

Informe de avance 2
Monitoreo de nivel de agua en depósitos
mediante tecnologías IoT



**UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA**

Taller de Proyecto I - Ingeniería en computación

Alumnos	N° de legajo
Dehan Lucas	565/1
Duarte Victor	1055/7



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

ÍNDICE

Introducción	1
Objetivos del proyecto	2
Objetivo Principal	2
Objetivo Secundario	3
Análisis de requerimientos	4
Requerimientos funcionales	4
Requerimientos no funcionales	4
Diseño del hardware	5
Pulsador	6
Sensor Ultrasonido HC-SR04	6
RTC DS3231	7
ESP-01	8
LED	9
Alimentación del sistema	9
Diseño del firmware, simulación y depuración	10
Cronograma preliminar	11
Diagrama de Gantt	11
División de tareas del grupo	12
Bibliografía	13
Anexos	14
Esquemático.	14
Cómo funciona el sensor ultrasónico.	14
Cómo funciona un RTC	15



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Introducción

En ámbitos ganaderos existe la necesidad de ahorrar tiempo a la hora de verificar si los bebederos de los animales poseen agua y si su nivel es adecuado. Hoy en día esto lo realiza un empleado recorriendo grandes distancias entre cada bebedero, con el fin de saber si los mismos están en un estado de llenado u ocurre algún problema en dicho proceso.

Haciendo uso de los avances de las tecnologías aplicadas a IoT o Internet de las Cosas se busca producir dos productos: Master y Esclavo. El Master estará ubicado en la estancia central, será el encargado de recibir toda la información recolectada mediante una conexión especializada de bajo consumo de energía para transmisión a largas distancias y enviarla a la nube mediante conexión wifi con el fin de que el usuario pueda visualizar toda la información en un dispositivo electrónico.

En cuanto al Esclavo, estará ubicado en el bebedero y será el encargado de recolectar la siguiente información: nivel de agua e informando el estado del flotante de carga que posee el bebedero con el fin de saber si el bebedero se encuentra cargando cuando el nivel de agua no es máximo. Dicha información se enviará al Master.

También se desarrollará una aplicación web con una interfaz gráfica para que el usuario sea capaz de visualizar el estado actual de los bebederos utilizando la información recolectada por el Master.

Para la materia “Taller de Proyecto I”, se fabricará un prototipo del Esclavo y la comunicación hacia una plataforma de análisis de datos para IoT. Las mediciones serán realizadas sobre un recipiente con agua el cual será una representación a escala menor de un bebedero.

Para dicho proyecto se requiere de un sensor de nivel de agua, un pulsador para conocer el estado del flotante, también se requerirá un reloj para informar la fecha de ocurrencia de cada sensado. Se dispondrá de una conexión inalámbrica para enviar la información a la nube para que el usuario pueda visualizar la información a través de una aplicación web.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Objetivos del proyecto

Objetivo Principal

Se realizará un prototipo a escala como prueba de concepto que sea verificable en el ámbito del aula con la placa EDU-CIAA de un sistema capaz de realizar distintas tareas como:

1. Medir carga completa del tanque con un pulsador activado mediante un flotante de carga.
2. Medir el nivel de agua a distintas alturas con un sensor de ultrasonido.
3. Para la comunicación inalámbrica, se usará un módulo wifi para conectar la placa EDU-CIAA a un servicio de IoT. En este proyecto se usará el servicio ThingSpeak con el protocolo MQTT para enviar los sensores.
4. Para el reloj, se hará uso de un RTC¹ conectado a la EDU-CIAA con el cual se podrá informar al usuario la fecha y hora a la que se producen los sensores.
5. Medir el nivel de batería del dispositivo para informar al usuario cuando es necesario realizar un cambio de batería.
6. La aplicación web será una interfaz de usuario proporcionada por ThingSpeak, la cual mediante gráficos y mensajes de texto informará al usuario del estado del recipiente.

Con estos objetivos en mente podemos hacer un esquema con el EDU-CIAA conectado a los siguientes componentes:

- Un pulsador para detectar la señal del flotante de carga.
- Un sensor de ultrasonido HC-SR04 para detectar el nivel de agua.
- Un RTC (Modelo específico a definir) como reloj de sistema.
- Modulo ESP-01 para la conexión wifi.

¹ RTC: Real Time Clock o Reloj de Tiempo Real. Es un reloj de computadora, generalmente incluido en un circuito integrado, cuyo objetivo es mantener la hora del sistema.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

En la siguiente imagen (Ver Figura 1) se observa una representación del esquema mencionado anteriormente.

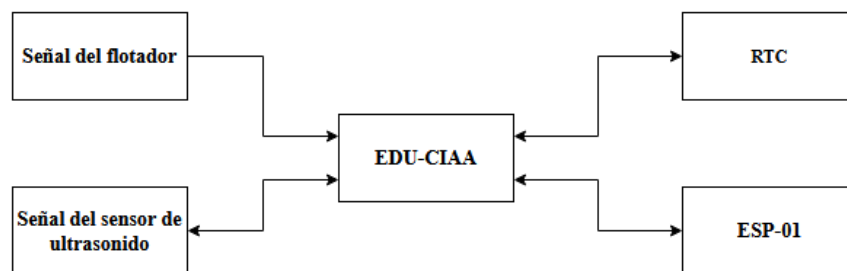


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema.

Como se puede observar en la imagen, a la EDU-CIAA, del lado izquierdo superior podemos ver mediante una conexión unidireccional se conecta el pulsador que emitirá la señal del flotador.

Las demás conexiones serán bidireccionales esto quiere decir que recibirán una señal desde la EDU-CIAA y responderán a ella con la información pedida. Las conexiones son con:

- Sensor de ultrasonido (HC-SR04: naylampmechatronics, 2022)
- ESP-01 con soporte para protocolos SPI, UART, I2C. (naylampmechatronics, 2022)
- RTC con un protocolo I2C

Objetivo Secundario

Con vista al futuro la idea es poder implementar el Master y crear los Esclavos con una conexión de mayor alcance (LoRa) respecto a la conexión wifi para conectarlo al Master el cual se conectará a la nube mediante wifi.

Para mejorar el rendimiento energético, dado que la EDU-CIAA consume más de lo necesario para este proyecto, en el futuro se podría reemplazar la EDU-CIAA por otra placa con los componentes necesarios para un funcionamiento adecuado.

Para no depender de servicios de terceros, se podría incorporar la aplicación web en un servidor propio con la capacidad para que usuarios puedan registrarse e incorporar todos sus dispositivos en su cuenta, para un mejor seguimiento de los mismos.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Análisis de requerimientos

Requerimientos funcionales

- Registrar la fecha y hora de cada sensado.
- Sensado de nivel máximo de agua en el tanque por medio de un pulsador conectado al flotante.
- Sensado de nivel de agua en el recipiente por medio de un sensor de ultrasonido.
- Sensar el nivel de batería del dispositivo para detectar el estado de la batería (Detalles a confirmar).
- Capacidad de conectarse a una red wifi existente a la plataforma ThingSpeak para enviar los datos sensados.

Requerimientos no funcionales

- Utilización de la placa EDU-CIAA.
- Utilización de la placa ESP-01 para la transmisión Wifi.
- Utilización del protocolo MQTT para un menor consumo de energía y ancho de banda.
- Programación de software en lenguaje C mediante las herramientas proporcionadas por el Proyecto CIAA.
- Desarrollo del PCB con los circuitos necesarios para conectar los sensores.
- Realizar el prototipo final para su presentación acorde a la fecha límite prevista por el cronograma, en este caso es para febrero de 2023.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Diseño del hardware

En base al diagrama en bloques explicado en la sección “Objetivos del proyecto” se diseñó un Esquemático en el programa Proteus.

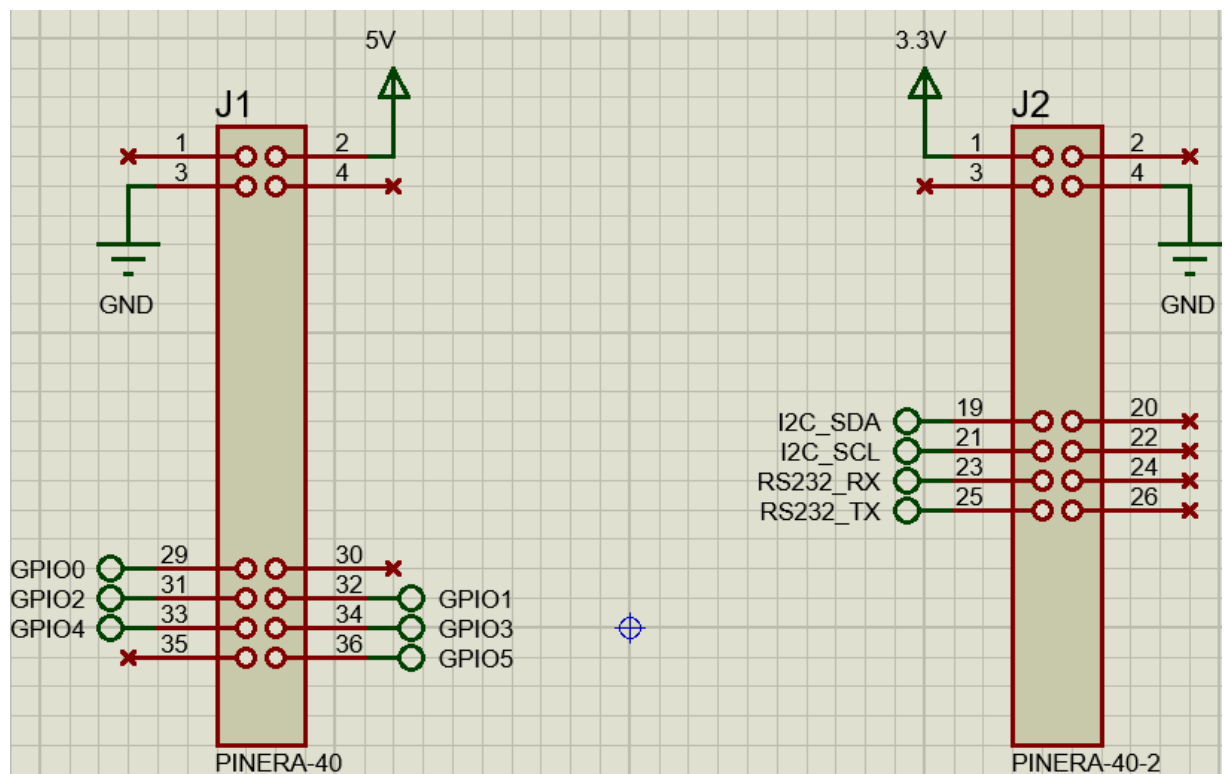


Figura 2: Diagrama de los conectores.

La imagen anterior es una representación de las pineras (J1 y J2) que irán encastrados en los conectores de la EDU-CIAA en Proteus. Cada conector contiene pines que pueden conectarse a otros dispositivos como sensores, pulsadores, LEDs, etc. Aquellos pines que serán utilizados para una comunicación con otros módulos están representados con un símbolo en color verde, junto con el nombre del pin en la EDU-CIAA y aquellos que no serán utilizados en este proyecto serán eliminados de la pinera para ganar espacio, para que pasen pistas o serán marcados con otro símbolo que indica que no está conectado a ningún otro lado pero se deja el agujero para usarse como agarre.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Pulsador

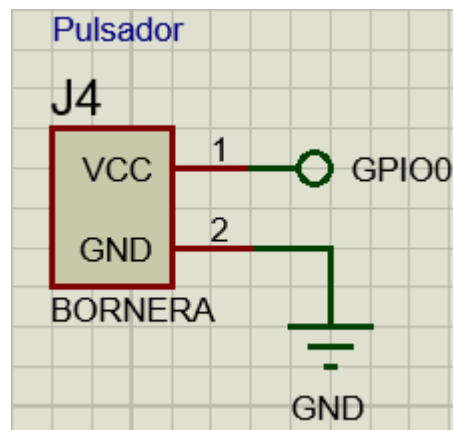


Figura 3: Diagrama de la bornera conectada al pulsador.

La comunicación entre el Pulsador y la EDU-CIAA se realizará por el pin GPIO0. Este pulsador hará uso de la resistencia de pull up interna del EDU-CIAA en el pin. La resistencia de pull up funciona de la siguiente manera: Cuando el pulsador no está presionado la tensión que pasa por el pin es de nivel alto (3.3V) y en el momento cuando se presiona el pulsador, se deriva toda la corriente a tierra (GND) ya que en ese momento es el camino de menor resistencia por lo que la tensión en el pin pasará a ser de nivel bajo (0V).

Sensor Ultrasonido HC-SR04

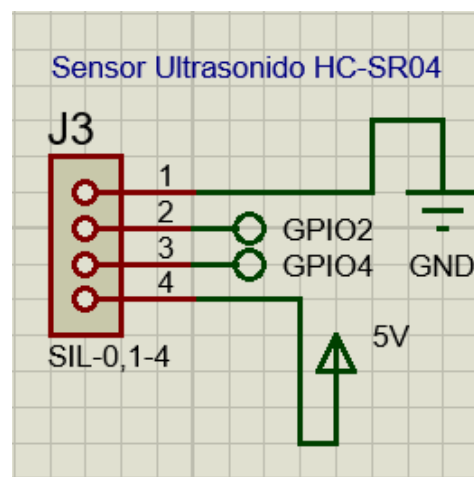


Figura 4: Diagrama del sensor ultrasónico.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

En este proyecto, el sensor será alimentado por la EDU-CIAA con una tensión de 5V. Para emitir el sonido ultrasónico, se hará una conexión entre el pin GPIO4 del EDU-CIAA al pin Trigger del sensor para controlar cuándo realizar el sensado. La respuesta del sensor es enviado por el pin Echo, que estará conectado al pin GPIO2 del EDU-CIAA.

RTC DS3231

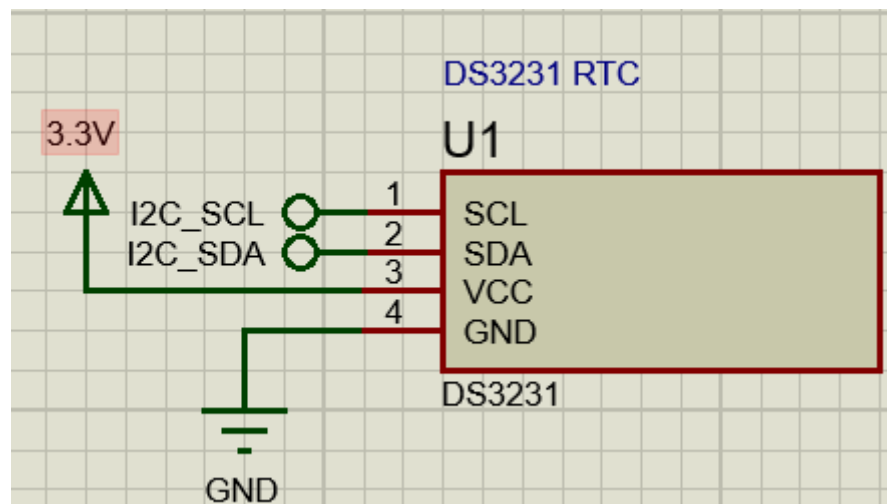


Figura 5: Diagrama del RTC.

Para conectar un DS3231 con la EDU-CIAA se requieren de 4 conexiones, una opcional para la señal de interrupción y otra opcional para una salida de referencia que puede ser utilizada para medir la precisión del reloj o para sincronizar otros dispositivos.

Los pines del DS3231 son los siguientes:

1. 32KHz – Salida de referencia de reloj.
2. SQW – Salida de interrupción o señal de reloj.
3. SCL – Señal de reloj del bus I2C.
4. SDA – Señal de datos del bus I2C.
5. VCC – Alimentación de 3.3V del módulo.
6. GND – Tierra o común.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

ESP-01

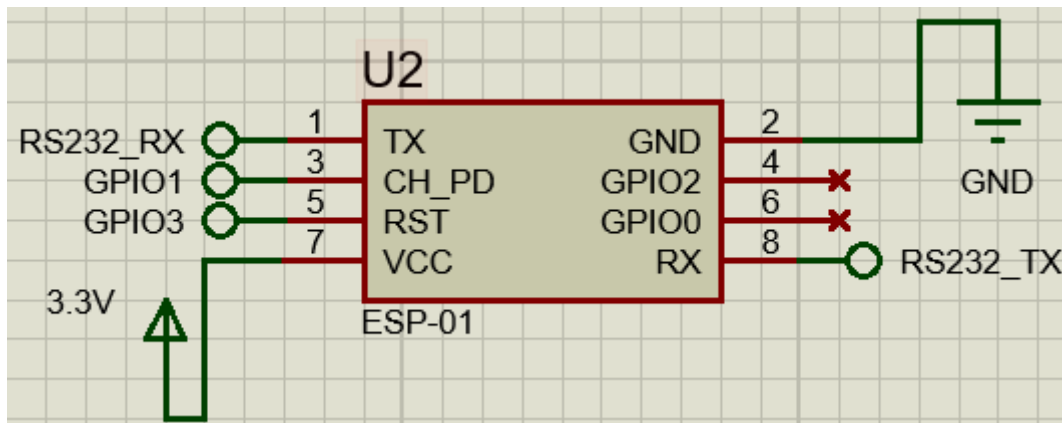


Figura 6: Diagrama del ESP-01.

El módulo ESP-01 está basado en el SoC(System on Chip) ESP8266. Es alimentado por la EDU-CIAA a 3.3V.

El ESP-01 tiene 8 pines:

1. TXD: Pin por donde se van a transmitir los datos del puerto serie.
2. GND: Tierra.
3. CH_PD: Pin para apagar y encender el ESP-01. Si lo ponemos a 0 V (Nivel bajo) se apaga, y a 3,3 V (Nivel alto) se enciende.
4. GPIO2: Pin de entrada-salida de propósito general.
5. RST: Pin para reiniciar el ESP-01. Si lo ponemos a 0 V, se reinicia.
6. GPIO0: Pin de entrada-salida de propósito general.
7. VCC: Pin de alimentación del ESP-01. Funciona a 3,3 V y admite un máximo de 3,6 V.
8. RXD: Pin por donde se van a recibir los datos del puerto serie.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

LED

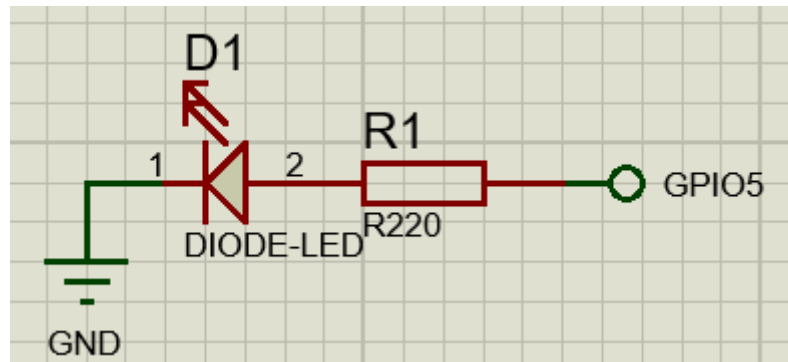


Figura 7: Diagrama de los conectores.

Se hará uso de un LED para indicar el estado de la conexión a Internet. El LED se encenderá para indicar que la EDU-CIAA está conectada a Internet, y se apagará cuando no haya conexión.

El LED estará conectado al pin GPIO5 con una resistencia de 220Ω con las siguientes condiciones: la corriente que pasará por el LED será de aproximadamente de 10 mA y la tensión entre los bornes del LED será de aproximadamente 2.2V.

Alimentación del sistema

Las formas para alimentar la EDU-CIAA son las siguientes:

- Una fuente de alimentación externa a 5V.
- Puerto USB dedicado para la alimentación.

La alimentación por medio del puerto USB otorga a la placa una tensión de 3.3V y otra tensión de 5V, pero tiene ciertas restricciones: la corriente máxima otorgada por este medio son de 500 mA, y además hay un fusible en ambos conectores tanto para 3.3V y 5V. Por lo tanto hay cuatro fusibles en total y el máximo de corriente que puede tolerar cada fusible es de 300 mA.

Para asegurarnos que sea posible alimentar el sistema por el puerto USB, es necesario realizar un cálculo aproximado de la corriente necesaria para la alimentación.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

En conector J1:

Dispositivo	Consumo de corriente
Sensor Ultrasonido HC-SR04	15 mA
Pulsador	50 mA
LED	10 mA
Total J1	75 mA

En conector J2:

Conector	Consumo de corriente
RTC DS3231	200 uA
Modulo ESP-01	226 mA
Total J2	226.2 mA

Total de consumo:

Conector	Consumo de corriente
J1	75 mA
J2	226.2 mA
Total	301.2 mA



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

PCB

En base a lo explicado en la sección del esquemático, se procede a realizar el PCB. Los componentes de PCB en Proteus se miden en milímetros (mm), pulgadas (in) y miles o thou (th). Para evitar confusiones en las medidas que se mostrarán más adelante, a continuación se presenta una tabla con las unidades de medida del sistema anglosajón de unidades y su equivalencia a milímetros.

Tabla 1. Unidades de medida anglosajona y su valor en milímetros.

Unidad	valor en mm
1 in	25,4 mm
1 th	0,0254 mm

Para este proyecto se diseñaron componentes de PCB:

Vías

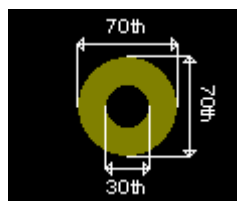


Figura 8: Diagrama la vía “V70X30”

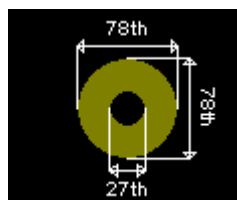


Figura 8: Diagrama la vía “V78X27”

Las vías son usadas por los puentes para conectar sus extremos. En un principio, se usaron las vías “V70x30” en los puentes, luego fueron reemplazadas por la vía “V78x27”.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Pads

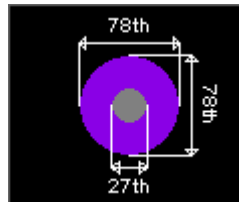


Figura 8: Diagrama del pad “M78X27”

Acorde a las sugerencias del ATEI, se implementó el pad M78X27 en todos los pines del PCB.

Reglas del diseño

- Pad - Pad: 20 th.
- Pad - Trace: 20 th.
- Graphic: 20 th
- Edge: 60 th

Pineras

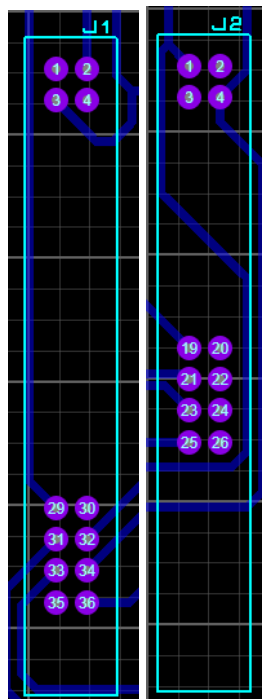


Figura 8: Diagrama las pineras en el PCB



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

La imagen anterior es una representación de las pineras (J1 y J2) en el PCB.

Pulsador

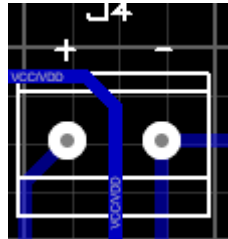


Figura 9: Diagrama de la bornera conectada al pulsador en el PCB.

El extremo positivo está conectado a GPIO2, el negativo a GND.

El diagrama del pad es de “M100X30” para un mejor agarre de la bornera, dado que esta posee unos tornillos para ajustar las conexiones, y el torque de los mismos al ajustarse puede ocasionar que se desuelda la bornera de la placa.

Sensor Ultrasonido HC-SR04

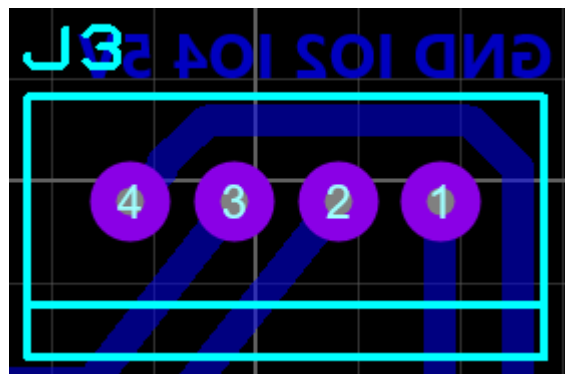


Figura 4: Diagrama del sensor ultrasónico.

Se realizó un puente para hacer una conexión del pin 1 a GND.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

RTC DS3231

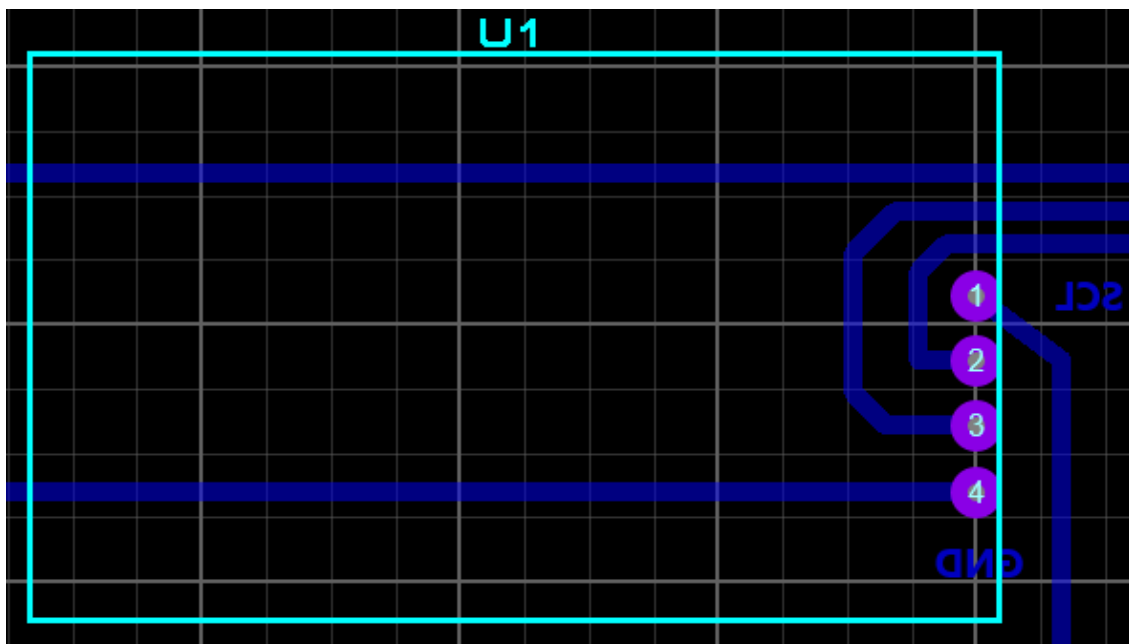


Figura 5: Diagrama del RTC.

ESP-01

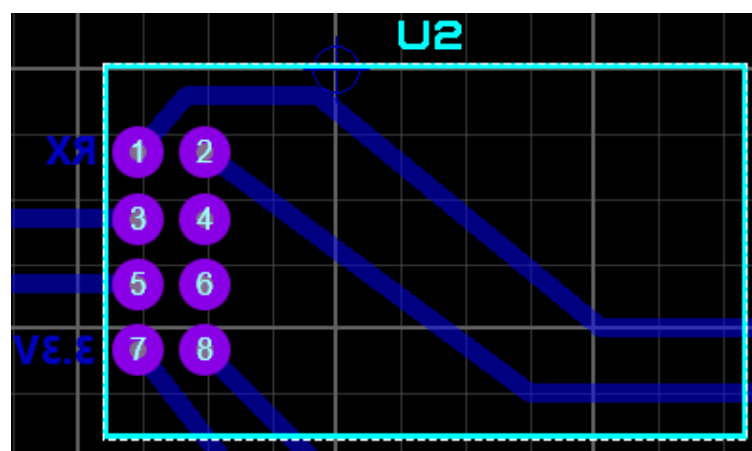


Figura 6: Diagrama del ESP-01.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Se realizó un puente para conectar el pin a GND.

LED

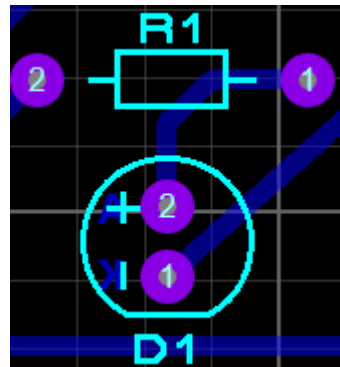


Figura 7: Diagrama del LED junto su resistencia R1.

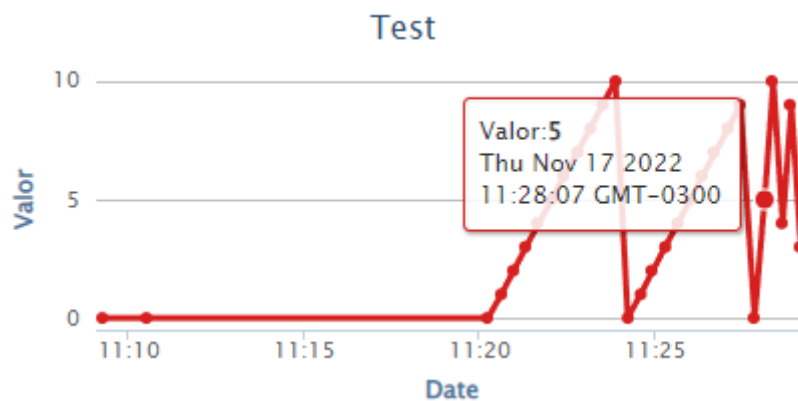
El extremo positivo está conectado a la resistencia R1, el negativo a GND.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Diseño del firmware, simulación y depuración

A la fecha del informe, se implementó la librería del sensor ultrasónico y del pulsador. Se está trabajando en la implementación de firmware para el módulo ESP01.





Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Cronograma preliminar

Diagrama de Gantt

Representa la agenda de trabajo, considerando el lapso desde que se eligió el tema hasta la entrega del informe final.

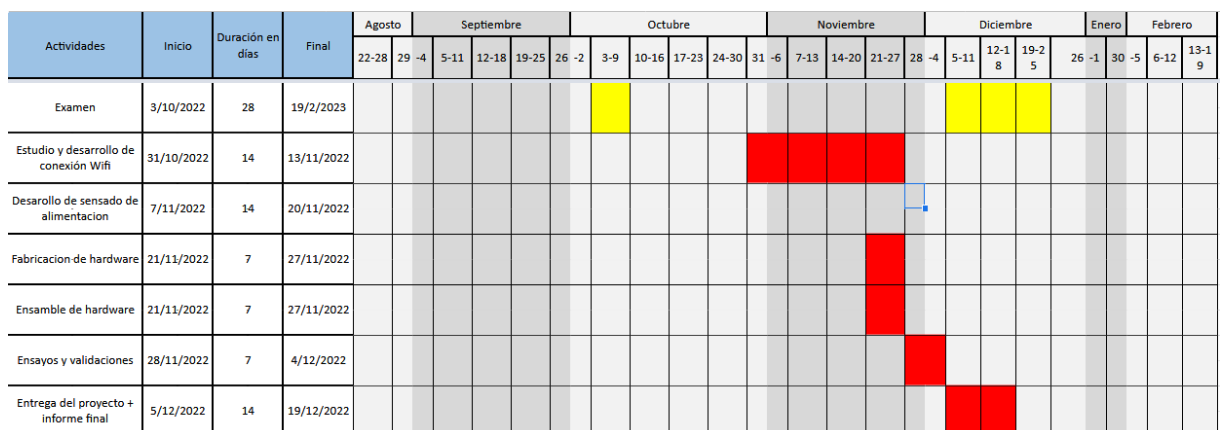
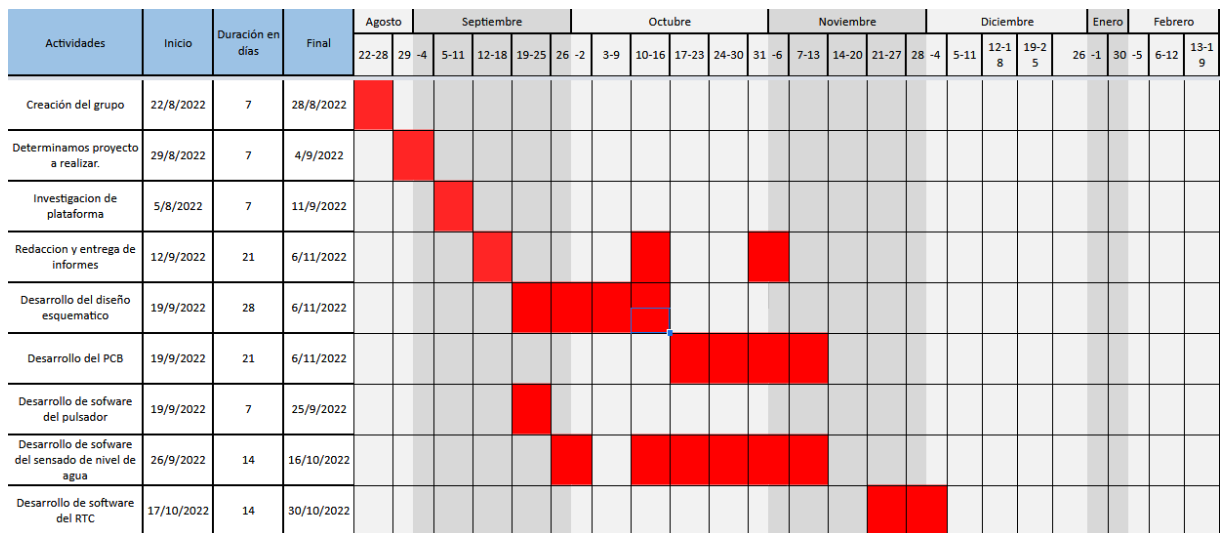


Figura 8. Diagrama de Gantt



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

División de tareas del grupo

A continuación se muestra el proyecto dividido en tareas de hardware y software junto con su respectivo encargado. Ver tabla 1.

Tabla 1. División de tareas preliminar.

Tarea	Encargado	Horas dedicadas a la tarea
Desarrollo del software del pulsador	Dehan	4
Desarrollo del software de sensado de nivel	Duarte	8
Configuración de RTC	Dehan	8
Configuración de Wifi	Duarte	8
Comunicación con la nube	Dehan	8
Diseño del circuito esquemático	Duarte	16
Diseño del PCB	Dehan	14
Redaccion de documentacion	Duarte	16
Redacción de informes	Dehan	16
Adquisición de materiales	Duarte	8
Ensayos y validaciones	Dehan y Duarte	8
Fabricación de hardware	Dehan y Duarte	8



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Bibliografía

naylampmechatronics. SENSOR ULTRASONIDO HC-SR04 (2022). Disponible en internet:

<https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>

Consultado el 3/10/2022.

naylampmechatronics. MÓDULO ESP-01 ESP8266 WIFI-SERIAL (2022). Disponible en internet:

<https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/48-modulo-esp-01-esp8266-wifi-serial.html>

Consultado el 3/10/2022.

maxim integrated. DS3231 Datasheet. Disponible en internet:

<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>

Consultado el 17/10/2022.

Elecfreaks. Ultrasonic Ranging Module HC - SR04 Datasheet. Disponible en internet:

<https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf>

Consultado el 17/10/2022.

AI Thinker. ESP-01 WiFi Module. Disponible en internet:

<https://www.microchip.ua/wireless/esp01.pdf>

Consultado el 17/10/2022.

Hernández, Luis del Valle. Guía para configurar un ESP-01, el módulo WiFi basado en ESP8266. Disponible en internet:

<https://programarfacil.com/podcast/como-configurar-esp01-wifi-esp8266/>

Consultado el 17/10/2022.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Anexos

Esquemático.

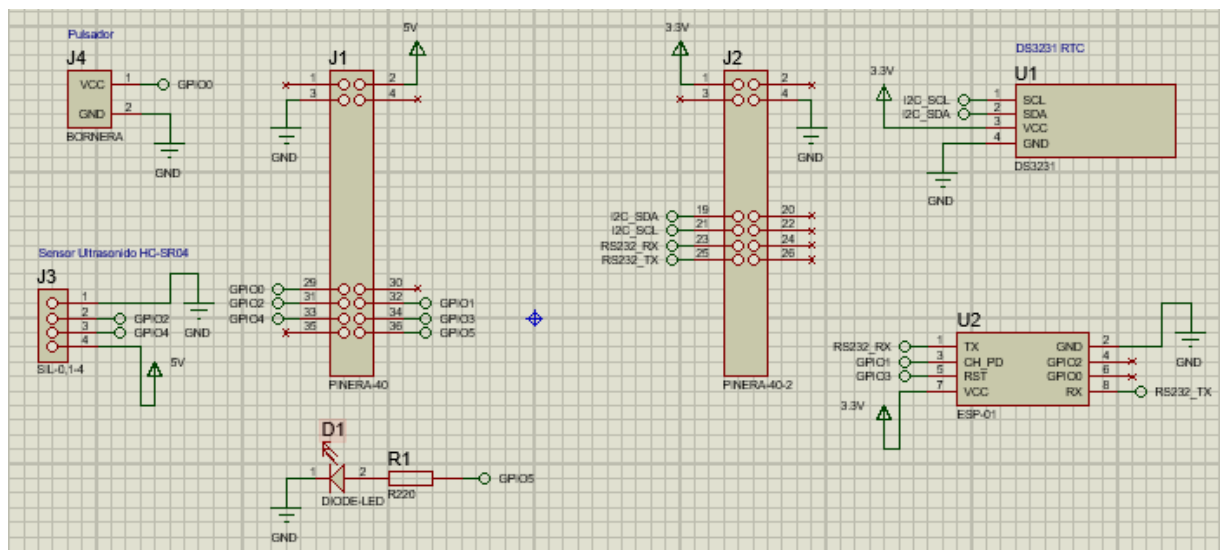


Figura A1. Esquemático completo del proyecto

Cómo funciona el sensor ultrasónico.

El funcionamiento del sensor ultrasónico consiste en emitir un sonido ultrasónico por uno de sus transductores, y esperar que el sonido rebote de algún objeto presente, el eco es captado por el segundo transductor. La distancia es proporcional al tiempo que demora en llegar el eco.

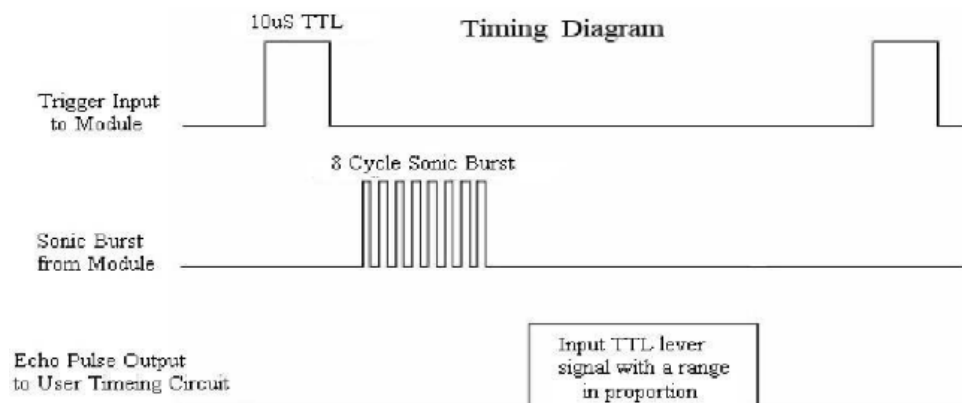


Figura A2. Diagrama de pulsos y salidas durante el sensado.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

Se necesita un pulso de 10 us por el pin Trigger para iniciar el sondeo, entonces el sensor envía una rafaga de 8 ciclos de ultrasonido a 40kHz y coloca la salida del pin Echo en alto. Esta salida se mantendrá en alto hasta que se reciba un eco debido al rebote del sonido con algún objeto.

Cómo funciona un RTC

Un reloj de tiempo real (RTC) es un dispositivo electrónico que permite obtener mediciones de tiempo en las unidades temporales que empleamos de forma cotidiana. El DS3231 utiliza el protocolo I2C para la comunicación entre el reloj y la placa dado que la EDU-CIAA tiene pines definidos para una comunicación por medio de I2C.



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

PCB

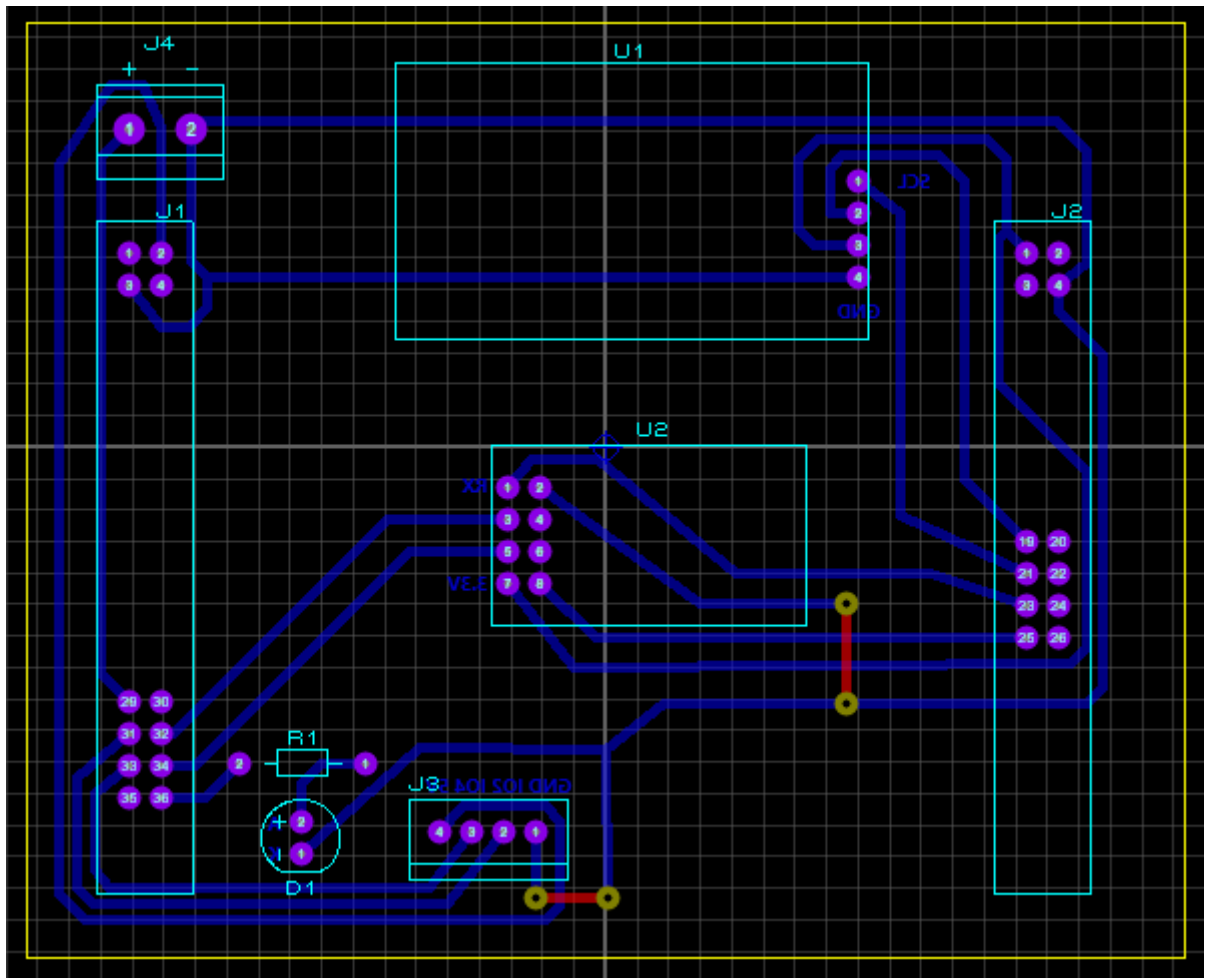


Figura A3. Diagrama del PCB completo en la vista “PCB Layout”



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

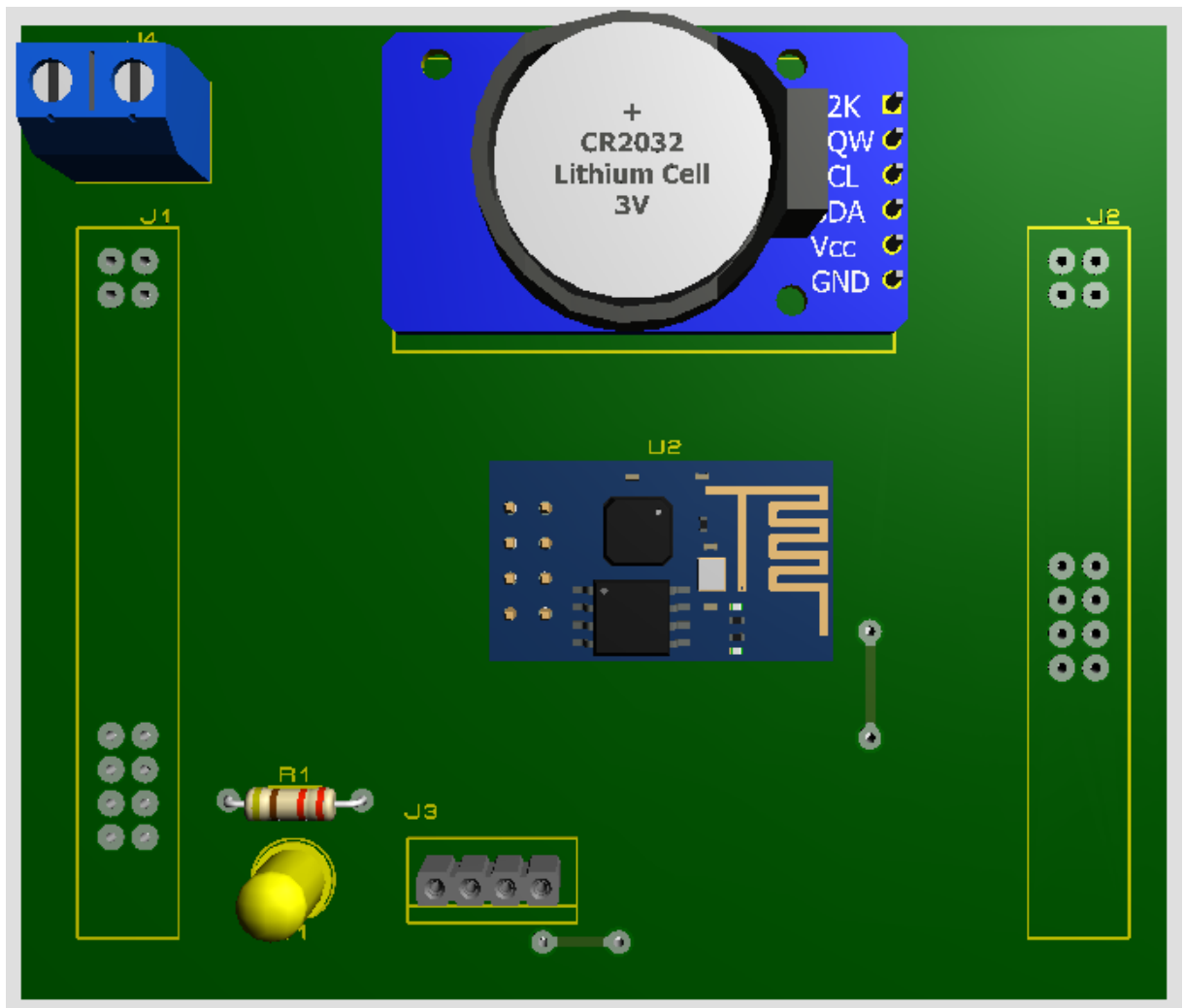


Figura A4. Diagrama del frente del PCB completo en la vista “3D Visualizer”



Departamento de electrónica - Taller de proyecto I

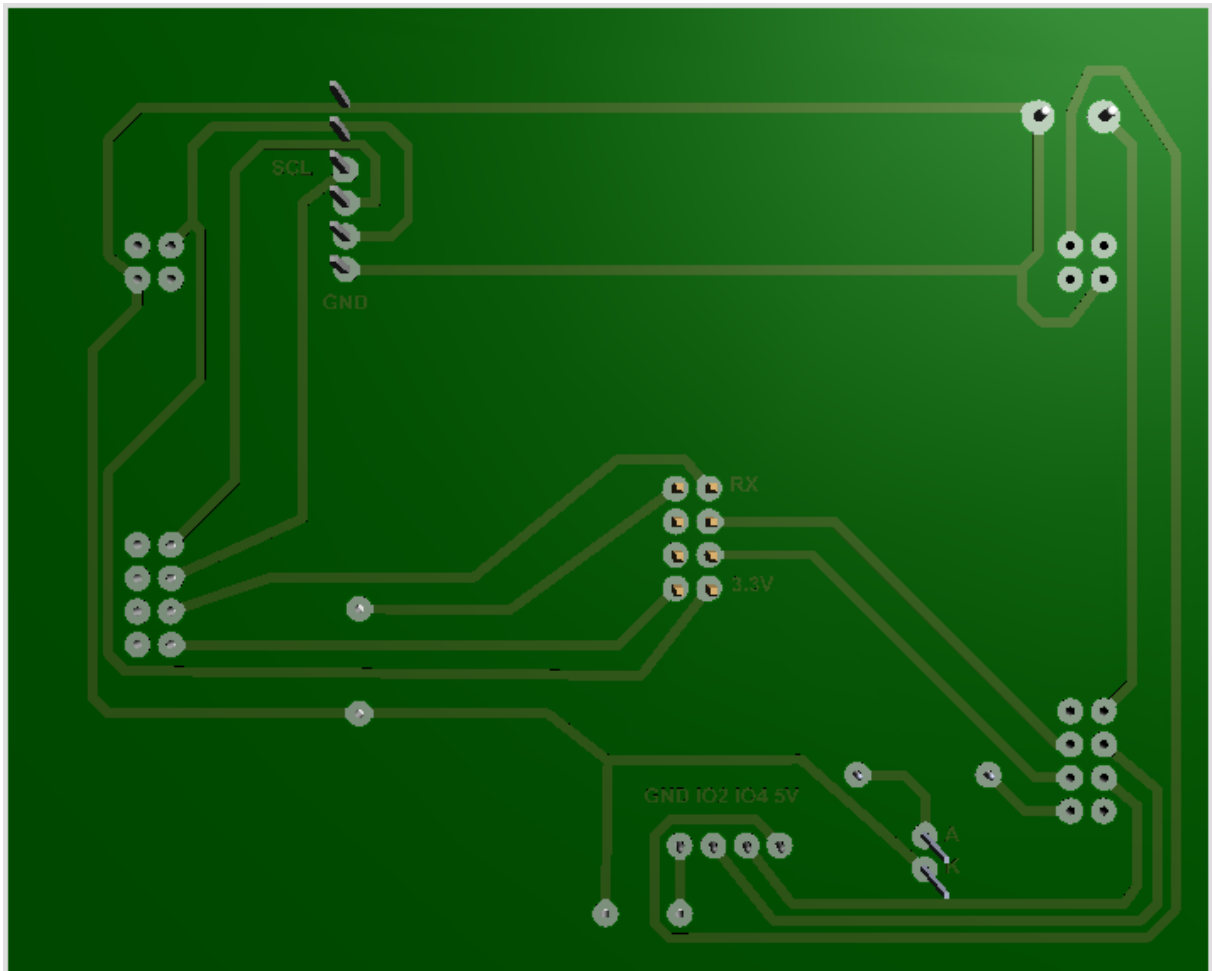


Figura A4. Diagrama del dorso del PCB completo en la vista “3D Visualizer”

Se observa que dos de los pines del RTC atraviesan por las tramas del PCB, pero durante la impresión del PCB se removerán esos dos pines ya que no se usan en el prototipo.