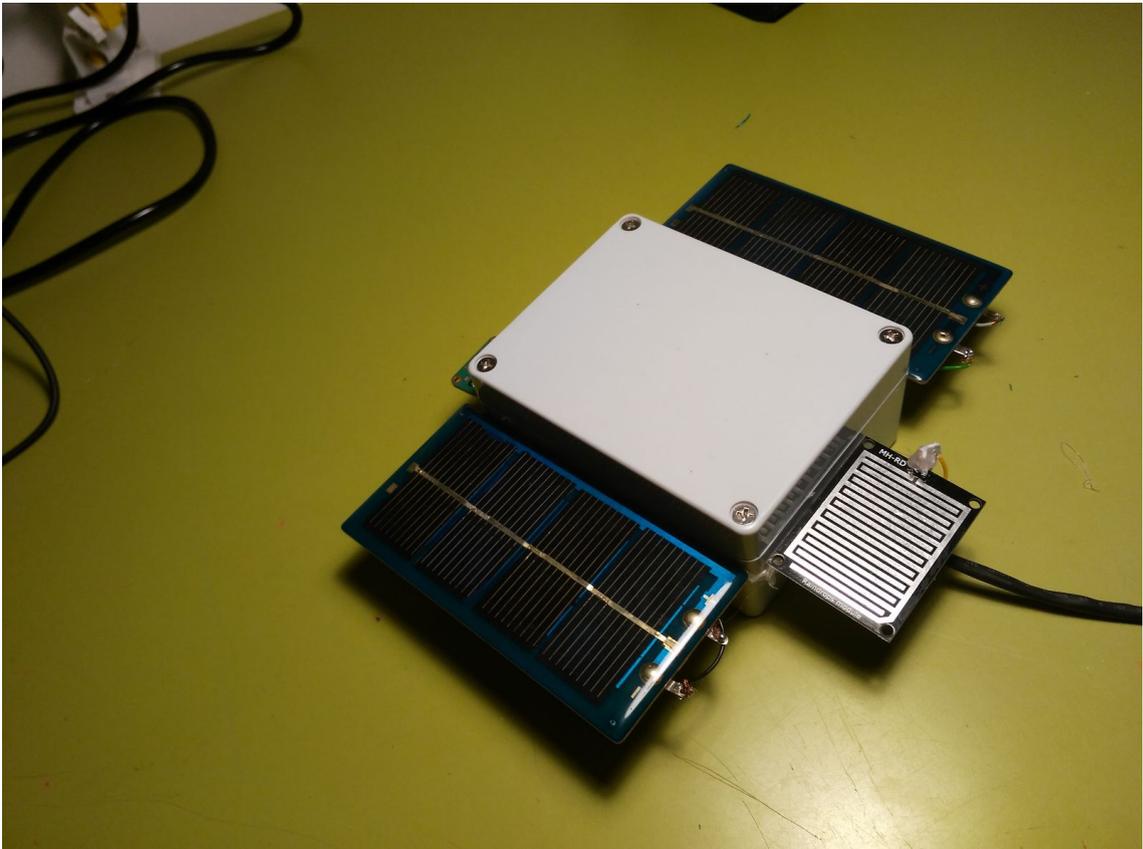
Los resultados que hemos obtenidos se ajustan exactamente a lo esperado al generar el proyecto.

En primer lugar, hemos obtenido el sistema de domotización esperado que, en nuestro caso fue implementado con un rendimiento de un sistema físico por cada 10m², aunque suponemos que esta cifra se puede incrementar si las condiciones atmosféricas del cultivo son muy similares en las distintas áreas del mismo.





Además, el código generado no sólo cumple con las condiciones requeridas para el correcto funcionamiento del sistema, sino que el hecho de que permite enviar información instantánea y registros en función de un período de tiempo de una hora, supera nuestras expectativas.



5 CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados obtenidos tras el proceso de desarrollo del proyecto, hemos de extraer las siguientes conclusiones:

1. **Con un presupuesto mínimo se pueden obtener productos de aplicación real**, con un público objetivo interesados y con una gran cantidad de clientes potenciales.
2. **La complejidad no siempre va ligada a la calidad.** Empleando materiales muy sencillos, fácilmente accesibles y precisos, es posible generar un sistema de domotización de cultivos real, sin necesidad de implementar grandes avances tecnológicos fuera del alcance de nuestro presupuesto de apenas **13€**.
3. **Los códigos Open Source generan beneficios para el cliente.** Todo el sistema que hemos generado se encuentra abierto a cualquier usuario, para que no le sea necesario adquirir el producto, sino que pueda instalarlo por sus propios medios. Así, se beneficia al agricultor que, a fin de cuentas, es el objetivo general del proyecto.
4. **Se puede dar a los usuarios de un producto lo que ellos quieren, de una manera que no esperan.** Posiblemente, muchos de los usuarios potenciales de nuestro sistema habrían esperado un complejo sistema de domotización por medio de drones u otros aparatos cuya precisión y uso se halla fuera del alcance de nuestro presupuesto. No obstante, nuestro económico sistema les dará muy buenos resultados, por un precio impensable.
5. En ocasiones, **las herramientas sencillas permiten generar resultados complejos.** Un programa de fácil manejo como APP INVENTOR 2, empleando de una manera óptima, permite crear aplicaciones estéticas y con buen funcionamiento.
6. **Trabajar con datos en tiempo real incrementa la efectividad.** Una de las claves, sin lugar a dudas. De no ser por esta capacidad del sistema, su calidad sería mucho menor, sin embargo, mediante esta característica se han obtenido excelentes resultados.
7. **Una buena idea** no sólo es aquella que permite crear algo nuevo, sino también la que posibilita utilizar algo ya creado anteriormente y **reinventarlo otorgándole un enfoque diametralmente opuesto a los anteriores.** Es cierto que existen otros sistemas de domotización que emplean otras tecnologías, en la mayor parte de los casos con un presupuesto muy superior al nuestro y, por consiguiente, mayor precisión. Sin embargo, nuestro sistema le da la vuelta no sólo a la solución sino también en parte al problema logrando un reciclaje de una idea ya generada desde una perspectiva nunca antes empleada.
8. **Lo barato no siempre sale caro.** El presupuesto de nuestro sistema es muy reducido puesto que, incluso añadiendo detalles completamente innecesarios que casualmente son los más caros, no supera los 24€. Sin embargo, está perfectamente ideado para soportar todas las condiciones climáticas posibles, gracias a la caja de protección que empleamos entre otros aspectos. Además. Su

rendimiento para el público objetivo es idóneo, por tanto, el usuario quedará satisfecho con su adquisición o incluso sorprendido por los resultados de una APP tan compleja para un sistema tan sencillo.

9. **Crear no siempre conlleva vender, sino también compartir.** El hecho de que nuestro sistema esté libre de patentes y que cualquiera pueda hacerse con él comprando los componentes por separado y valiéndose de ellos para instalarlo nos permite llegar a más usuarios y generar beneficios para la comunidad agrícola. Si alguno de los usuarios prefiere obtener el producto directamente instalado podrá hacerlo a través de nuestra página web, aunque esta vez sí, por un módico precio.