



Memoria del Trabajo Final:

Innovaciones Tecnológicas
“Percibí tu hogar”

ISFDyT Nº 213 – Anexo Mar del Plata

**Técnico Superior en Domótica y Sistemas Electrónicos de Seguridad
Programación Domótica I**

Autor:

Porto, Horacio

Rodríguez, Agustín

*Este trabajo fue realizado en la ciudad de Mar del Plata
entre marzo de 2022 y julio de 2022.*

RESUMEN

A lo largo de estos tres años de estudio pudimos conocer la inmensa cantidad de dispositivos que existen al alcance de la mano que son capaces de ayudar en el día a día a muchas personas.

El trabajo realizado posee una unificación de conceptos teórico prácticos desarrollados a lo largo de la carrera. Cuenta con interpretación de código, unión de tecnologías, análisis de eventos y/o conflictos, y comprensión de funcionamiento de dispositivos. A lo largo del desarrollo del documento el lector podrá encontrar informes sobre el análisis de lógica, detalles de los componentes, problemáticas surgidas y evolución del trabajo final.

El principal desafío que presenta este proyecto es el de proponer una interfaz que sea capaz de tomar datos, evaluar condiciones y responder a ellas. Que sea un intermediario del usuario, quien pueda tener el control del entorno hogareño, pero ya no desde el punto de centralización de comandos y órdenes a impartir.

El espíritu de este proyecto es comenzar a pensar que la casa puede ser un asistente nuestro; que nos puede proporcionar la información deseada; que nos puede ayudar en las tareas diarias, aunque sean sencillas; que tiene la capacidad de intervenir en situaciones de peligro a fin de preservar la integridad de quienes la habitan. Desde este punto de vista innovador es que nace el desarrollo propuesto.

No queremos que controles tu casa, queremos que tu hogar este ahí, para asistirte, para ayudarte, para complementarte; Y desde esta perspectiva, que dejes de ver tu casa y comiences a percibir tu hogar.....

Agradecimientos

Luego de tres años de esfuerzos, de sacrificios, de llegar a cumplir objetivos con tiempo de sobra y muchas veces también con el cronómetro llegando a cero, vemos por fin muy cerca la bandera a cuadros. Muchas cosas nos pasaron a lo largo del trayecto, la mayoría impensadas. En el camino tuvimos que adaptarnos, reinventarnos, buscar nuevas formas de estudio distintas a las conocidas. El camino no fue fácil pero acá estamos, aun en la pista.

Existen muchas personas que deben ser nombradas en este documento, algunas de ellas están en el escenario y otras detrás de escenas, pero todas ellas fueron importantes para poder estar aquí hoy.

En primer lugar, queremos agradecer a nuestras familias que tuvieron que notar nuestra ausencia mas de una vez por temas de estudio, en segundo lugar, a nosotros mismos por ser constantes y no bajarse del tren a medio camino. Luego a los profesores que estuvieron ahí para ayudarnos y alentarnos cada vez que los necesitamos. Los directivos de la institución que siempre nos incentivaron a seguir adelante, nos preguntaron como estábamos y si necesitábamos algo. A todas esas personas que estuvieron gracias infinitas de parte nuestra, ya que muchos de esos aientos permitieron en gran medida que hoy estemos aquí.

Horacio Porto

Agustín Rodríguez

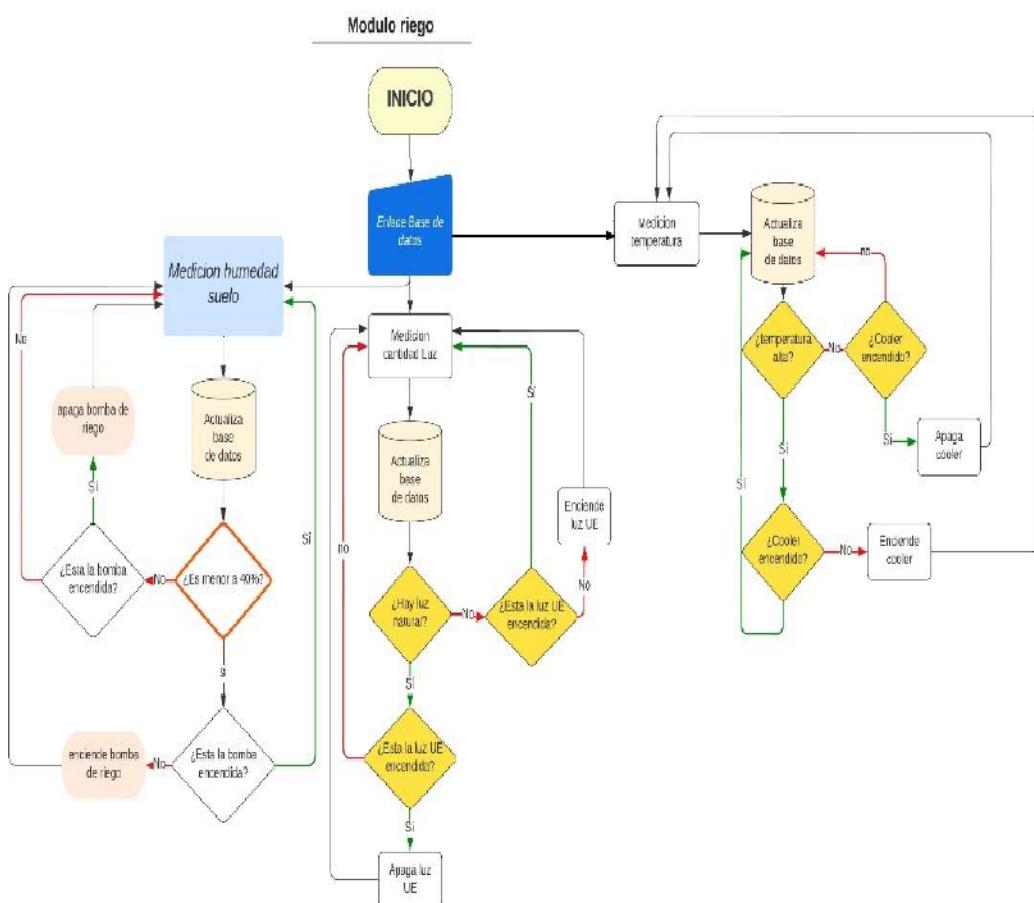
Índice General

Índice de figuras	5
Registro de versiones.....	8
Introducción General	12
1.1 Hipótesis.....	12
1.1.1 Sistema de monitoreo de ambientes.....	13
Introducción Específica	16
2.1 Dispositivo físico.....	16
Diseño e Implementación	32
3.1 Análisis del hardware y software.....	32
3.1.1 Hardware.....	32
3.1.2 Código fuente.....	34
3.1.3 Aplicación Android.....	37
Ensayos y Resultados	40
4.1 Pruebas funcionales del hardware.....	40
Conclusiones	42
5.1 Conclusiones generales.....	42
5.2 Próximos pasos.....	43
Costos de desarrollo e implementación	44
6.1 Consideraciones generales.....	44
6.2 Costos variables.....	44
6.3 Costos fijos	45
6.4 ganancias esperadas	46
6.2 Precio de equilibrio teórico.	47
Bibliografía	49

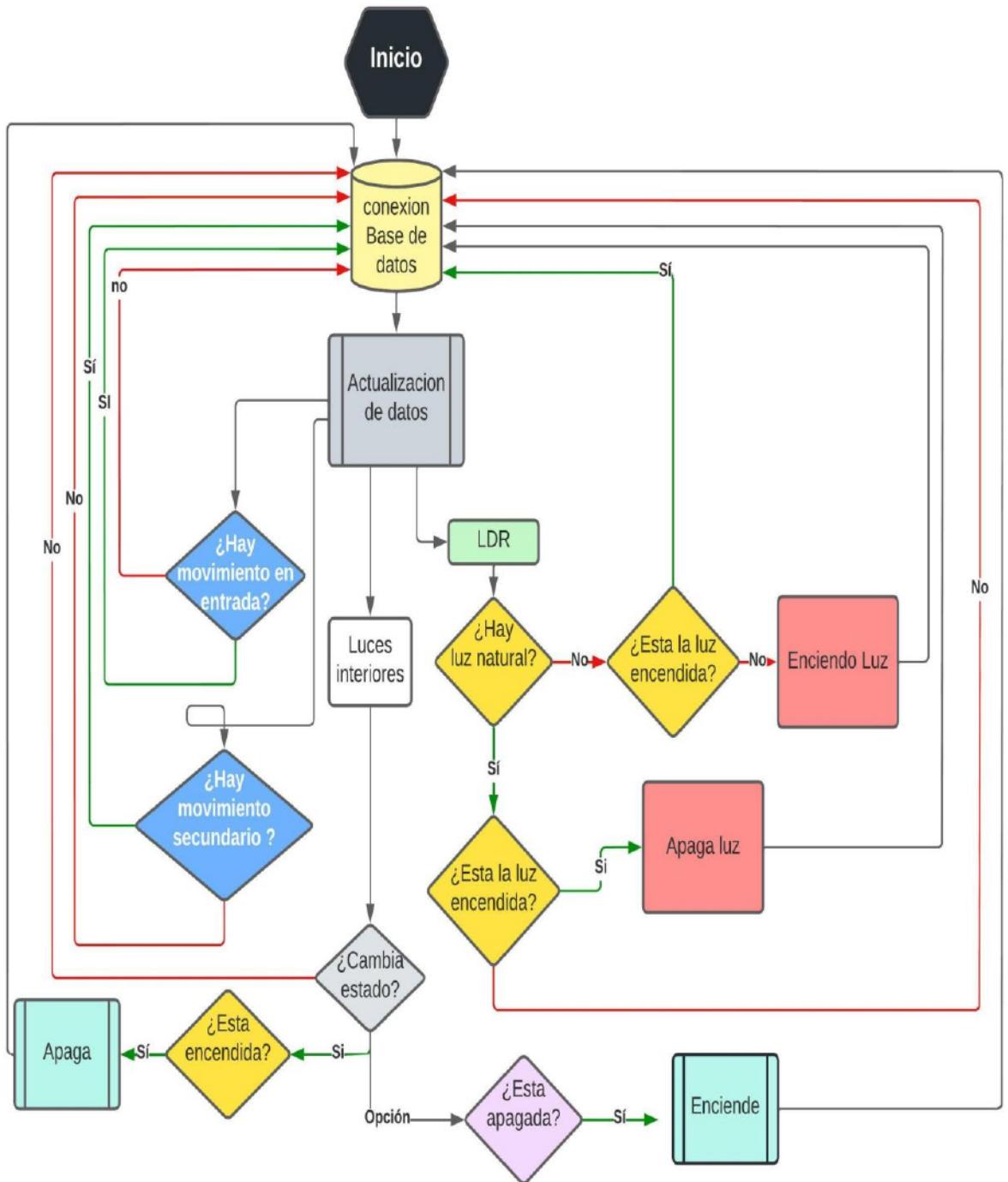
Índice de figuras

Lógica del programa

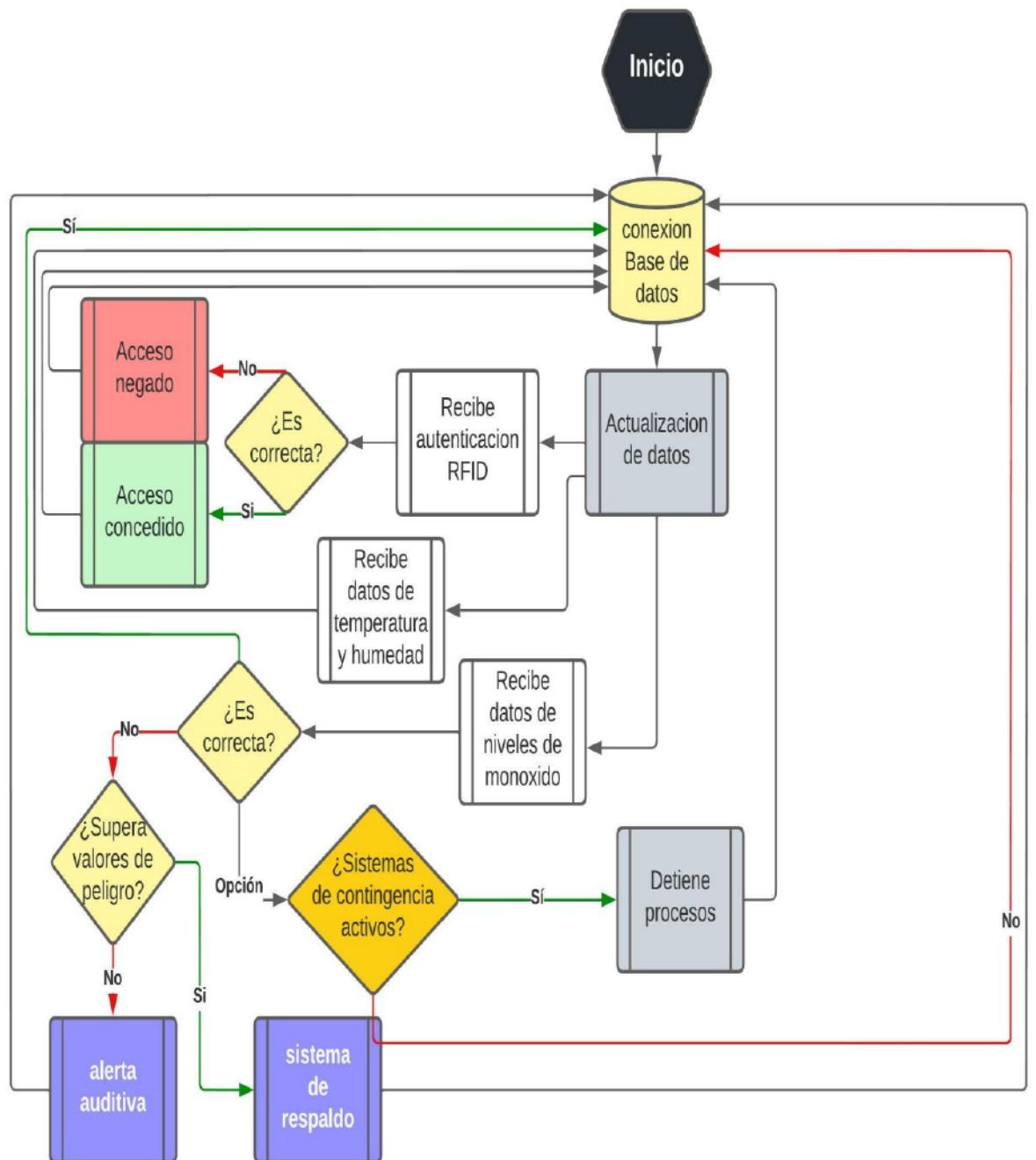
Modulo Riego:



Modulo confort:



Modulo seguridad:



Registro de versiones

Placa física

Revisión	Cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del documento	20-05-2022
1.1	Análisis y diseño de distribución	20-05-2022
1.1	Diseño de placa – Modulo de riego	23-05-2022
1.2	Diseño de placa – Colocación Luz Ultra espectro	26-05-2022
1.3	Diseño de placa – Inclusión de foto-resistencia	28-05-2022
1.4	Diseño de placa – Inclusión sensor temperatura	28-05-2022
1.5	Diseño de placa – Agregado de bomba de riego	31-05-2022
1.6	Diseño de placa – Sistema de ventilación	31-05-2022
1.7	Diseño general – Dispositivo de elevación de Tº	01-06-2022
1.8	Diseño general – Sistema de evaluación de humedad de suelo	01-06-2022
1.9	Diseño general – inclusión de relés para control potencia del módulo riego	01-06-2022
2.0	Diseño de placa – Modulo seguridad	06-06-2022
2.1	Diseño – Incorporación control acceso	07-06-2022
2.2	Diseño placa – Inclusión sensor de temperatura	07-06-2022
2.3	Diseño placa – colocación modulo de monóxido de carbono	08-06-2022
2.4	Diseño placa – incorporación de sistema de ventilación	09-06-2022
2.5	Diseño placa – incorporación alerta sonoro	09-06-2022
2.6	Diseño general – Ampliación a segundo módulo de monóxido	10-06-2022
2.7	Diseño general – inclusión de relés para control potencia del módulo seguridad	13-06-2022
3.0	Diseño placa – Modulo confort	13-06-2022

3.1	Diseño placa – incorporación de módulos de aviso de presencia (2)	15-06-2022
3.2	Diseño placa – Incorporación de luminaria autónoma exterior (LDR)	15-06-2022
3.3	Diseño placa – Inclusión de luminaria interna por control a distancia (Cocina)	16-06-2022
3.4	Diseño placa – Inclusión de luminaria interna por control a distancia (Dormitorio Principal)	16-06-2022
3.5	Diseño placa – Inclusión de luminaria interna por control a distancia (Dormitorio)	17-06-2022
4.0	Diseño general – unión de módulos para corroborar compatibilidad de funcionamiento	18-06-2022
5.0	Programación – Enlace de módulos a base de datos	21-06-2022
5.1	Programación – Toma individual de datos relevados por los módulos correspondientes	22-06-2022
5.2	Programación – Envío de datos en tiempo real para almacenamiento en la nube	23-06-2022
5.3	Programación – Reestructuración de metodología de envío de datos / árbol informativo / orden de prioridades de muestreo según análisis propios	28-06-2022
5.4	Programación – Lectura de datos desde la nube para relevamiento de cada módulo (según corresponda)	28-06-2022
6.0	Programación – Evaluación de rangos operativos y fijado de variables	29-06-2022
6.1	Programación – Creación de sistema de alertas en respuesta a análisis de lecturas anómalas por parte del dispositivo	30-06-2022
6.5	Programación – Sistema de respuesta de contingencia para normalización de condiciones en caso que la alerta persista y no exista intervención humana detectada (intervención del hogar a normalizar condiciones consideradas riesgosas o dañinas)	01-07-2022

7.0	Evaluación – Pruebas funcionales – corrección de errores – verificación de parámetros.	02-07-2022

Aplicación Android

Revisión	Cambios realizados	Fecha
1.0	Creación del entorno	01-06-2022
1.1	Creación de contenedores de sección	01-06-2022
1.2	Diseño de sectores	06-06-2022
2.0	Desarrollo esquemático de pantallas	07-06-2022
2.1	Desarrollo de rutas de acceso Inter pantalla y derivaciones correspondientes	07-06-2022
2.2	Diseño, desarrollo e implementación de características de seguridad (ingreso únicamente mediante autenticación de usuario)	10-06-2022
2.2	Inclusión de vos de bienvenida específica de usuario	10-06-2022
2.3	Diseño de menú principal con direccionamiento a funcionalidades categorizadas mediante el uso de botones.	14-06-2022
2.4	Diseño de pantallas secundarias respectivas a cada categoría	15-06-2022
2.5	Diseño de botón “retorno” para regreso a menú principal desde categorías secundarias	15-06-2022
3.0	Enlace a base de datos	17-06-2022
3.1	Desarrollo de medio de envío y recuperación de datos en tiempo real	17-06-2022
4.0	Creación categoría iluminación	21-06-2022
4.1	Desarrollo de botones de luminarias	21-06-2022

5.0	Creación categoría temperatura y humedad relativa ambiente	23-06-2022
5.1	Medición de un ambiente de datos en tiempo real	24-06-2022
5.2	Inclusión de grafico en tiempo real de temperatura	24-06-2022
6.0	Creación categoría monóxido de carbono	24-06-2022
6.1	Incorporación de lecturas de medición de dos (2) ambientes distintos sobre el nivel en tiempo real de monóxido de carbono	30-06-2022
6.2	Desarrollo de alerta auditiva para niveles críticos de monóxido	01-07-2022
6.3	Alerta visual para niveles de monóxido elevados	01-07-2022
6.31	Mejora del alerta auditiva mediante voz incluyendo informe de activación de sistemas de respaldo para preservar la seguridad de los habitantes del recinto	01-07-2022
6.32	Mejora del alerta visual mediante animación	02-07-2022
7.0	Creación de la categoría riego	02-07-2022
7.1	Incorporación de los instrumentos de control de la categoría (estado de ventilación – temperatura del recinto – estado de luz ultra espectro – medición de humedad de suelo – estado de la bomba de riego)	05-07-2022
8.0	Creación de la categoría movimiento	06-07-2022
8.1	Desarrollo de animaciones de control sobre presencia (en dos sectores)	06-07-2022
8.2	Inclusión de alerta sonora mediante voz indicando la presencia de movimiento	07-07-2022
8.5	Botón de salida de app – sonido de pantalla de salida	08-07-2022
8.6	Prueba y corrección de errores de aplicación	08-07-2022

CAPÍTULO 1

Introducción General

1.1 Hipótesis

El constante avance de las tecnologías y su abaratamiento de costos para el público general, nos permite plantearnos la posibilidad de crear, con dispositivos a nuestro alcance, un sin número de productos que pueden ayudar en la vida diaria.

A lo largo de estos tres años de carrera hemos aprendido que tal vez solo uno o dos dispositivos de manera independiente, sean obsoletos; Pero su combinación, de alguna manera específica, es capaz de ayudar, e incluso resolver problemas cotidianos.

En algún punto de nuestro paso como estudiantes, de nuestras prácticas de aprendizaje y el interés por saber más; fue que nos planteamos pensar cómo hacer que nuestras prácticas fueran útiles en situaciones que vemos todos los días. Situaciones que, por falta de tiempo, de ganas o de herramientas adecuadas terminan siendo mas difíciles de lo que quisiéramos.

Mediante esta inquietud fue que en el año 2021 nos propusimos participar en la feria de ciencias presentando un proyecto que ayude a la gente a contar con una alerta temprana en caso estar presentes en un ambiente que pueda causar algún daño a la salud. Esto sumado a un sistema de confort mediante el control de la iluminación con dispositivos “no comerciales” tuvo un impacto de gran interés en la gente que visito el stand.

Todos estos factores y experiencias obtenidas en nuestro camino nos llevaron a plantear un sustancial mejoramiento del sistema, de inclusión de dispositivos al desarrollo para demostrar la gran flexibilidad que presenta este tipo de tecnologías y como, desde distintas configuraciones, se puede llegar a una gran cantidad de publico que tiene necesidades sin satisfacer.

Para resolver estas inquietudes es que el trabajo presentado propone:

- Monitorear distintos ambientes, con requerimientos distintos, en tiempo real.
- Informar del estado de todas las variables en tiempo real, al terminal que cuente con la aplicación diseñada a tal fin.

- Realizar tareas sin la intervención humana mediante la evaluación de variables; informar sobre los cambios y mecanismos activos y mantener condiciones específicas constantes de manera autónoma.
- Informar de anomalías detectadas en los parámetros que superen los rangos considerados seguros.
- Responder a normalizar condiciones ante la inacción por parte del sujeto (ya sea por ignorar la situación o por imposibilidad física de intervenir).
- Seguridad sobre el uso de la aplicación mediante la autenticación de usuario.

1.1.1 Sistema de monitoreo de ambientes

El prototipo presentado es un producto tecnológico que es controlado por el NodeMCU.

El NodeMCU es una pequeña placa de desarrollo que integra un SoC¹ con conectividad Wifi y tiene compatibilidad con el lenguaje de programación Arduino² lista para usar en cualquier proyecto IoT³. Estas placas (tres en su totalidad para este proyecto) están conectadas a varios dispositivos sensores que son capaces de medir distintas características del entorno. El prototipo completo consta tres módulos independientes capaces de trabajar en conjunto como es el caso o bien podrían trabajar de manera independiente.

¹ SoC es un acrónimo que viene del inglés «System on a Chip», y que significa literalmente «sistema en un chip». Su origen se remonta al auge de compañías como Nokia, cuando comenzaron el desarrollo de los primeros teléfonos móviles y era necesario que éstos fueran lo más pequeños y autónomos posible. Por ello, y siguiendo con la idea de miniaturizarlo todo en mente, la tendencia fue la de implementar un chip que tuviera tantas funciones integradas como fuera posible.

² Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla. <https://arduino.cl/que-es-arduino/>

³ La **internet de las cosas** (en inglés, *Internet of things*, abreviado *IoT*; es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Es, en definitiva, la conexión de internet más con objetos que con personas.

El módulo de riego consta de una placa NodeMCU central, un sensor de humedad del suelo para identificar la cantidad de humedad presente en todo momento, una luz ultra espectro (con su respectivo disipador de calor) capaz de mantener la luz necesaria para el cultivo en desarrollo, un sensor capaz de medir la temperatura y humedad relativa en el ambiente, un cooler utilizado para ventilación artificial en caso de tener una temperatura superior a la deseada, una bomba de riego para incrementar el agua del suelo cuando sea requerido por el sistema de control y un sensor de luminosidad (comúnmente llamado LDR) quien es capaz de medir la cantidad de luz en el ambiente mediante una fotorresistencia (para activar o desactivar la iluminación artificial garantizando 24hs de luz de cultivo).

El modulo de seguridad cuenta con una placa NodeMCU central, dos sensores de monóxido de carbono capaz de medir su concentración en el ambiente, un sistema de control de acceso mediante el uso de la tecnología RFID para identificar distintos usuarios físicos (aún en proceso de desarrollo), un sensor capaz de medir la temperatura y humedad relativa en el ambiente, un buzzer para el alerta sonoro en situaciones de anomalías en el ambiente, un cooler para el sistema de respaldo de normalización de condiciones en caso de ausencia de intervención manual o que la intervención fuera insuficiente.

Por último, el módulo de confort cuenta con de sensores de ultrasonido para detectar presencia e informarla a los medios que lo requieran, un sensor de luminosidad (comúnmente llamado LDR) quien es capaz de medir la cantidad de luz en el ambiente mediante una fotorresistencia y tres módulos de iluminación para la manipulación del entorno.

En complemento a este sistema de monitoreo, le fue dotado de la posibilidad de comunicarse con una base de datos (para el caso, provista por Google⁴), mediante la cual almacena la información en la nube y puede ser consultada, accesada y modificada

⁴ **Google, LLC** es una compañía principal subsidiaria de la [estadounidense Alphabet](#) cuya especialización son los productos y servicios relacionados con [internet](#), [software](#), [dispositivos electrónicos](#) y otras tecnologías. El principal producto de Google es el [motor de búsqueda](#) de contenido en Internet del mismo nombre, aunque ofrece también otros productos y servicios como la suite ofimática [Google Drive](#), el [correo electrónico](#) llamado [Gmail](#), sus servicios de mapas [Google Maps](#), [Google Street View](#) y [Google Earth](#), el sitio web de vídeos [YouTube](#) y otras utilidades [web](#) como [Google Libros](#), [Google Noticias](#), Google Chrome y la [red social Google+](#), este último sacado fuera de línea en el primer cuatrimestre de 2019. Por otra parte, lidera el desarrollo del sistema operativo basado en [Linux: Android](#), orientado a teléfonos inteligentes, tabletas, televisores y automóviles, y de gafas de realidad aumentada, las [Google Glass](#). Su eslogan es «*Do the Right Thing*» («Haz lo correcto»).

de manera remota mediante un aplicativo de móvil y, teniendo en cuenta que esa información pudiera ser relevada y actualizada en un panel de control dinámico.

CAPÍTULO 2

Introducción Específica

2.1 Dispositivo Físico

El producto tecnológico obtenido es el prototipo de un equipo que puede adquirir, administrar y reflejar información de manera tal, que puede tanto ser observada y/o modificada de manera presencial o remota. Para ello se debió trabajar con varias tecnologías de manera simultánea.

En primer lugar, se presenta el dispositivo principal, quien se encarga del control lógico y de comunicación del proyecto, el NodeMCU. (figura 1).

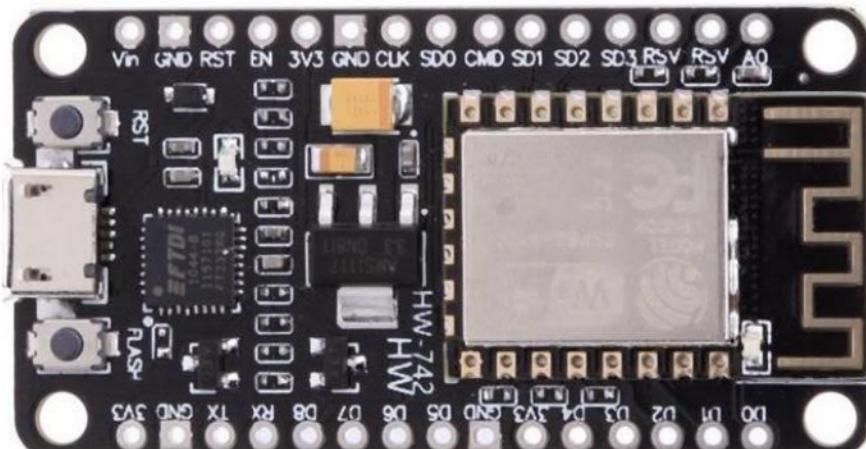


Figura 1: Imagen ilustrativa tomada de <https://descubrearduino.com/nodemcu/>

El NodeMCU es una pequeña placa de desarrollo que integra un SoC con conectividad Wifi y tiene compatibilidad con el lenguaje de programación Arduino lista para usar en cualquier proyecto IoT. Se basa en el módulo ESP8266 y expone todos sus pines de manera lateral. Ofrece la ventaja de incorporar un regulador de tensión integrado, así como puerto USB de programación. Se puede programar con LUA o IDE de Arduino.

Características:

- Procesador ESP8266 @ 80 MHz (3.3 V) (EsP-12E).
- 4 MB de memoria flash.
- Wifi 802.11 b/g/n.
- Regulador 3.3V integrado (500 mA).
- Conversor USB Serial CH340G.
- Función Autoreset.
- 9 Pines GPIO con I2C y SPI.
- 1 entrada analógica (1.0V máx.).
- 4 agujeros de montaje (3 mm).
- Pulsador reset.
- Entrada de alimentación externa VIN (20V máx.).

A esta placa se le anexa el uso de los siguientes sensores:

Sensor de monóxido MQ7 (figura 2):



Figura 2: Figura ilustrativa tomada de <https://naylampmechatronics.com/>

El sensor MQ-7 permite medir gas de Monóxido de Carbono (CO), ideal para detectar concentraciones dañinas de CO en el aire y así evitar daños en la salud. El sensor MQ-7 puede detectar concentraciones en el rango de 20 a 2000 ppm. El módulo posee una salida analógica que proviene del divisor de voltaje que forma el sensor y una resistencia de carga. También posee una salida digital regulable por un preset para establecer un set point, dicha salida cuenta además con un led indicador para saber cuándo se supera el límite indicado por el preset.

Características:

- Voltaje de Operación: 5V DC.
- Voltaje de Calentamiento: 5V (alto) y 1.4V (bajo).
- Resistencia de carga: regulable.
- Resistencia de calentamiento: 33 Ohm.
- Tiempo de Calentamiento: 60s (alto) 90s (bajo).
- Consumo de Resistencia: aprox. 350mW.
- Concentración de Oxígeno: 21%.

Sensor DHT11 (figura 3):

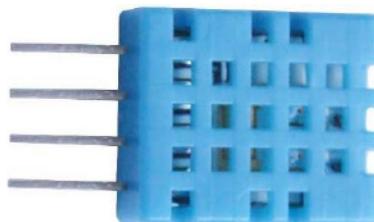


Figura 3: Figura ilustrativa tomada de <https://naylampmechatronics.com/>

El DHT11 es un sensor de Humedad resistivo, es ideal para sistemas de medición climatológicos o para controles de temperatura y humedad. Este sensor además incluye un sensor interno de temperatura NTC. Este módulo tiene una gran relación señal a ruido ante interferencias y es muy durable.

Características:

- Sensor resistivo de humedad.
- Sensor de temperatura NTC.
- Voltaje de alimentación 5V.
- Rango de temperatura 0-50 °C.
- Rango de humedad 20-90% HR.
- Peso: 9 grs.

Luz Ultra espectro o luz de cultivo (figura 4):



Figura 4: Figura ilustrativa tomada de <https://www.hobbytronica.com.ar/>

Una luz de cultivo o luz para horticultura es una fuente de luz artificial, generalmente una luz eléctrica, diseñada para estimular el crecimiento de las plantas al emitir un espectro electromagnético apropiado para la fotosíntesis. Las luminarias de cultivo se utilizan en aplicaciones donde no hay luz natural o donde se requiere luz suplementaria. Normalmente las luminarias para cultivo LED combinan diferentes colores para lograr una longitud de onda específica para distintos tipos de plantas. Se pueden diseñar con un color específico para proporcionar un crecimiento y rendimientos óptimos porque poseen diferentes longitudes de onda y las plantas responden favorablemente a estas longitudes de onda con respecto al espectro de luz.

Por ejemplo, la longitud de onda de la luz roja es alrededor de 630-660nm y es esencial para el crecimiento de los tallos, así como la expansión de las hojas. En cuanto a la longitud de onda de la luz azul, aunque es de sólo 400-520nm, aumenta el contenido de clorofila presente en la planta y el grosor de la hoja.

Características:

- Material de la carcasa: aluminio.
- Color: se muestra como imagen.
- Fuente de luz: COB.
- Potencia: 50W.
- Voltaje: 220V.
- Lumen Flux: 80-90lm / W.
- Ángulo de haz: 120 grados.
- Color temperature: 380-840nm.
- Vida útil: hasta 50000H.
- Tamaño de la lámpara (L x W): Aprox. 60 x 40 mm / 2.4 x 1.6 pulgadas.

- LDR (sensor de iluminación) (figura 5):

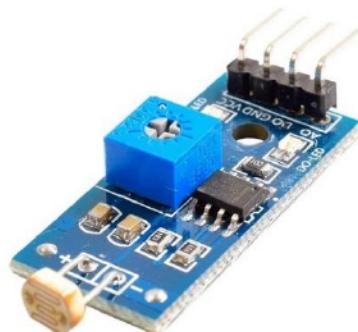


Figura 5: Figura ilustrativa tomada de <https://shopee.com.ar/>

Un fotorresistor, o LDR (light-dependent resistor) es un dispositivo cuya resistencia varía en función de la luz recibida. Podemos usar esta variación para medir, a través de las entradas analógicas, una estimación del nivel de la luz. Un fotorresistor está formado por un semiconductor, típicamente sulfuro de cadmio CdS. Al incidir la luz sobre él algunos de los fotones son absorbidos, provocando que electrones pasen a la banda de conducción y, por tanto, disminuyendo la resistencia del componente. Por tanto, un fotorresistor disminuye su resistencia a medida que aumenta la luz sobre él. Los valores típicos son de 1 Mohm en total oscuridad, a 50-100 Ohm bajo luz brillante.

Características:

- Voltaje de operación: 3.3V a 5V.
- Chip comparador: LM393.
- Orificio para montaje de forma simple.
- Sensibilidad ajustada mediante preset.
- Conexión a 3 pines: VCC, GND, D0.
- Dimensiones 30mm X 14 mm.
- LEDS indicadores: Rojo (alimentación) y verde (salida digital).

Bomba de agua sumergible (figura 6):



Figura 6: Figura ilustrativa tomada de <https://www.hobbytronica.com.ar/>

Una bomba sumergible es una **bomba que tiene un impulsor sellado a la carcasa**. El conjunto se sumerge en el líquido a bombeo. La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

Características:

- Voltaje de operación: 12V.
- Característica: Sumergible.
- Consumo: 0.5W.
- Caudal: 300 l/h.
- Altura Max: 0.6 metros.

Cooler (figura 7):



Figura 6: Figura ilustrativa tomada de <https://www.hobbytronica.com.ar/>

Características:

- Voltaje de operación: 12V.
- 40mm x 40mm x 10mm.
- Consumo: 0.5W.

Sensor de humedad en suelo capacitivo (figura 8):



Figura 8: Figura ilustrativa tomada de <https://www.hobbytronica.com.ar/>

Un sensor de humedad de suelo analógico a diferencia de otros tipos de sensor de humedad resistivos mide niveles de humedad de suelo por detección capacitiva. Fabricado en material resistente a la corrosión. Con tan solo insertarlo en el suelo se pueden leer los datos humedad en tiempo real.

Aplicaciones:

- Plantas/Jardines.
- Detección de humedad.
- Agricultura/Horticultura

Características:

- Voltaje de operación: 3.3V a 5V.
- Interface: PH2.0-3P.
- Pines: GND/Tierra (negro), VCC (rojo), analógico (amarillo).
- Dimensiones: 90mm x 16mm.

Buzzer (figura 9):



Figura 9: Figura ilustrativa tomada de <https://www.hobbytronica.com.ar/>

Buzzer es un transductor electroacústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono (generalmente agudo). Sirve como mecanismo de señalización o aviso y se utiliza en múltiples sistemas, como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores.

Inicialmente este dispositivo estaba basado en un sistema electromecánico que era similar a una campana eléctrica, pero sin el báculo metálico, el cual imitaba el sonido de una campana. Su construcción consta de dos elementos, un electroimán y una lámina metálica de acero. El zumbador puede ser conectado a circuitos integrados especiales para así lograr distintos tonos. Cuando se acciona, la corriente pasa por la bobina del electroimán y produce un campo magnético variable que hace vibrar la lámina de acero sobre la armadura.

Características:

- Referencia: Buzzer mediano.
- Tipo de zumbador: piezoelectrónico.
- Voltaje de operación: 3V ~ 24V.
- Corriente: < 10 mA.
- Frecuencia: 3900±500 Hz.
- Nivel de presión sonora: 95 dB.
- Agujeros de instalación: 2 (diámetro del agujero de 3mm).
- Separación orificios de instalación: 3 cm / 1.18".

Sensor Ultrasonido HC-SR04 (figura 10):



Figura 10: Figura ilustrativa tomada de <https://www.todomcro.com.ar>

El sensor HC-SR04 es un sensor de distancia de bajo costo que utiliza ultrasonido para determinar la distancia de un objeto en un rango de 2 a 450 cm. Destaca por su pequeño tamaño, bajo consumo energético, buena precisión y excelente precio. El sensor HC-SR04 es el más utilizado dentro de los sensores de tipo ultrasonido, principalmente por la cantidad de información y proyectos disponibles en la web. De igual forma es el más empleado en proyectos de robótica como robots laberinto o sumo, y en proyectos de automatización como sistemas de medición de nivel o distancia.

El sensor HC-SR04 posee dos transductores: un emisor y un receptor piezoelectríficos, además de la electrónica necesaria para su operación. El funcionamiento del sensor es el siguiente: el emisor piezoelectrífico emite 8 pulsos de ultrasonido(40KHz) luego de recibir la orden en el pin TRIG, las ondas de sonido viajan en el aire y rebotan al encontrar un objeto, el sonido de rebote es detectado por el receptor piezoelectrífico, luego el pin ECHO cambia a Alto (5V) por un tiempo igual al que demoró la onda desde que fue emitida hasta que fue detectada, el tiempo del pulso ECO es medido por el microcontrolador y así se puede calcular la distancia al objeto. El funcionamiento del sensor no se ve afectado por la luz solar o material de color negro (aunque los materiales blandos acústicamente como tela o lana pueden llegar a ser difíciles de detectar).

La distancia se puede calcular utilizando la siguiente formula:

$$\text{Distancia(m)} = \{(Tiempo\ del\ pulso\ ECO)\ * (Velocidad\ del\ sonido=340m/s)\}/2$$

Características:

- Voltaje de Operación: 5V DC.
- Corriente de reposo: < 2mA.
- Corriente de trabajo: 15mA.
- Rango de medición: 2cm a 450cm.

- Precisión: +- 3mm.
- Ángulo de apertura: 15°.
- Frecuencia de ultrasonido: 40KHz.
- Duración mínima del pulso de disparo TRIG (nivel TTL): 10 µS.
- Duración del pulso ECO de salida (nivel TTL): 100-25000 µS.
- Dimensiones: 45mm x 20mm x 15mm.
- Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20ms (recomendable 50ms).

PINES DE CONEXIÓN

- VCC (+5V DC).
- TRIG (Disparo del ultrasonido).
- ECHO (Recepción del ultrasonido).
- GND (0V).

Modulo relé de 4 canales (figura 11):



Figura 11: Figura ilustrativa tomada de <https://www.todomcro.com.ar>

El módulo posee 4 Relays de alta calidad, fabricados por Songle, capaces de manejar cargas de hasta 250V/10A, cada canal posee aislamiento eléctrico por medio de un optoacoplador y un led indicador de estado, su diseño facilita el trabajo con Arduino, al igual que con muchos otros sistemas como Raspberry Pi, ESP8266 (NodeMCU y Wemos), Teensy y Pic, este módulo Relay activa la salida normalmente abierta (NO):

Normally Open) al recibir un "0" lógico (0 Voltios) y desactiva la salida con un "1" lógico (5 voltios), para la programación de Arduino y Relays se recomienda el uso de timers con la función "millis()" y de esa forma no utilizar la función "delay" que impide que el sistema continue trabajando mientras se activa/desactiva un relay.

Entre las cargas que se pueden manejar tenemos: bombillas de luz, luminarias, motores AC (220V), motores DC, solenoides, electroválvulas, calentadores de agua y una gran variedad de actuadores más, se recomienda realizar y verificar las conexiones antes de alimentar el circuito, también es una buena práctica proteger el circuito dentro de un case.

Características:

- Voltaje de Operación: 5V DC.
- Señal de Control: TTL (3.3V o 5V).
- Nº de Relays (canales): **4 CH.**
- Capacidad máx.: 10A/250VAC, 10A/30VDC.
- Corriente máx.: 10A (NO), 5A (NC).
- Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms.
- Para activar salida NO: 0 Voltios.

KIT RFID MFRC-522 (figura 12):



Figura 12: Figura ilustrativa tomada de <https://www.todomcro.com.ar>

El RC522 utiliza un sistema avanzado de modulación y demodulación para todo tipo de dispositivos pasivos de 13.56Mhz. El dispositivo maneja el ISO14443A⁵ y soporta el algoritmo de encriptación Quick CRYPTO1⁶ y MIFARE⁷. El circuito MF RC522 es utilizado para comunicación inalámbrica a 13.56Mhz para escribir o leer datos de aplicaciones de bajo consumo de energía, bajo costo y tamaño reducido, ideal para dispositivos portátiles o tarjetas.

Características:

- Modelo: MF522-ED.
- Corriente de operación: 13-26mA a 3.3V.
- Corriente de standby: 10-13mA a 3.3V.
- Corriente de sleep-mode: <80µA.
- Corriente máxima: 30mA.
- Frecuencia de operación: 13.56Mhz.
- Distancia de lectura: 0 a 60mm.

⁵ [ISO/IEC 14443](#) es un [estándar](#) internacional relacionado con las **tarjetas y dispositivos de seguridad de identificación personal electrónicas**, en especial las [tarjetas de proximidad](#), gestionado conjuntamente por la [Organización Internacional de Estandarización \(ISO\)](#) y la [Comisión Electrotécnica Internacional \(IEC\)](#).

El estándar ISO/IEC 14443 consta de cuatro partes y se describen dos tipos de tarjetas: tipo A y tipo B. Las principales diferencias entre estos tipos se encuentran en los métodos de modulación, codificación de los planes (parte 2) y el protocolo de inicialización de los procedimientos (parte 3). Las tarjetas de ambos tipos (A y B) utilizan el mismo protocolo de alto nivel (llamado T=CL) que se describe en la parte 4. El protocolo T=CL especifica los bloques de datos y los mecanismos de intercambio.

⁶ [Crypto1](#) es un algoritmo de [cifrado patentado \(cifrado de flujo \)](#) y un protocolo de autenticación creado por [NXP Semiconductors](#) para sus [tarjetas inteligentes sin contacto MIFARE Classic RFID](#) lanzadas en 1994. Estas tarjetas se han utilizado en muchos sistemas destacados, como [la tarjeta Oyster](#) , [CharlieCard](#) y [OV-chipkaart](#) .

Para 2009, la investigación criptográfica había realizado [ingeniería inversa](#) del cifrado y se publicaron una variedad de ataques que efectivamente rompieron la seguridad.

NXP respondió emitiendo tarjetas "reforzadas" (pero aún compatibles con versiones anteriores), la MIFARE Classic EV1. Sin embargo, en 2015, un nuevo ataque volvió inseguras las tarjetas, y NXP ahora recomienda migrar fuera de MIFARE Classic.

⁷ [MIFARE](#) es la marca registrada propiedad de [NXP Semiconductors](#) de una serie de chips utilizados en [tarjetas inteligentes](#) sin contacto y [tarjetas de proximidad](#), de las más ampliamente instaladas en el mundo, con aproximadamente 250 millones de TISC y 1,5 millones de módulos lectores vendidos. Es equivalente a las 3 primeras partes de la norma [ISO 14443](#) Tipo A de 13.56 [MHz](#) con protocolo de alto nivel, con una distancia típica de lectura de 10 cm (unas 4 pulgadas). La distancia de lectura depende de la potencia del módulo lector, existiendo lectores de mayor y menor alcance. Es propiedad de [NXP Semiconductors](#) (antes parte de [Philips Semiconductors](#)).

- Protocolo de comunicación: SPI.
- Velocidad de datos máxima: 10Mbit/s.
- Dimensiones: 40 x 60 mm.
- Temperatura de operación: -20 a 80ºC.
- Humedad de operación: 5%-95%.
- Máxima velocidad de SPI: 10Mbit/s.

LED blanco frio por metro (figura 13):



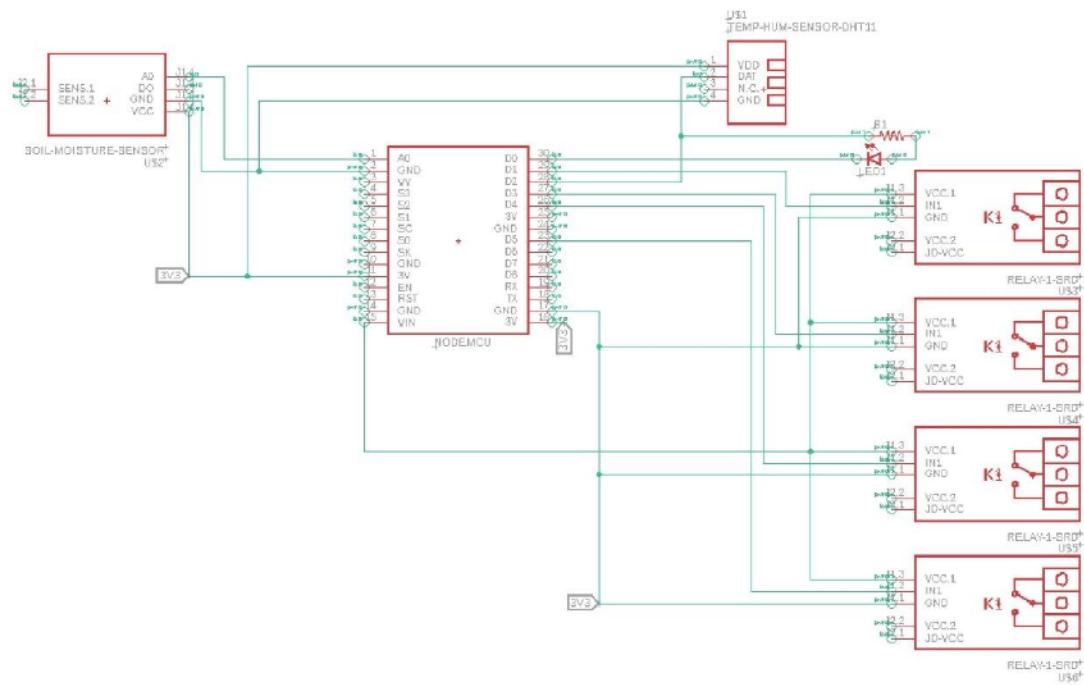
Figura 13: Figura ilustrativa tomada de <https://www.todomcro.com.ar>

Características:

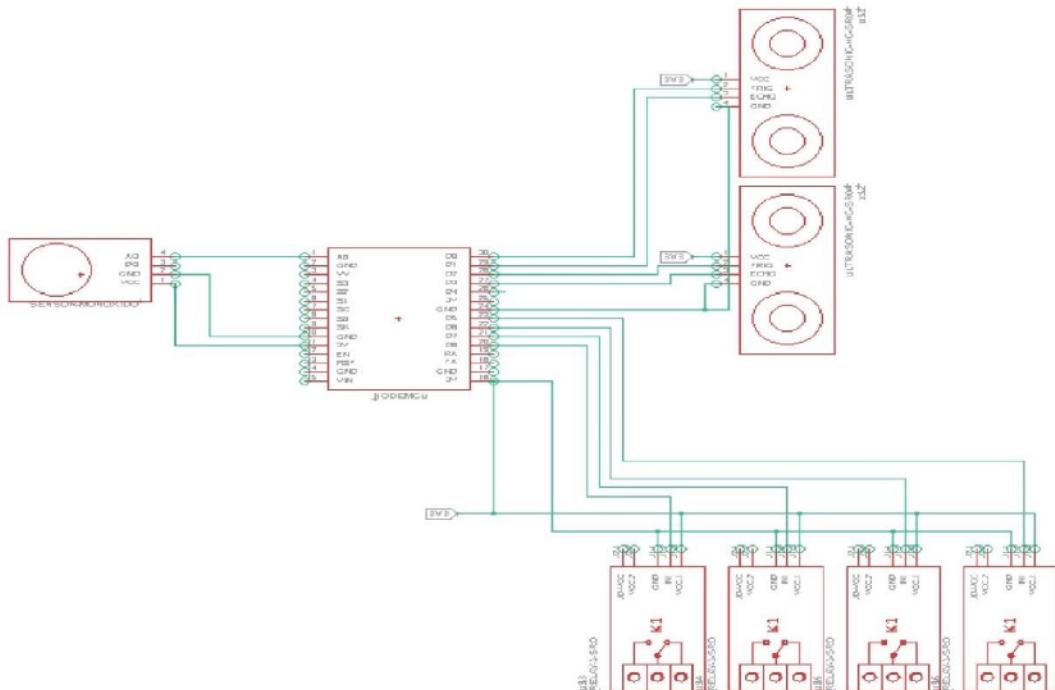
- Modelo: smd-5050.
- Colores: Blanco frío.
- Vida útil: 50.000hs.
- Clase energética: A.
- Tensión: 12V.
- LED:60 por metro.
- Longitud: 1M.

A estos dispositivos se le agregaron elementos externos adicionales como resistencias, adaptadores de conexión etc.., obteniéndose el esquema de conexiones, el cual se ilustra en las figuras 14, 15 y 16:

Modulo riego:



Modulo confort:



Modulo seguridad:

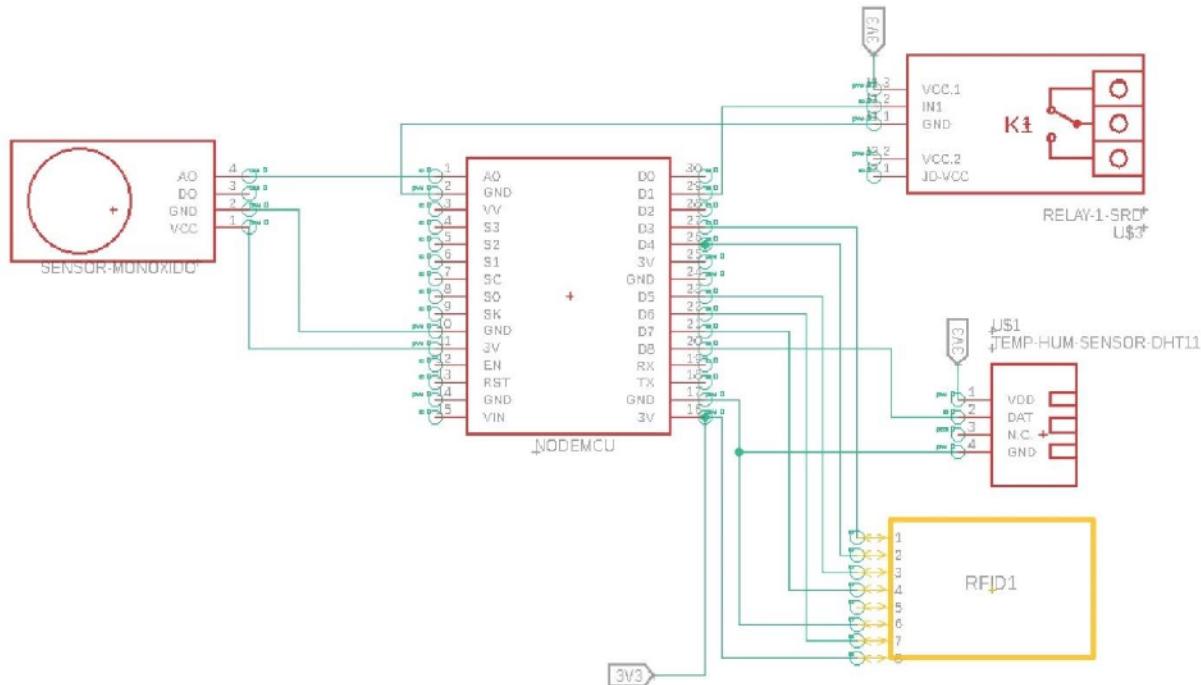


Figura 4: Esquema de conexiones.

Este prototipo es capaz de tomar datos relevantes de temperatura, humedad relativa, concentración de monóxido, incidencia lumínica, detección de presencia, autenticación de datos, humedad de suelo, así como el estado de la iluminación del hogar modelo presentado y, mediante una base de datos en la nube (provista por Google⁸) se almacenan los estados verificados cada un cierto tiempo determinado variando su frecuencia dependiendo la relevancia del mismo.

⁸ **Firebase** es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones web y aplicaciones móviles lanzada en 2011 y adquirida por Google en 2014. Es una plataforma ubicada en la nube, integrada con Google Cloud Platform, que usa un conjunto de herramientas para la creación y sincronización de proyectos que serán dotados de alta calidad, haciendo posible el crecimiento del número de usuarios y dando resultado también a la obtención de una mayor monetización.

A su vez estos datos pueden ser accedidos de manera remota por una aplicación desarrollada para tal fin, mediante la previa autenticación de usuario correspondiente, que puede monitorear todos los datos almacenados en las distintas categorías existentes. Además, puede alertar de modificaciones en los niveles de CO que puedan poner en riesgo las personas o el ambiente e indicar el accionamiento de los sistemas de respaldo destinados a tal fin.

Dentro de la sección riego, la aplicación es capaz de mantener comunicación en tiempo real para notificar el estado del sistema, los complementos activos, así como los valores de medición en tiempo real.

Dicha aplicación además tiene la posibilidad de interactuar con el sistema permitiendo al usuario, de manera remota, encender o apagar las luces dispuestas donde se encuentre el equipo instalado (sin importar distancia mediante).

Una vez terminada la construcción del dispositivo físico y su programación se procedió a la creación de una aplicación para celulares utilizando la plataforma en línea MIT APP INVENTOR⁹. Esta herramienta nos permitió crear una aplicación que pudiera ser capaz de comunicarse con la base de datos que almacena la información pertinente proveniente de la placa y, de esta manera, poder modificar valores establecidos de ser necesario.

De forma paralela se trabajó en la construcción de un entorno web (aun en desarrollo al momento de la presentación) que refleje los datos provenientes de Firebase. En esta versión del desarrollo se piensa en la página como un complemento informativo desde el cual se tiene la información completa de lo que sucede en el entorno a fin de poder reflejarla, si se quiere, por ejemplo, en un monitor o bien una pantalla led de mayores dimensiones. La idea de contar con este tipo de herramientas es de, a futuro, poder tener centralizada la información y monitorear o llevar un historial de los eventos ocurridos.

⁹ **App Inventor** es un entorno de desarrollo de software creado por Google Labs para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android.

CAPÍTULO 3

Diseño e Implementación

3.1 Análisis del hardware y software

3.1.1 Hardware

A la hora de optar por los componentes utilizados se tuvieron varios criterios en cuenta dependiendo de los problemas encontrados.

En primer lugar a la hora de proponer el procesador central se tuvo en cuenta que el NodeMCU está bastante limitado en cuanto a pines de entrada y/o salida de información respecto de otros componentes similares; No obstante presenta a su favor la condición de tener incluido el módulo de Wifi, condición imperativa a la hora de avanzar sobre el proyecto ya que si bien existen módulos independientes de enlace Wifi, la condición de estar incluido nos eliminó cualquier posible conflicto de comunicación. Se evaluaron alternativas al mismo, pero de mayores prestaciones en cuanto a disposición de pines y se resolvió continuar el uso de este procesador y optar por una arquitectura del tipo modular que, en tal caso cuente con varios núcleos centrales que desarrolle distintas funciones de manera independiente. En cuanto al sensor de temperatura y humedad relativa (DHT11) fue seleccionado por su durabilidad considerando que el rango que es capaz de medir está dentro de los límites consensuados para su trabajo. Las pruebas a lo largo del tiempo demostraron que propone la fiabilidad necesaria en cuanto a componentes físicos y niveles de medición, su rango es más que aceptable para una vivienda o un sistema de cultivo y su resolución es muy buena tomando como parámetro el costo del sensor.

Por consiguiente, se optó por el uso del sensor de monóxido de carbono (MQ7). Dispositivo utilizado con anterioridad que demostró ser fiable a las exigencias propuestas. Para un desarrollo futuro se analizará en migrar hacia alguno de mayor resolución (sensibilidad) a fin de evaluar distintas prestaciones en cuanto a tiempo de respuesta y límites operacionales.

En cuanto a la medición de suelo, el sensor seleccionado fue el mencionado anteriormente por su compatibilidad con la mayoría de los sistemas destinados a

proyectos de desarrollo, su excelente precisión y respuesta son suficientes para la mayoría de las mediciones de condiciones controladas.

Para la iluminación de cultivo se eligió LED COB 50W modelo F7540-F2525 A2. Si bien las características son en general estándar, se escogió este modelo en específico contemplando que tiene ya adaptada la conexión a 220V, incluye la base disipadora metálica (aunque es necesario además un cooler para tal efecto) y por el ángulo de iluminación (120°). El resto de las características si bien son importantes, en general, no difieren entre los demás productos de su categoría.

El modulo sensor de luz (LDR) fue elegido por poseer un complemento de regulación si es necesario modificar los valores de fábrica. Además, este puede ser utilizado tanto de manera analógica como digital.

La elección del cooler se realizó mediante los siguientes criterios. Para la recirculación de aire solo se escogieron dispositivos de similares características de funcionamientos para tener una mejor representación comparativa entre un tipo de trabajo y otro. En cambio, el disipador de temperatura requirió tomar uno de mayores prestaciones a fin de evitar posibles daños por temperatura al dispositivo de iluminación.

El buzzer de alerta se seleccionó principalmente por su sonido, continuo y agudo, que en general, a una exposición pronunciada provoca incomodidad. Su particular característica fue pensada para que esta molestia alerte a una persona que se encuentre en un recinto el cual ya cuenta con un nivel de contaminación por monóxido mayor al normal y sea capaz de despertarla o disipar el estado de somnolencia.

Para la detección de presencia fue seleccionado el sensor ultrasónico, el modelo elegido fue en reemplazo a los conocidos PIR¹⁰ por las dimensiones físicas del ensayo. El haber optado por un PIR hubiera significado problemas en la ejecución y demostración del prototipo debido al gran alcance que tienen los dispositivos comerciales (hasta 12 mts) y las dimensiones reducidas de trabajo. Por lo tanto, se optó por la alternativa que posee el mismo principio de funcionamiento a un alcance mucho menor (máximo 45 cm y un ángulo de apertura de 15°), acorde al área de trabajo.

La iluminación del tipo led fue seleccionada por su gran difusión entre el público, eficiencia en el consumo y alta estética.

¹⁰ Un **sensor infrarrojo pasivo** (o **sensor PIR**) es un sensor electrónico que mide la luz infrarroja (IR) radiada de los objetos situados en su campo de visión. Se utilizan principalmente en los detectores de movimiento basados en PIR.

El kit de RFID simplemente fue seleccionado ya que es una de las tecnológicas mas difundidas para el control de acceso debido a el tipo de prestaciones que ofrece a un bajo costo; siendo además una tecnología de uso cotidiano que, aunque no se conoce, aunque sea de manera superficial, su funcionamiento.

La bomba de riego elegida es de las mas conocidas en el mercado para el uso de peceras y de riegos en áreas pequeñas (no por ello despreciables) teniendo en cuenta que la capacidad de trabajo de la bomba ronda en los 300 litros hora. Estas características la hacen más que aceptable para un desarrollo hogareño de características modestas. Si se deseara llevar a una escala mayor, su principio es el mismo, debiendo modificar seguramente componentes, pero no el modo de funcionamiento.

En ultima instancia se encuentran los modulo relé, necesarios para accionar mecanismos de que requieren una tensión mayor a 5V (la máxima proporcionada por la placa central) y de esta manera manejar características diferentes. Es un relé fiable y suficiente para pequeños trabajos que pueden requerir funcionamiento continuo o no. Dependiendo del modulo a utilizar en un proyecto de mayor envergadura, seguramente deberá reemplazarse por algún modulo de mayor robustez; todo ello dependerá del fin del proyecto.

Para su montaje se optó por organizar los elementos sensores por categorías afines con la intención de poder mostrar la capacidad modular del desarrollo, donde la anulación de alguno de los grupos de trabajo no influye en la operatividad del resto del equipo.

3.1.2 Código fuente

Como criterio general y para mayor comodidad de trabajo, al comienzo de cada programa se colocó toda aquella librería necesaria y variables que fueran requeridas, evitando durante el proceso de programación definir nuevas variables a fin de no incurrir en confusiones o lecturas complejas del código.

En la siguiente sección se colocaron los parámetros modelos para inicializar los programas y se procedió a colocar algunas leyendas orientativas a fin de observar en qué fase de trabajo se encontraba el programa.

Una vez realizado esto, en la parte central se comenzó a trabajar con la obtención de datos relevantes. Cabe mencionar respecto a esto que en los instantes iniciales hubo discrepancias sobre el intervalo de tiempo a tomar entre cada medición, lo suficiente mente rápido para que los cambios puedan categorizarse como “en tiempo real” pero con la pausa suficiente como para que esto no entorpezca la lectura o el programa.

En primera instancia se prefijaron intervalos ya utilizados en otros programas y se evaluó su eficacia. Varios de ellos fueron modificados acordes a criterios de representación para que sea una información relativamente instantánea, pero sin saturar el envío de información a la base de datos. Luego de ello, algunos de los valores fueron alterados intencionalmente para la muestra a modo ilustrativo con el objeto de que el público pueda observar un suceso de eventos que debería darse de manera simultánea, de forma secuencial y, de esta manera apreciar el potencial del equipo. No obstante, este tipo de modificación fue ajustada para no entorpecer el trabajo del prototipo y dar la posibilidad de apreciar los cambios que se van realizando. En una instancia final se volvería a ajustar para una mejor sincronización.

Luego se procedió a realizar la modulación de los programas a fin de diferenciar los tipos de trabajo a los que debería responder, y de esta manera obtener programas que fueran igual de eficaces trabajando en conjunto o en separado.

Modulo Seguridad

El sensor de monóxido de carbono (MQ7) debió mantenerse conectado algunas horas a fin de que estabilizara la medición ya que, en el inicio, dicho dispositivo comienza en el máximo valor disponible y con el transcurso del tiempo baja conforme a la resistencia se vaya adecuando al ritmo de trabajo. Una vez superada la fase de calibración los cambios fueron instantáneos luego de periodos de desconexión. Para el caso que dichos intervalos de conexión fueran muy pronunciados el sensor necesito nuevamente un tiempo para su adecuación automática, aunque ya el valor inicial no era el máximo sino proporcional al tiempo desconectado.

Una vez completado esta área se procedió a elaborar las instrucciones que permitieran obtener los datos del control de acceso mediante las tarjetas de identificación, en este proceso de desarrollo se colocan 5 tags con diferentes niveles de autorización (aun en desarrollo) con el fin que a futuro este tipo de información pueda ser registrada y mostrada en la pantalla del panel central de control (aun en fase de investigación) y como seguridad hogareña se pueda , mas adelante guardar un registro de eventos de este tipo. Dentro de este modulo se coloco el sistema de monitoreo de temperatura.

Una vez finalizada esta fase se procedió al desarrollo de la intervención del sistema en situaciones críticas. Como primera medida se discutió sobre el tipo de aviso y el modo de implementación de los mismos. Llegados a un consenso se decidió que el sistema como primera medida deberá monitorear de manera constante la información relevante a la medición de valores de monóxido de carbono (en partes por millón - PPM-). Si el sistema detecta que los niveles medidos son superiores a el valor determinado como tolerable, emitirá una alerta auditiva con intención de avisar a sus ocupantes que existe una anomalía dentro del ambiente que debe ser atendida. No obstante, de no registrar normalización y, en cambio un continuo ascenso hacia valores críticos, el sistema intervendrá con protocolos de contingencia para restaurar el ambiente a condiciones nominales. Todo esto sucederá con la alerta auditiva aun encendida, que deberá dejar de emitir sonido una vez normalizado el ambiente a valores inferiores a los considerados peligrosos.

Modulo Riego:

En esta etapa de codificación se decidió por un sistema que sea totalmente independiente de la intervención humana. Dentro del cuerpo del programa, el sistema es capaz de realizar la medición correspondiente en tiempo real de los valores requeridos por el cultivo.

De encontrar que estos valores están dentro de los considerados normales para el tipo de cultivo el sistema se encontrara en fase de monitoreo continuo. Cotejando y comparando datos.

En el momento que existan fluctuaciones de los valores prefijados el sistema, intervendrá con una serie de acciones al respecto. En primer lugar, mediara con los dispositivos existentes para lograr la normalización del ecosistema. En caso que la anomalía sea insuficiencia lumínica, encenderá la luz de cultivo; para la situación de tener humedad insuficiente accionara el sistema de riego y, en el caso que la discrepancia se produzca en un elevado valor de temperatura, ventilara el ecosistema a fin de regularla.

En segundo lugar, enviara los datos correspondientes sobre el estado en tiempo real de las mediciones correspondientes y los sistemas accionados para realizar el acondicionamiento a los valores nominales. Una vez normalizada la situación, enviara una actualización de dispositivos a la base de datos para que se vea reflejada en la aplicación los nuevos estados de los periféricos intervenientes.

Modulo confort:

Dentro del modulo confort se establecen los parámetros de medición para detección de presencia. Este modulo cuenta con dos sistemas de medición independiente uno para la entrada principal y, el segundo para el acceso secundario. En caso que el sensor destinado a ello detecte un movimiento relevara el estado a la placa central quien, a su vez, actualizara los datos para el alerta de voz diseñado en la aplicación.

Como segunda instancia se elaboro un sistema de accionamiento de luz de manera autónoma para la luz exterior y por último otros tres sistemas para la interacción entre el aplicativo y la placa de manera que toda la iluminación pueda accionarse de manera remota sin intervención física.

En los tres módulos el accionamiento de los dispositivos requiere mayor tensión que la que puede ser entregada por la placa (5V) fue suplida por el uso de relés que hacen de intermediarios entre el NodeMCU y dicho dispositivo.

En el momento de incorporar la información proveniente desde la aplicación Android que se presentaron los conflictos menores determinados por la manera en que son representados los datos. Ayuda de tutores y lectura de la documentación permitieron corregir las líneas de código defectuosas.

3.1.3 Aplicación Android

Durante el desarrollo de la aplicación se encontraron problemas de diferentes indoles que fueron surgiendo conforme se complejizaba el código.

En primer lugar, se produjo un error al utilizar una animación en la pantalla de bienvenida que, en una actualización de la herramienta dejó de funcionar, al menos cuando era realizado de esa manera, el mismo debió ser reevaluado y reemplazado. Como medida de contingencia se dejó una imagen estática.

En la inclusión de la imagen estática la aplicación no emitía sonido, se realizó una búsqueda en la documentación acerca de la actualización de la herramienta y se obtuvo la solución a ambos fallos removiendo la extensión utilizada en primera instancia.

Luego del desarrollo de las diferentes secciones del aplicativo Android y su programación surgió una instancia en la que no era posible compilar el archivo ".APK", archivo indispensable para realizar su instalación en teléfonos móviles dependientes

del sistema operativo Android¹¹. El error suministrado fue: “error al preparar el icono”. La información relevada en el foro de APP INVENTOR¹² llevo a solucionar el inconveniente cargando la imagen requerida en una nueva carpeta de ubicación específica.

Dentro del apartado de monóxido, al detectar niveles críticos, la aplicación dentro de uno de sus parámetros incluye mostrar una animación de aspas de ventilador girando. En el área de programación descripta, al utilizar el condicional “mientras que” el software deja de funcionar siendo necesario cerrar el programa. La modificación de condicionales permitió su resolución.

En el periodo de testeo de la interfaz se realizan distintas acciones para corroborar su funcionamiento. Se reestructuran botones del menú principal como así también las imágenes de funcionamiento de ventilación y riego (en sus menues correspondientes) colocando imágenes de LED rojo y LED verde para evitar la posible confusión de los usuarios entre encendido y apagado.

El diseño de la app se pensó para una inclusión inicial de siete pantallas que luego fueron ampliadas a 9 para integrar una de bienvenida y una de despedida.

Por consiguiente, en el área de medición de monóxido de carbono se encontraron problemas al momento de obtener la medición correcta del valor, para ello se debieron realizar los cálculos necesarios para establecer el rango de trabajo. Una vez estabilizado y testeado no tuvo mayor inconveniente. En cuanto a este apartado además se presentó el interrogante del método de alerta. A tales fines se discutió dejar la alarma encendida hasta tanto los niveles de monóxido desciendan debajo del límite nocivo con la posibilidad por parte del usuario de poder desconectarla o bien que no

¹¹ **Android** es un [sistema operativo móvil](#) basado en el [núcleo Linux](#) y otros software de código abierto. Fue diseñado para [dispositivos móviles](#) con [pantalla táctil](#), como [teléfonos inteligentes](#), [tabletas](#), [relojes inteligentes Wear OS](#), [automóviles](#) con otros sistemas a través de [Android Auto](#), al igual los automóviles con el sistema [Android Automotive](#) y [televisores Android TV](#).

Inicialmente fue desarrollado por [Android Inc.](#), que fue adquirido por [Google](#) en 2005. Android fue presentado en 2007 junto con la fundación del [Open Handset Alliance](#) (un consorcio de compañías de [hardware](#), [software](#) y [telecomunicaciones](#)) para avanzar en los estándares abiertos de los dispositivos móviles. El código fuente principal de Android se conoce como Android Open Source Project (AOSP), que se licencia principalmente bajo la Licencia Apache

¹² **App Inventor** es un entorno de desarrollo de software creado por Google Labs para la elaboración de aplicaciones destinadas al sistema operativo Android.

pueda ser desactivada hasta tanto las condiciones vuelvan a niveles normales. Con sus respectivos avisos visuales y sonoros. Esta última fue la opción adoptada.

Por último, hubo un pequeño conflicto al adaptar los contenedores de cada sección para que estos pudieran verse de manera correcta en los distintos tamaños de pantallas de los dispositivos.

CAPÍTULO 4

Ensayos y Resultados

4.1 Pruebas funcionales del hardware y software

En primera instancia luego de realizados los diagramas de lógica de trabajo, se procedió a realizar el desarrollo de los dispositivos físico para luego programarlo. Al tener presente que, a mayor funcionalidad, mayor complejidad y esto se traduce en un incremento en la posibilidad de falla o conflicto, fue que se decidió realizar la inclusión de funciones mediante bloques e ir probando, analizando y depurando por secciones. Asimismo, se trabajó mediante módulos independientes y, a medida que estos eran funcionales se desarrolló su respectiva contraparte en aplicación móvil. Una vez finalizada la etapa correspondiente se avanza al siguiente modulo y así sucesivamente hasta finalizar el proyecto.

Se colocaron los sensores de temperatura ambiente y humedad relativa (DHT11) los cuales se probaron y establecieron los intervalos de medición para no saturar el programa. Cabe recalcar que en diferentes adquisiciones de sensores DHT11 tuvieron una distribución distinta de pines lo que reflejo un análisis de configuración para evitar el daño de alguno de ellos. Por consiguiente, se hizo lo propio con los sensores de monóxido (MQ7). Una vez estabilizados no hubo mayores inconvenientes. Una vez seteados los valores nominales, se realizaron las modificaciones correspondientes para los distintos tipos de aviso. El inconveniente que se presentó aquí es que ambos avisos se encuentran muy cerca uno de otro, pero el realizar una mayor división supone mayor dificultad a la hora de realizar la experiencia con los usuarios. Queda sujeto a modificación post pruebas de uso intensivo.

Dentro del apartado de seguridad tuvimos fallos aleatorios del sistema de control de acceso por tecnología RFID (aun en fase de pruebas y análisis al momento de la creación del presente documento); el problema principal es que deja de leer las tarjetas de manera aleatoria.

En el área de riego para la experiencia se utilizará solo líquido para mostrar el funcionamiento, esta es una medida imprecisa, pero se optó aun así utilizarla para poder repetir la experiencia varias veces en un lapso de tiempo corto ya que utilizar tierra supondría una mayor lentitud de drenado y por consiguiente menor público capaz de apreciar la experiencia. Este inconveniente trae aparejado el tiempo de encendido de la bomba para equilibrar las capacidades disponibles con el caudal de agua.

Respecto al área de iluminación y detección de presencia en primer lugar hubo conflicto en la terna de interacción NodeMCU – Aplicativo – base de datos, ya que si bien cada uno de ellos envía la información con la característica deseada (verdadero / falso para el ejemplo) existen pequeñas diferencias en como son escritas en sus respectivas categorías, haciendo que el resto de los medios que interactúan lo interpreten de manera diferente y por consiguiente no respondan como se espera. Adaptaciones menores solucionaron dicho inconveniente.

Dentro del área correspondiente a detección de presencia, y debido a las dimensiones del proyecto, hubo que adaptar el rango a valores casi insignificantes en cuanto a la vida real se refiere, pero con el fin de mejorar la experiencia final fueron reducidos teniendo en cuenta que al momento de llevar a cabo una experiencia a escala real deberán ser modificados nuevamente.

Toda la información relevante no solo es cargada a la base de datos, sino que además se realiza un muestreo mediante el monitor serie de cada una de las placas conectadas a finde observar la correlación entre los datos relevados “in situ” y los datos enviados a internet.

Ya diagramados los esquemas del aplicativo y los módulos físicos, se fueron incorporando los datos y realizando las pruebas modulares dentro de la aplicación con el fin de analizar y redimensionar o reorganizar la manera en que eran presentado los datos para una visualización más amigable.

CAPÍTULO 5

Conclusiones

5.1 Conclusiones generales

Como resultado final pudo obtenerse una medición fehaciente de los datos requeridos. Asimismo, la interacción entre el software y el hardware fue la esperada mas allá de los inconvenientes presentados. Nos dispuso además nuevas ideas para proyectos futuros y el análisis de nuevas implementaciones. Nos insto a investigar nuevos dispositivos a fin de seguir mejorando el producto por uno cada vez más completo.

Además, se pudieron hacer efectivas órdenes enviadas desde el dispositivo, así como también la ejecución de procedimientos si intervención humana.

El prototipo fue capaz de:

- Mantener información en tiempo real de los datos requeridos.
- Realizar los cambios requeridos desde el terminal y reflejarlo en instrucciones físicas.
- Alertar, mediante los medios propuestos, eventos anómalos.
- Informar mediante el monitor serie (paso previo a uso de pantalla) las órdenes ejecutadas y el estado en tiempo real de los datos evaluados.
- Notificar eventos secundarios (niveles de temperatura, niveles de humedad de suelo, accionamiento de luces, etc..).
- Intervenir de manera autónoma en caso de no registrar acción pertinente a fin de regresar a niveles ambientales dentro de los parámetros considerados seguros.
- Realizar el mantenimiento domótico de un sistema de riego sin necesidad de intervención humana real evaluando datos y manteniendo las condiciones específicas para maximizar el cultivo.

5.2 Próximos pasos

Desarrollar el equipo a escala real. En un futuro desarrollo podría sumar al proyecto realizado una versión que conste de algunas o todas las características siguientes:

- Ser capaz de solicitar los rangos deseados de trabajo.
- Incrementar la cantidad de luminaria disponible.
- Incluir un sistema de relevamiento en línea del estilo panel de control.
- Llevar un historial grafico de eventos.
- Sumar funcionalidades al equipo. (mayores sensores de suelo para diferentes cultivos, personalización dependiendo del usuario, control de cortinas y ambientación personalizada, etc..).
- Elaborar un producto que será sustentable que gestionará los recursos disponibles de manera eficiente y en lo posible su funcionamiento sea completamente independiente de la red mediante el uso de tecnologías renovables y amigables con el medio ambiente.
- Desarrollar un entorno accesible en cuanto a visualización web y aplicativo móvil de manera que el alcance del mismo sea para la máxima cantidad de población posible.

CAPÍTULO 6

Costos de desarrollo e implementación

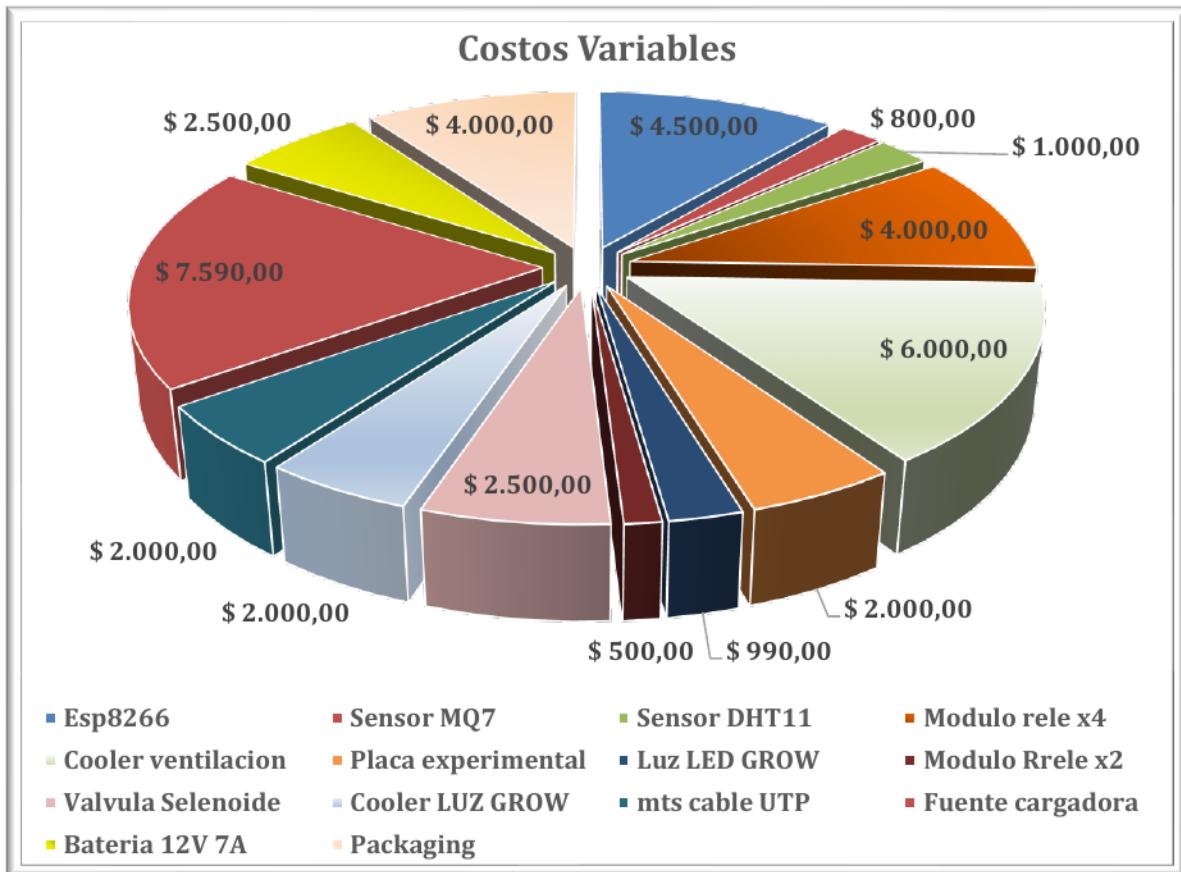
6.1 Consideraciones generales

Como resultado de la experiencia general se plantea el desarrollo a escala real mediante el análisis de los factores interviniéntes a la hora de establecer un producto que pueda acceder al mercado. Aunque es una etapa inicial, cada uno de los ítems abajo detallados, se realiza con la tutoría del profesor correspondiente a la catedra de “Gestión y administración” Andrés Bianculli a fin de lograr un estimativo lo más cercano a la realidad posible.

6.2 Costos variables (unitarios de los dispositivos):

Cantidad	Tipo	Costo unitario	Costo Total
3	Esp8266	\$ 1.500,00	\$ 4.500,00
2	Sensor MQ7	\$ 400,00	\$ 800,00
2	Sensor DHT11	\$ 500,00	\$ 1.000,00
2	Modulo relé x4	\$ 2.000,00	\$ 4.000,00
2	Cooler ventilación	\$ 3.000,00	\$ 6.000,00
2	Placa experimental	\$ 1.000,00	\$ 2.000,00
1	Luz LED GROW	\$ 990,00	\$ 990,00
1	Modulo Relé x2	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Válvula Selenoide	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
1	Cooler LUZ GROW	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
20	mts cable UTP	\$ 100,00	\$ 2.000,00
1	Fuente cargadora	\$ 7.590,00	\$ 7.590,00
1	Batería 12V 7A	\$ 2.500,00	\$ 2.500,00
1	Packaging	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
Total	VALOR POR UNIDAD		\$ 40.380,00

proyección producción anual 80 unidades	\$ 3.230.400,00
Valor de referencia Dólar MEP: \$ 266	USD 12144,35

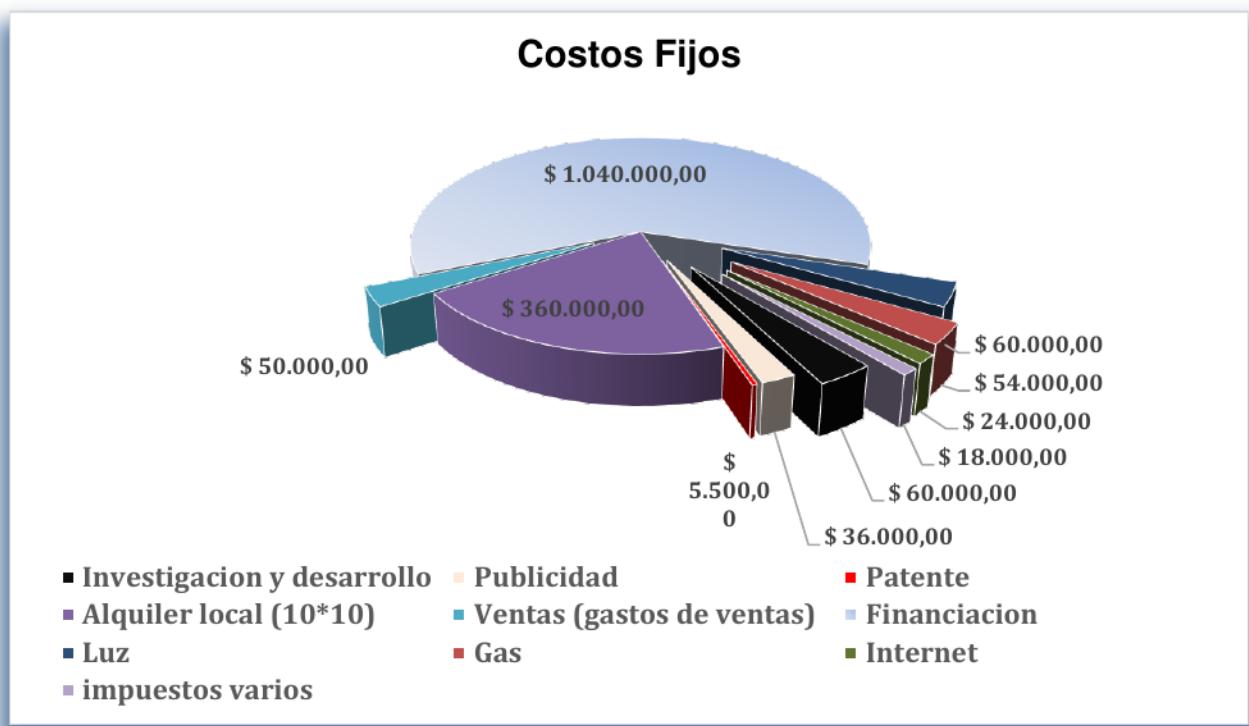


6.3 Costos Fijos:

Tipo	Valor	Periodo	Costo anual
Investigación y desarrollo	\$ 180.000,00	3 años	\$ 60.000,00
Publicidad	\$ 3.600,00	12 meses	\$ 36.000,00
Patente	\$ 5.500,00	1 año	\$ 5.500,00
Alquiler local (10*10)	\$ 36.000,00	12 meses	\$ 360.000,00
Ventas (gastos de ventas)	\$ 5.000,00	12 meses	\$ 50.000,00
Financiación	\$ 86.667,00	12 meses	\$ 1.040.000,00
Luz	\$ 5.000,00	Mensual	\$ 60.000,00
Gas	\$ 4.500,00	Mensual	\$ 54.000,00
Internet	\$ 2.000,00	Mensual	\$ 24.000,00
impuestos varios	\$ 1.500,00	Mensual	\$ 18.000,00

Total		\$ 1.707.500,00
-------	--	-----------------

Valor de referencia Dólar MEP: \$ 266	USD 6419,17
---------------------------------------	-------------



6.4 Ganancias esperadas:

tipo	valor
Costos variables anuales (80 unidades)	\$ 3.230.400,00
Costos fijos anuales	\$ 1.707.500,00
Ganancias esperadas	\$ 2.468.500,00
Impuesto sobre las ganancias	\$ 863.975,00
Total por 80 unidades	\$ 8.270.375,00
Valor de referencia Dólar MEP: \$ 266	USD 31091,73
Costo total (producción)	\$ 5.801.875,00
Costo unitario (producción)	\$ 72.523,44
Valor de venta publico unitario	\$ 92.580,00
Ganancias esperadas por unidad	\$ 20.056,56



6.5 Precio de equilibrio teórico:

$$\text{Costos totales} = C \text{ Fijos} + C \text{ Variables} * Q$$

$$\text{Ingresos Totales} = \text{Precio Venta} * Q$$

$$\text{Punto de equilibrio} \rightarrow \text{Costos totales} = \text{Ingresos Totales}$$

Luego:

$$\text{Costos totales} = \$ 1.707.500 + \$ 40380 * Q$$

$$\text{Ingresos Totales} = \$ 92580 * Q$$

Luego:

$$\$ 92580 * Q = \$ 1.707.500 + \$ 40380 * Q$$

$$\$ 92580 * Q - \$ 40380 * Q = \$ 1.707.500$$

$$\$ 52200 * Q = \$ 1.707.500$$

$$Q = \$ 1.707.500 / \$ 52200$$

$$Q = 32.7$$

Con los cálculos proyectados se empieza a obtener ganancias a partir de la unidad numero 33 anualmente siempre y cuando se mantengan las demás variables dentro de un rango de parámetros normales.

Bibliografía

1. Apuntes de cursada. Materia: Electrónica (2020).
2. Apuntes de cursada. Materia: Programación Domótica (2020).
3. Apuntes de cursada. Materia: Programación Domótica II (2021).
4. Apuntes de cursada. Materia: Programación Domótica III (2022)
5. Apuntes de cursada. Materia: Redes (2021).
6. Apuntes de cursada. Materia: Redes II (2022).
7. Apuntes de cursada. Materia: Gestión y Administración (2022).
8. Apuntes de cursada. Materia: Domótica 2 (2021).
9. Apuntes de cursada. Materia: Domótica 2 (2022).
10. TuequipoSeo. (2014). NodeMCU, una plataforma IoT para código abierto
<https://descubrearduino.com/nodemcu/>
11. Naylamp Mechatronics. (2021). Sensor de temperatura y humedad relativa.
<https://naylampmechatronics.com/sensores-temperatura-y-humedad/57-sensor-de-temperatura-y-humedad-relativa-dht11.html>
12. Naylamp Mechatronics. (2021). Sensor Monóxido de gas carbono (CO).
<https://naylampmechatronics.com/sensores-gas/74-sensor-mq-7-gas-mono-oxido-de-carbono-co.html>
13. Arduino CC Plataforma de desarrollo. (2022).<https://www.arduino.cc/>
14. MIT. desarrollo de aplicaciones (2014-2022).<https://appinventor.mit.edu/>
15. Sociedad Androide. (2018). Cloud Data:
<https://www.youtube.com/watch?v=l5QyP9CHpX0>
16. Firebase Cloud Firestore: Documentacion: (2022) <https://firebase.google.com/docs/firestore?hl=es-419>