

## Riego Automático en plantas del hogar.

Interfaz de usuario basada en Display LCD y teclado matricial para configuración del sistema y visualización de riego. Reloj. Sensor de humedad de superficie y bomba de dosificación de agua.

---



## NOTA PROY 8

Grupo 8

Integrantes: Ailigo Oriana  
Tolaba Yanina  
Aguilar Sergio

## **1- Introducción**

La problemática que versa en este proyecto, se enfoca en la poca disponibilidad que tienen las personas para mantener hidratados los cultivos o jardines domésticos, es decir, evitar que sufran deterioro por falta de hidratación. Conscientes de que a muchas personas, les agrada el hecho de realizar sus propios cultivos, con plantas ornamentales en jardines o crear huertos para la siembra de hortalizas, esto permite que las personas bajen el nivel de stress y consigan mejorar la salud. Sin embargo, el mantenimiento se torna un problema cuando de regar las plantas se trata, hay quienes deciden contratar personas para el cuidado de sus jardines, otros, ceden tiempo para cuidar sus cultivos, pero no mantienen constancia y termina fallando el control y cuidado de los mismos. A continuación se destacan los siguientes factores a considerar en el mantenimiento de las plantas: Uno de ellos es el tiempo, la cantidad de agua que se debe suministrar, entre otros. Otro factor importante, es el calentamiento global que está provocando la disminución de la masa de hielo de los glaciares que tiene como consecuencia escasez del agua, según el informe sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo proporcionado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, se observa que un aproximado del 70% del agua es utilizada para el riego, basado en estas cifras, se hace esencial hacer un uso eficiente de agua mediante riegos tecnificados.

Vivimos en un mundo globalizado, en constante desarrollo y evolución, y en donde la tecnología no es ajena a este fenómeno, por el contrario está a la vanguardia en innovación, los retos que se nos presenta a los ingenieros hoy en día son precisamente ese; buscar estrategias que nos permitan articular la tecnología con los diferentes campos de acción como por ejemplo la agronomía, industria , entre otras; para nuestro caso es de vital importancia mejorar la productividad del riego de plantas en el hogar.

Si bien en el mercado se encuentran sistemas similares a mayor escala y con varias funcionalidades como por ejemplo, sensor de temperatura, medición del PH , medición de lluvias, además de los distintos tipos de riego para cada planta o cultivo, etc. nuestro proyecto se basa en lo siguiente:

En el presente trabajo abordaremos un sistema de riego automático que combina soluciones de hardware y software libres, para medir la humedad de la tierra, cuyos objetivos principales serán: Por una parte, disminuir los costos de implementación del sistema, dado que solo está *pensado para el hogar*, donde el terreno y las plantas tienen una limitación considerable y no para la industria. Por otra parte, mejorar la calidad del trabajo del usuario, dando lugar a su vez, a un aumento considerable de seguridad, confort y ahorro energético. Para ello se utilizará un microcontrolador, capaz de realizar todo el proceso de monitorización de tal manera que mida el nivel de humedad en el suelo, en el cual a través de una bomba dosificadora de agua, liberara de una manera precisa la cantidad de agua requerida y distribuirla de manera uniforme. Por último, el estado actual del sistema, incluyendo los datos obtenidos serán visibles para el usuario a través de un display LCD.

**Algunas ideas para nuestro proyecto propuesto son las siguientes:**

- Realizar un suministro de agua mezclado con fertilizante.
- Enviar un mensaje al celular del usuario, informando que finalizó el riego de la planta.
- Enviar los datos medidos a una aplicación en tiempo real, de forma tal que el usuario pueda visualizar, estando lejos de sus plantas.
- Realizar gráficos de tiempo y humedad.
- Realizar una alarma que avise que se acabó el agua del tanque.
- Personalizar para cada planta diferentes tipos de riego.
- Modo bajo consumo: El riego se desconectará cuando llueva o si el terreno está lo suficientemente húmedo.
- Configurar el tipo de riego de acuerdo el clima y estación de año.
- Agregar una serie de sensores que nos informen de las condiciones lumínicas.

## **2-Objetivos del proyecto**

El objetivo general de este proyecto es combinar soluciones de hardware y software libres para desarrollar un sistema autónomo de riego. Este gestionará el monitoreo y control de una planta para mejorar la vida de la misma y permitirle al usuario mayor comodidad, sin que esté pendiente del cuidado de esta.

### **Objetivos primarios**

- Incorporar al sistema un sensor capaz de medir la humedad del suelo.
- Incorporar al sistema una interfaz mediante un teclado matricial y display LCD que le permita al usuario interactuar con el sistema.
- Desarrollar un código para el microcontrolador capaz de tratar las señales adquiridas tanto analógicas como digitales.

- Diseñar y desarrollar un programa de control, el cual muestre el nivel de humedad en tiempo real y la hora.
- Elaborar un presupuesto que permita implementar el proyecto. Tratando de disminuir los costos del mismo.
- Realizar distintas pruebas para detectar posibles errores.
- Terminar el trabajo en tiempo y en forma, ya sea a fines de diciembre o las últimas 2 semanas de febrero.

### Objetivos secundarios

- Realizar un suministro de agua mezclado con fertilizante.
- Enviar un mensaje al celular del usuario informando que finalizó el riego de la planta.
- Enviar los datos medidos a una aplicación en tiempo real, de forma tal que el usuario pueda visualizar, estando lejos de sus plantas.
- Realizar gráficos de tiempo y humedad.
- Realizar una alarma que avise que se acabó el agua del tanque.
- Personalizar para cada planta diferentes tipos de riego.
- Modo de bajo consumo: Se desconectara el riego cuando llueva o si el terreno está lo suficientemente húmedo.
- Configurar el tipo de riego de acuerdo al clima y estación del año.
- Agregar una serie de sensores que nos informen de las condiciones lumínicas.
- Realizar la opción de elegir el horario de riego por defecto, mañana o noche.
- Realizar la opción de personalizar la hora de riego. De modo que el usuario pueda elegir un horario para regar su planta.

### 3-Análisis de requerimientos: Requerimientos no funcionales

- No hay una comunicación con otros sistemas o servidores.
- No posee un historial de riego.
- El caudal de agua de la bomba dosificadora es limitado.
- El sensor de humedad cubre un área limitada.
- Visualización limitada para el usuario (display 16x2).
- El lenguaje de programación a utilizar es C.
- Este sistema no debe provocar que el riego se active en momentos no óptimos como por ejemplo, mediodía.
- Hacer un poncho para la EDUCIAA: El tamaño del poncho debe ser menor o igual al tamaño de la placa.
- Plazo de entrega del proyecto: El trabajo debe terminarse en términos de tiempo, a fines de diciembre o las últimas 2 semanas de febrero.

## Requerimientos funcionales

- Encender el sistema: Como usuario quiero iniciar el sistema de riego a través de un botón del teclado.
- Apagar el sistema: Como usuario quiero desactivar el sistema de riego.
- Visualizar valores fijos de humedad: Como usuario quiero visualizar en el display los valores fijos de humedad del sistema para informarme.
- Visualizar horario de riego: Como usuario quiero visualizar en el display el turno que elegí (morning o night).
- Visualizar hora actual: Como usuario quiero visualizar en el display la hora actual del sistema.
- Visualizar frecuencia de riego seleccionada: Como usuario quiero visualizar en el display con qué frecuencia se riega la planta (1 once a day, B: 2 per week, C: 1 per week) para informarme si regó o no.
- Modificar valores fijos de humedad: Como usuario quiero modificar los valores de humedad del sistema para personalizar la humedad que necesite mi planta.
- Modificar horario de riego: Como usuario quiero personalizar la hora para regar mi planta en el horario que decidí.
- Modificar hora del sistema: Como usuario quiero personalizar la hora del sistema para establecer el horario actual de mi país.
- Usar teclado: Como usuario quiero presionar los botones del teclado para interactuar con el sistema. Los Botones son los siguientes: A, B, C, D y #.

## 4- Diseño de Hardware:

### Estructura del sistema

Como se comentó con anterioridad (sección 2-Objetivos del proyecto, página 3), el proyecto se compone de dos partes, Hardware y Software. La parte de Hardware está formado por el nodo principal que incluirá el microcontrolador EDU-CIAA, el poncho para la EDU-CIAA, el sensor de humedad, el display LCD, bomba dosificadora de agua y por último el teclado matricial. A continuación se puede ver un esquema de lo dicho anteriormente:

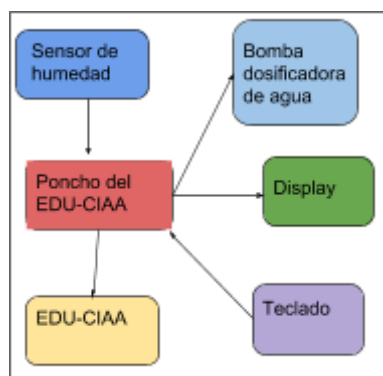


Figura 1: Diagrama en bloques del sistema de riego.

## **Poncho EDU-CIAA**

Formado por la placa EDU-CIAA y el sensor FC-28. Este conjunto será el encargado de recoger los datos del sistema, procesarlos y actuar en consecuencia. Se instalará cerca de la maceta una caja preparada donde solo tendremos accesible el teclado y el display para el ajuste de la humedad a través de los comandos correspondiente para controlar y monitorear.

- Encendido y apagado del circuito.
- Lectura de Humedad en el suelo (FC-28).
- Envío de datos a través del puerto serie.

Su diagrama en bloques es el siguiente:

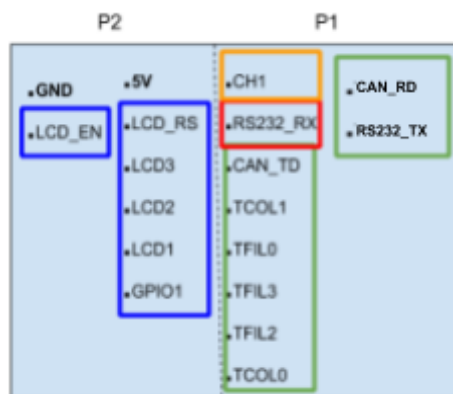


Figura 2: Diagrama en bloque del Poncho EDU-CIAA.

Como se puede observar en la figura 2, el Poncho será el intermediario entre la EDU-CIAA y los siguientes módulos: Display LCD (borde azul), teclado matricial (borde verde) 4x4, bomba dosificadora de agua (borde rojo) y sensor de humedad (borde naranja).

## **Display LCD y Teclado**

Será la forma que tiene el usuario de comunicarse con el sistema. Este podrá mostrar el porcentaje de humedad de la planta al usuario, además de la selección de modos de riego que viene configurado en el sistema. Incluyendo horas de riego, y si el sistema se encuentra encendido o apagado, entre otras, que se explicarán más adelante de forma más detallada (sección 5-Diseño de software , página 14).

La pantalla del display LCD es STN, Reflective, azul negativo con formato de presentación de carácter 16x2 (color de caracter, blanco). Su interfaz es de 4-bit 8-bit de interfaz paralelo.

El esquema de conducción es 1/16 ciclo de trabajo, 1/5 Bias, cuyo voltaje de tensión es de 5 V.

Nota: Las resistencias Pull-Up solo se pueden activar por software, al activarlas no se precisa de un algoritmo para detectar el ruido por efecto rebote, luego de presionar una tecla. Entonces cuando el interruptor está abierto la corriente va desde la fuente de alimentación

hacia la tensión de salida generando un valor lógico HIGH y cuando el interruptor está cerrado la corriente se dirige hacia tierra ( GND ).

Para el display LCD se implementó el siguiente circuito:

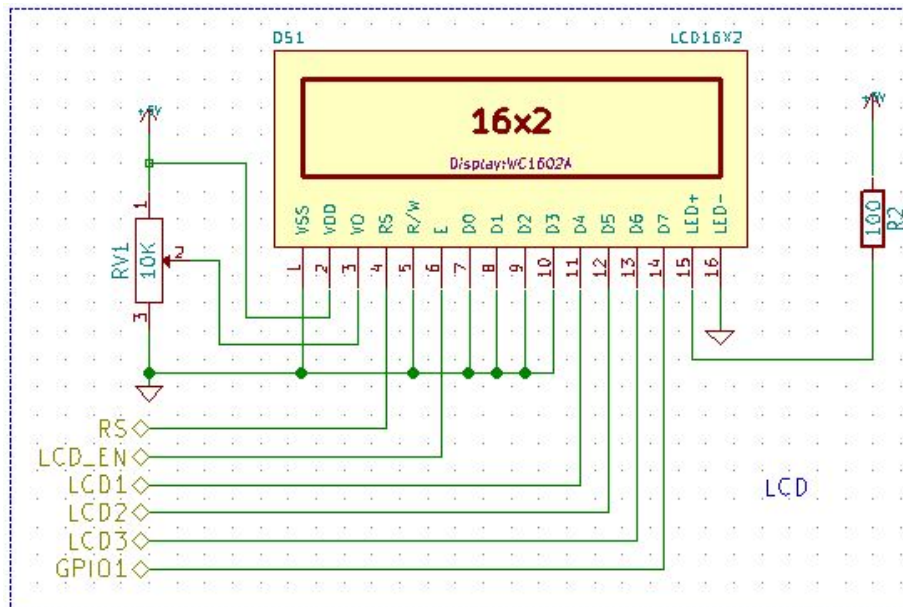


Figura 3: Circuito esquemático del display lcd.

Para el teclado matricial, se realizó el siguiente circuito:

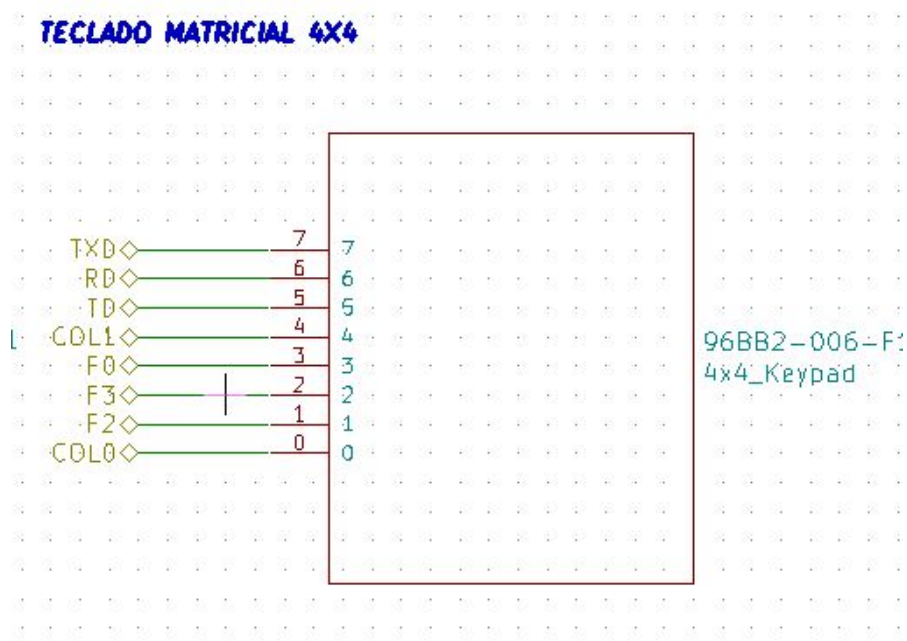


Figura 4: Circuito esquemático del teclado.

## Sensor de humedad

Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo FC-28, haciendo pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo, la cual depende mucho de la humedad. Por lo tanto al aumentar la humedad, la corriente crece y al bajar, la corriente disminuye.

El principio de funcionamiento es el siguiente: Poseen 2 placas de cobre separadas, en las cuales se registran la humedad en el suelo por medio de un pequeño voltaje que hay de una placa a otra, si está detecta una resistencia igual a cero indica que el suelo está húmedo, en caso contrario si la resistencia es muy grande indica que el suelo está seco.

Utilizaremos la EDU-CIAA que posee un comparador analogico y un ADC para conectar el sensor FC-28, por la cual pasa una corriente que dependerá de la resistencia generada por el suelo, mencionado anteriormente. Esto nos brinda la capacidad de medir la humedad. y obtener los datos que va censando.

Resolución de la medición:

$$\Delta = 5\text{v} / 1023 = 0.0048\text{V} \text{ o } 4.88 \text{ mV}$$

Donde 1023 es debido a que se tiene 10 bits para representar los valores del sensor y 5v tensión de referencia.

### **Especificaciones:**

Especificación	
Fuente de alimentación:	3.3V o 5V
Voltaje de salida	0 ~ 4.2v
Corriente	35mA

Para el sensor de humedad, se realizó el siguiente circuito:

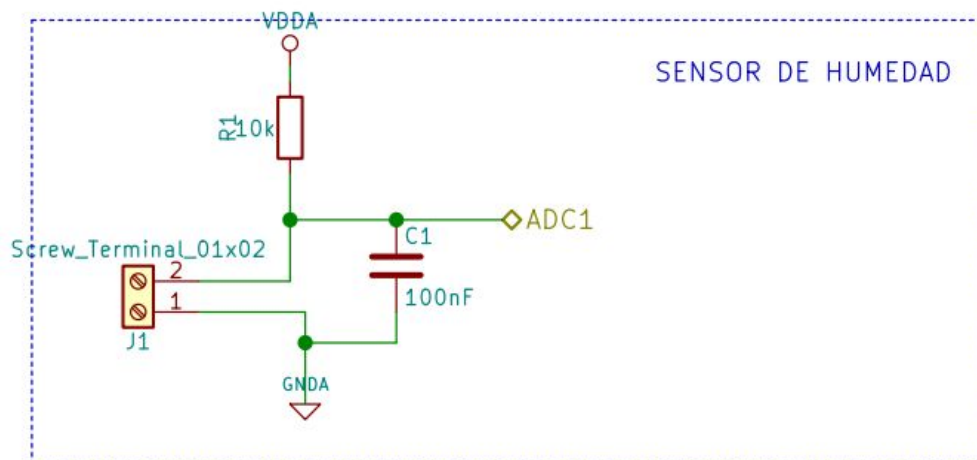


Figura 5: Circuito esquemático del sensor de humedad.



## **Bomba dosificadora de agua**

Para la bomba dosificadora de agua sumergible utilizamos un motor DC 3v a 6v conectada a una fuente externa que alimentara a este y a la EDU-CIAA.

El siguiente [link](#) muestra cómo se realiza la bomba dosificadora de agua de forma casera, si se requiere ahorrar costos:

[https://www.youtube.com/watch?v=AZyxc4ZA\\_VM](https://www.youtube.com/watch?v=AZyxc4ZA_VM)

El control del motor se implementa a través de un transistor, el cual actúa como llave cuando la señal entra del pin RXD. Cuando está en alto, el transistor cierra el circuito y el motor comienza a girar cerca de su máxima velocidad de rotación. Por otro lado, para ir variando el caudal de agua suministrado se conmutará la “llave” en determinados intervalos de tiempo. En la siguiente imagen se detalla el esquemático del motor DC realizado en kicad:

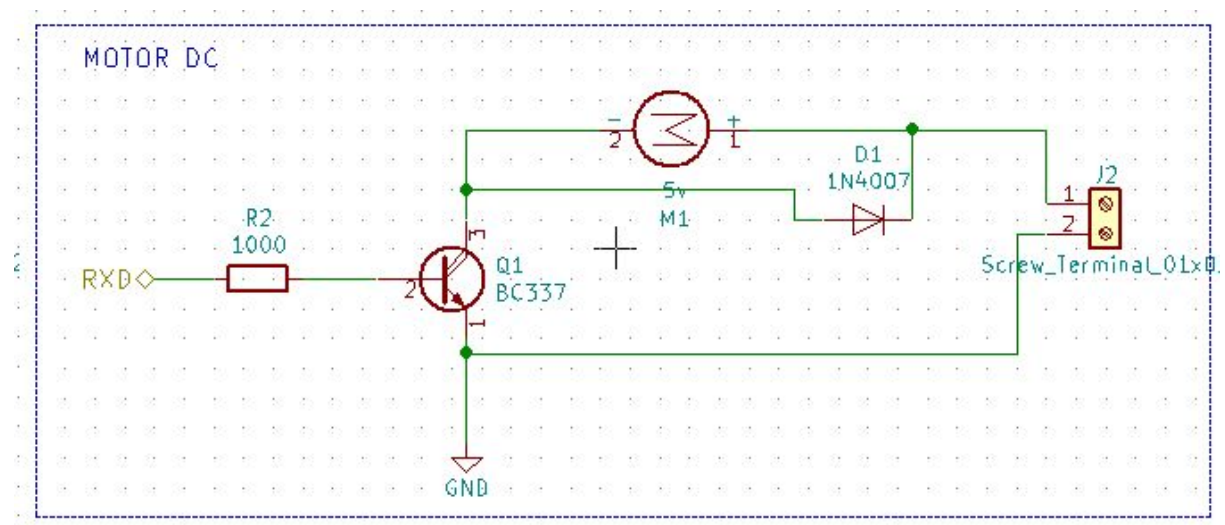


Figura 6: Circuito esquemático del motor DC

## **Potenciómetro**

Es una resistencia variable (con cursor y tres terminales). Limita el paso de la corriente eléctrica y se puede variar gracias al cursor. Utilizaremos este potenciómetro para determinar el nivel de luminosidad del display(contraste) .

Características:

- Ángulo de rotación 300°
- Resistencia 10kΩ
- Tolerancia 20%
- Voltaje máximo 150V AC
- Consumo 0.08W

**Nota:** para más información del diseño esquemático ver anexo A. Y para más información sobre las especificaciones eléctricas, ver anexo B.

## Sistema de control automatizado

En la figura 7 se detalla el funcionamiento del sistema de riego, el cual comienza ingresando valores fijos de humedad para una determinada planta, luego pasará a la etapa de control donde activará la mini bomba de agua. Por último, pasará a la maceta y tomará una decisión si tiene que seguir regando o no, según el resultado obtenido en la etapa de sensado. Al finalizar cada riego, se informará la humedad actual.

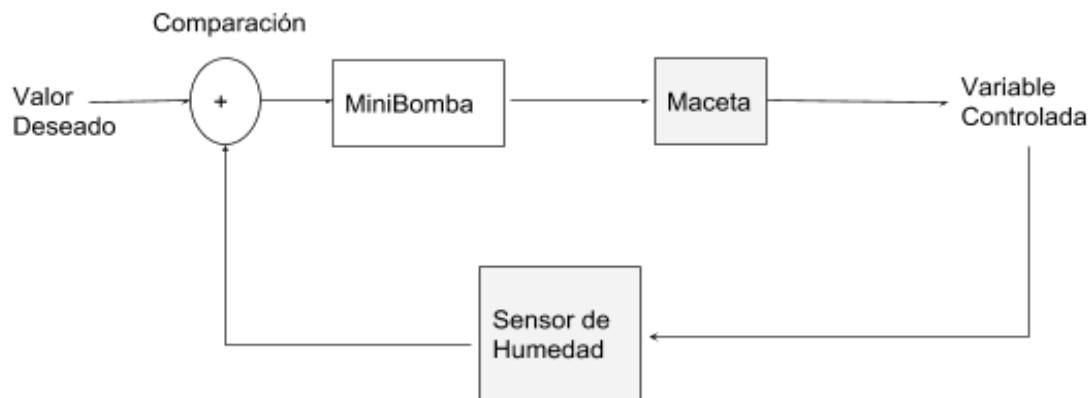


Figura 7: Sistema de control de lazo cerrado.

### **Descripción de cada bloque**

- Valor deseado: el usuario ingresa por teclado una única vez los valores de humedad.
- Mini Bomba: suministra la cantidad de agua a colocar en el sistema a controlar.
- Maceta: es el sistema a controlar, en nuestro caso, la planta.
- Variable controlada: se visualiza en el display el porcentaje actual de humedad de la planta.
- Sensor de humedad: sensa el valor actual de humedad de la maceta.

## PONCHO

### **Esquemáticos e interfaces eléctricas**

En base al análisis de requerimientos realizado en etapas anteriores (sección 3-Análisis de requerimientos, página 4), una vez que se obtuvieron los resultados y se eligieron los componentes a utilizar con las medidas y distancias entre pines, se pasó al diseño. El poncho fue diseñado en KiCad de licencia libre, integrando los 4 módulos previamente mostrados:

1. Módulo de Bomba sumergible en agua
2. Módulo de Sensor de humedad
3. Módulo de Display LCD
4. Módulo de Teclado

#### **• Módulo de Bomba sumergible en agua:**

Encargado de darle un suministro adecuado de humedad a la planta. El poncho cuenta con 2 borneras, ambas ubicadas en la parte superior derecha que son las encargadas de conectar el motor con la EDU-CIAA (los pines utilizados en esta son RXD y un GND) y de administrarle la energía suficiente para que esta pueda funcionar de manera correcta. La bomba funciona

con 5v, sin embargo puede llegar a funcionar hasta con 6v. En el firmware para activar la bomba seteamos la entrada con un 1 lógico.

Nota: la misma alimentación externa utilizada para este módulo es usada al mismo tiempo para alimentar a la EDU-CIAA con 5v.

- **Módulo de sensor de humedad:**

El sensor de humedad es analogico, y como se ve en la explicación anterior, su circuito es muy simple. Se colocó una bornera con tornillos en el margen izquierdo de la placa (junto a las pineras macho que conectan al poncho con la EDU-CIAA) junto con una resistencia de 10k y un capacitor de 100 nF. Los pines utilizados en la EDU-CIAA para este módulo son el pin ADC1 y un GND analogico.

- **Módulo de display LCD:**

Es el encargado de darle la interfaz al usuario. Para la conexión de este módulo, se optó por utilizar un conector de 1x16 macho que se encuentra en el margen superior del poncho. Los pines utilizados en la EDU-CIAA para este módulo fueron los siguientes: LCD: LCD3, LCD2, LCD1, GPIO1, LCD\_RS, LCD\_EN.

- **Módulo del teclado:**

Al igual que el módulo display, forma parte de la interfaz al usuario. En este módulo para su conexión, se colocó un conector hembra de 8 pines. Los pines utilizados en la EDU-CIA son los siguientes: TD, RD, TXD, COL1, F0, F3, F2 y COL0. Por último, se esquematizan en la Figura 8 las interfaces eléctricas del dispositivo. En ella, puede observarse las diversas conexiones de los módulos mencionados.

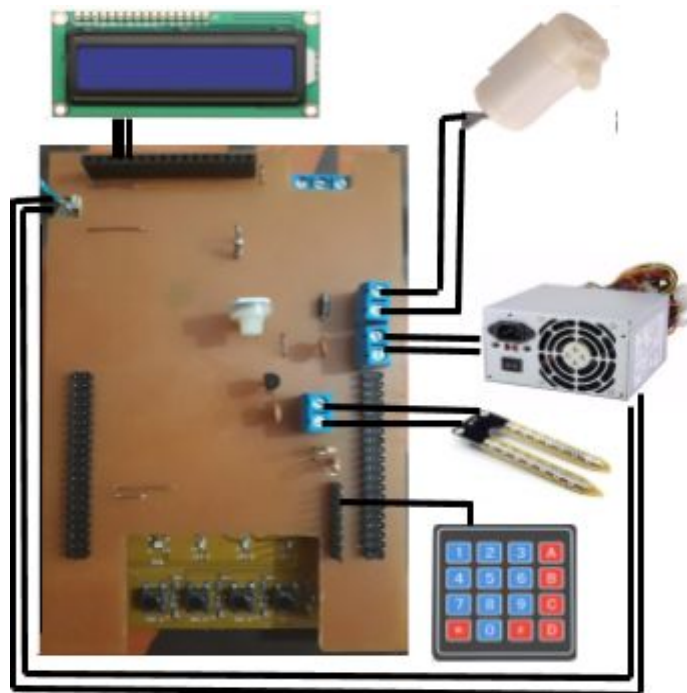


Figura 8. interfaces eléctricas del dispositivo.

### **Criterios de diseño**

Luego de la etapa del diseño del esquemático, procedimos a diseñar el layout. Como restricción principal del poncho se establecieron las medidas exteriores de la EDU-CIAA cuyas medidas son 8,8 x 14,0 cm.

Dado que el método de fabricación elegido es manual, se limitó a uno la cantidad de caras de cobre a utilizar, y se utilizó una placa de pertinax facilitando así el desarrollo, el mecanizado y perforado. Dimensiones: 8,5 x 13,7 cm.

Por otro lado, para solucionar los problemas de superposición de pistas y ante la imposibilidad de utilizar una segunda capa de cobre, se decidió utilizar puentes o jumpers.

#### **Consideraciones a tener en cuenta:**

1. Posicionar los capacitores cerca de la fuente de alimentación.
2. Ancho de la pista (1mm).
3. Separación entre vías (mayor a 1mm).
4. Diámetro de los pads (2 mm) exceptuando los de las borneras con tornillos que poseen 3 mm.
5. Tamaño de los orificios en pads 0,7 mm.
6. Los componentes se posicionan en la capa superior.
7. Usamos THT para todos los componentes.

A continuación se describen los módulos, sus pines asignados y organización en el layout.

### **Módulo Teclado**

Dado que, el teclado se encuentra en el mismo panel de interfaz de usuario que el LCD, se dispone un conector hembra de 8 pines para conectarlo. Se utilizan los pines que provee la SAPI para un teclado matricial (mencionados anteriormente). A continuación, se muestra el mismo en la Figura 9.

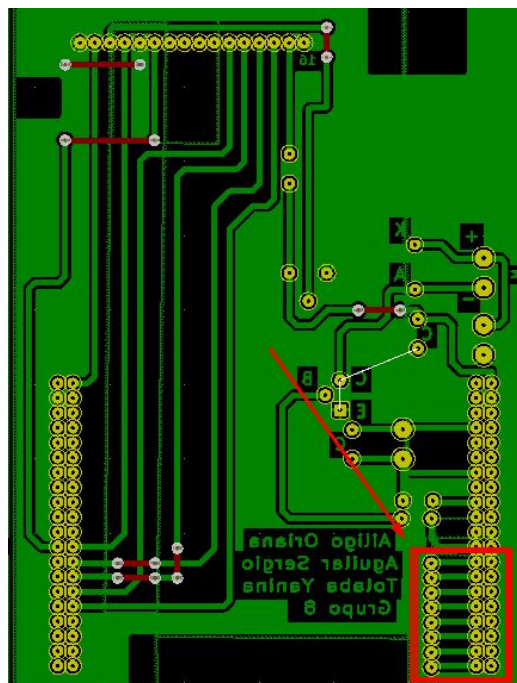


Figura 9: Área del poncho destinada al módulo teclado.

### **Módulo Display**

Se esquematiza y resalta en la Figura 10, el área del poncho destinada a las conexiones del display LCD. Se utiliza un conector hembra de 1x16 para conectar el dispositivo. Los pines que se utilizaron fueron mencionados anteriormente.

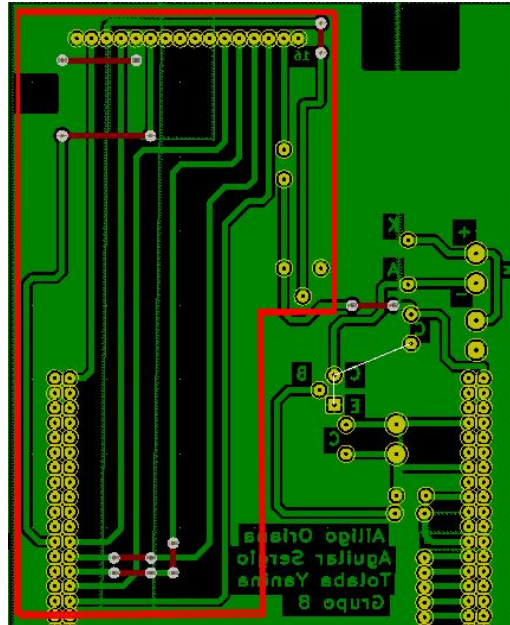


Figura 10: Área del poncho destinada al módulo del display LCD.

### **Módulo Sensores de Humedad:**

En cuanto a este módulo, el cual se esquematiza en la Figura 11, se tuvo en cuenta que se colocó los conectores de las borneras hacia afuera para facilitar el acceso y conexión.

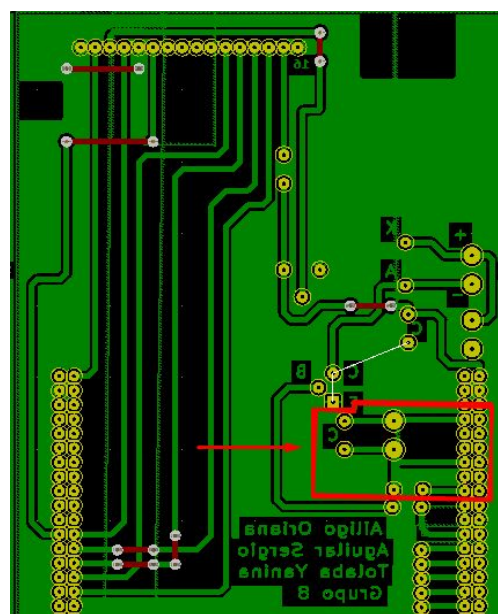


Figura 11: Área del poncho destinada al módulo del sensor de humedad.

### **Modulo bomba de agua**

Se esquematiza y resalta en la figura 12 el área correspondiente al módulo de la bomba. Se optó por colocar las borneras con tornillos en los márgenes del poncho hacia afuera para un fácil acceso y manejo de los cables.

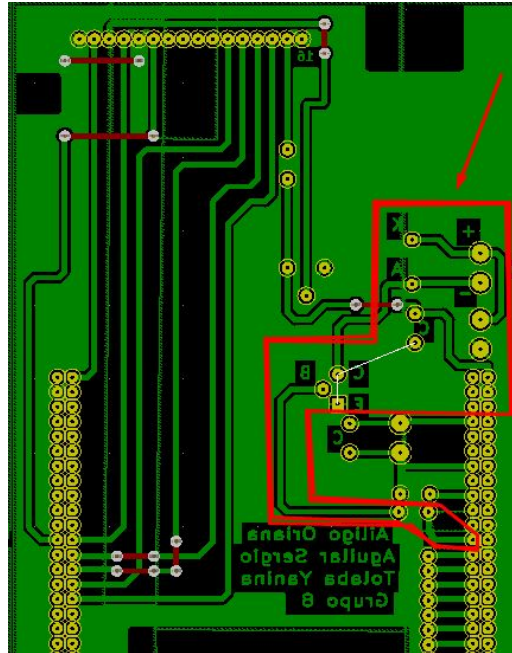


Figura 12: Área del poncho destinado a la bomba de agua.

Para más información sobre la lista de materiales (BOM) y la hoja de datos de los componentes utilizados ver anexo B.

## **5- Diseño de software**

### **Interfaz de usuario**

#### **Descripción general:**

La interfaz por la que el usuario ingresa datos al sistema se realiza mediante la utilización de un teclado matricial cuyas teclas se encuentran distribuidas en 4 filas de 4 columnas cada una, como también logicamente.

Entre sus teclas podemos encontrar las siguientes, cuyas funciones son:

- Teclas (A,B,C): Utilizados para elegir distintas funciones, visualizar mensajes por un determinado tiempo, modificar contenido, guardar cambios (tecla A ), y apagar alarma (tecla C), encender alarma (tecla A), etc.
- Tecla D: Cancelar, se dirige hacia atrás. No guardar cambios.
- Tecla #: Se utiliza para movilizarse entre hora/ minutos/ segundos en cambio de hora.

Por otro lado, la interfaz de usuario por la que se recibe información se da mediante la utilización de un display LCD 16x2. La misma, tiene como objetivos el posibilitar la visualización de diversos mensajes, por ejemplo de confirmación de cambios realizados, como también de menús de modificar riego (día, semana) y horario (mañana, noche) y poder visualizar el estado de riego de la planta.

### Consideraciones para la interfaz del usuario

- En el caso de haber presionado algún botón del teclado que no sea válido en el estado que se encuentre (exceptuando el estado supervisor), el sistema mostrará el mensaje “Tecla inválida” por 2 segundos, manteniéndose en el mismo estado .
- La cantidad de caracteres a informar están limitadas por el display, por lo tanto, en ese caso se deberá alternar los mensajes cada un cierto tiempo y con lenguaje en inglés.
- Con respecto al estado **Supervisor**, si se encuentra en este estado no se podrá configurar la alarma a menos que, se encuentre en el estado **Principal**.

Por otro lado, para la demostración de todos los casos del sistema: estando en el modo supervisor, al tocar la letra C automáticamente setea la hora en 08:00:00 e incrementa un día (mediante la variable contdia).

#### Descripción específica:

- **1) Pantalla de inicio**

Al prenderse por primera vez el display mostrará en pantalla un mensaje de “Bienvenido” durante 3 segundos (estado inicio). Pasado ese tiempo, se visualiza otro mensaje “presione alguna tecla”, cuyo tiempo de visualización finalizará cuando se presione alguna tecla (ver figura 13).

Cuando el usuario pulsa cualquier tecla inmediatamente se direccionara al estado **Modificar Hora Sistema**.

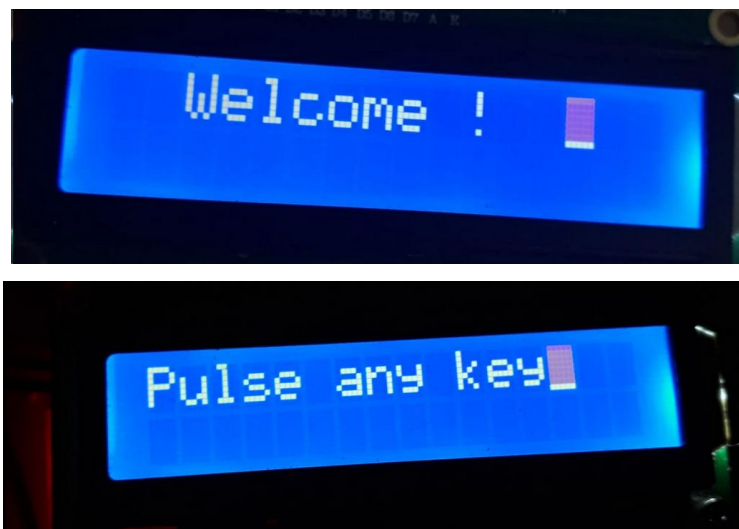


Figura 13: Mensaje de bienvenido



- **2) Modificar hora del sistema.**

Este mostrará en pantalla setear la hora de riego por 2 segundos. Después de esto, el usuario podrá seleccionar lo siguiente:

Si se presiono el botón A, incrementa la hora/minuto/segundo

Si se presiono el botón B, decrementa la hora/minuto/segundo

Si se presiono el botón C, confirma la hora.

Si se presiono el botón #, se desplaza en el display hacia la derecha de manera de poder cambiar entre hora, minutos y segundos.

Si el usuario confirma la hora, aparecerá un mensaje en pantalla durante 3 segundos avisando que los cambios fueron guardados. Pasado este tiempo se direccionar al estado **Principal**. Ver figura 14.

Nota: La alarma está desactivada por defecto.

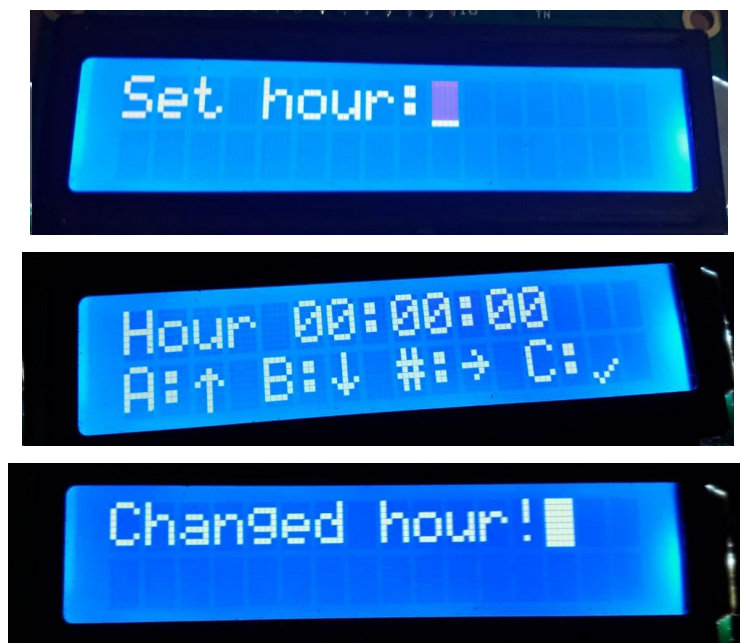
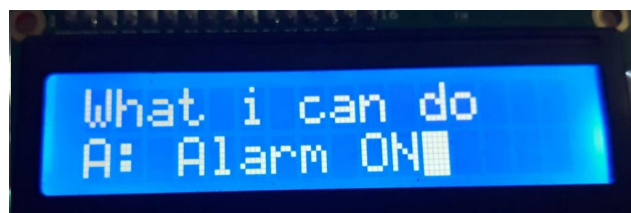


Figura 14: Secuencia que se realiza para cambio de hora.

- **3) Pantalla de menú**

Inmediatamente luego del mensaje anterior se mostrará el menú (estado principal) con las siguientes opciones (cada mensaje tendrá 3 segundos para visualizarlo), el cual se controlan con teclas alfanuméricas:





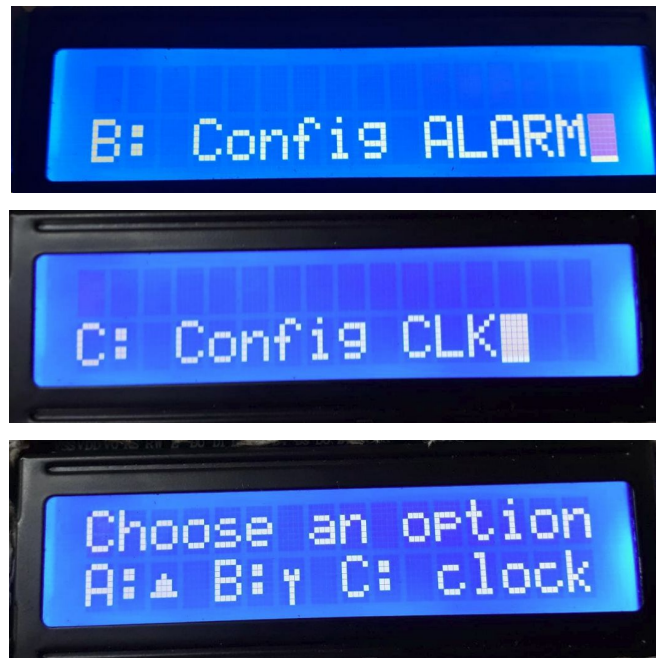


Figura 15: Mensajes de menú

A continuación se explica cada opción:

- ❑ Si se presionó la opción A, mostrará el siguiente mensaje “Alarma encendida” por 3 segundos y luego se direcciona al estado **Supervisar**.
- ❑ Si se presionó la opción B, mostrará el siguiente mensaje “Configurar alarma” por 3 segundos y luego se direcciona al estado **Modificar riesgo**.
- ❑ Si se presionó la opción C, mostrará el siguiente mensaje “Set hour” por 3 segundos y luego se direcciona al estado **Modificar Hora sistema**.
- ❑ Si se presiono una tecla cualquiera el sistema mostrará en pantalla “Tecla inválida” por 2 segundo y se mantendrá en el mismo estado, como se ve en la siguiente imagen.



Figura 16: Mensaje de tecla inválida.

#### • 4) Estado Supervisar

Mostrará en la primera línea, la hora actual y en la segunda línea, mostrará el día en que se inició el sistema, como se observa a continuación.



Figura 17: mensaje del día y hora actual.

Cabe destacar el simple hecho de que para el usuario es tedioso ver un mensaje distinto cada 3 segundos, por lo tanto, el mismo deberá memorizar las opciones o ver el manual de uso del dispositivo (ver anexo D), cuyas opciones a elegir se muestran a continuación.

- ❑ Si se presiona el A, se dirige al estado **Mostrar horario de riego**.
- ❑ Si se presiona el B, se dirige al estado **Mostrar estado de riego**.
- ❑ Si se presiona la D, se desactiva el sistema y se dirige al estado **Principal**.

En el caso de que se cumpla las condiciones necesarias para regar (humedad menor al porcentaje seleccionado, hora y día) mostrará en pantalla el mensaje de riego (figura 18), caso contrario (si la humedad del suelo es superior al valor seleccionado) se mostrará un mensaje tal como se ve en la figura 19. El tiempo de visualización de dicho mensaje depende del sensor de humedad. Y se mantendrá en el mismo estado mostrando el mensaje anterior (hora y día actual).

Nota: Cuando se riega la planta, la bomba de agua está activa por 4 segundos. Luego se apaga, verifica el valor del sensor de humedad y si necesita regar nuevamente lo realiza, y así sucesivamente.



Figura 18: mensaje de regando.



Figura 19: mensaje de fin de riego.

- **6) Mostrar horario de riego**

Mostrará durante 2 segundos el horario que se eligió para regar (Ver figura 20). Luego vuelve al estado **Supervisar**.



Figura 20: horario elegido por el usuario.

- **7) Mostrar estado de riego**

Mostrará la configuración elegida por el usuario de **modificar riego**. Es decir, que en la primera línea del display mostrará el riego actual y en la segunda línea mostrará el porcentaje de humedad actual. Luego de 2 segundos vuelve al estado **supervisar**.

Nota: en el caso de que el usuario no haya configurado nada, se mostrarán los valores por defecto del sistema (Figura 21).



Figura 21: riego y humedad por defecto.

- **5) Modificar riego**

En el manual de usuario se visualiza las siguientes opciones:

- A: "1 vez por día"
- B: "2 veces por semana"
- C: "1 vez por semana"
- D: "Cancelar"



Figura 22 :opciones de frecuencia de riego .

Si por ejemplo, el usuario presiona la tecla C, se observa lo siguiente:

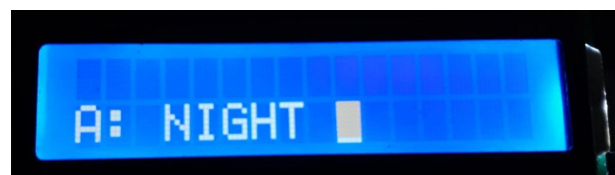


Figura 23: Riego seleccionado

Nota: Cuando el usuario haya presionado una de las 3 opciones (A,B o C), de acuerdo a lo que seleccione y el estado en el que se encuentre pasará al estado **Modificar horario**, **Modificar Humedad o Confirmar Cambios**. Si se presiona cualquier tecla no válida, el sistema mostrará en pantalla "Tecla inválida" por 2 segundo y se mantendrá en el mismo estado, **modificar riego**.

- **8) Modificar horario**

El display mostrará cada un segundo alternando entre estos 3 mensajes:



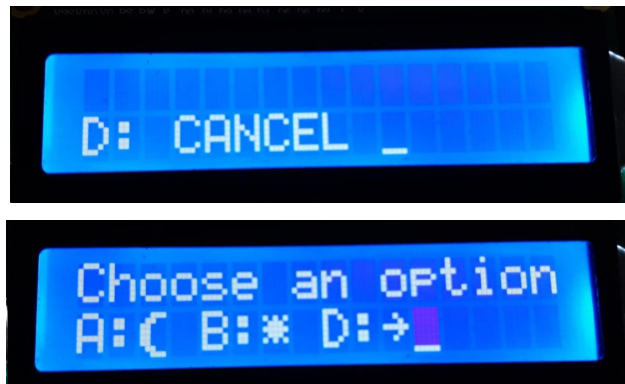


Figura 24: Mensaje de modificar horario.

Al haber presionado alguna opción (A o B), mostrará si desea seguir realizando cambios para humedad o riego o bien si desea guardar. En este último pasará al estado **Confirmar cambios**. Si presiona D, muestra en pantalla “cancelar” durante 1 segundo y vuelve al estado **Principal**. Si se presiona cualquier tecla, el sistema mostrará en pantalla “Tecla inválida” por 2 segundo y se mantendrá en el mismo estado, **Modificar horario**.

- **9) Modificar humedad**

En la primera línea del display se podrá observar el valor de la humedad actual mientras que en la segunda línea las opciones a elegir.

Si se presiono el botón A, incrementa la humedad

Si se presiono el botón B, decrementa la humedad

Si se presiono el botón C, confirma.

Si se presiono el botón D, cancela cambios y vuelve al estado **Principal**.

Si el usuario confirma la humedad, se direcciona al estado **Confirmar cambios**.

Nota: la humedad máxima que puede configurar el usuario es hasta el 70%.

- **10) Confirmar cambios**

El display mostrará en pantalla lo siguiente:

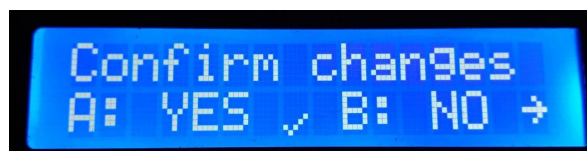


Figura 25: Mensaje de confirmar cambios.

Si el usuario presiono el A se mostrará la figura 26 y pasado 1 segundo vuelve al estado **Principal**.



Figura 26: Mensaje de cambios guardados.





3. **rtc\_01**: Es el encargado de otorgar las funciones del reloj del sistema.
4. **adc\_dac\_01**: Es el encargado de configurar y sensor los valores de humedad.
5. **gpio**: Es el encargado de configurar, activar y desactivar la bomba de agua.

## 6- Ensayos y mediciones

### Cronogramas de actividades:

Para poder obtener resultados satisfactorios a la hora de unir todas las partes necesarias en el sistema, primero se deben realizar pruebas individuales en cada una y realizar una estimación de las mismas. Por lo tanto se realizó un cronograma de actividades, donde se encuentran todas las tareas requeridas para el proyecto, ordenadas según su duración y prioridad. Gracias a ello podemos identificar la dependencia entre ellas y por consiguiente, la mejor forma para paralelizar las mismas de manera que se minimice el tiempo total de desarrollo, maximizando, a su vez, la productividad general de cada uno de los miembros del proyecto. Permitiendo asignar tareas de forma equitativa a cada integrante del equipo.

El diagrama de gantt (ver figura 28) a utilizar permite visualizar el cronograma global del proyecto. Esto resulta muy práctico para conocer rápidamente las fases y tareas que se llevarán a cabo, los tiempos previstos para cada tarea y la evolución de los mismos.

Por otro lado, para la descripción del proceso de construcción y armado del prototipo se debe ver el anexo C.

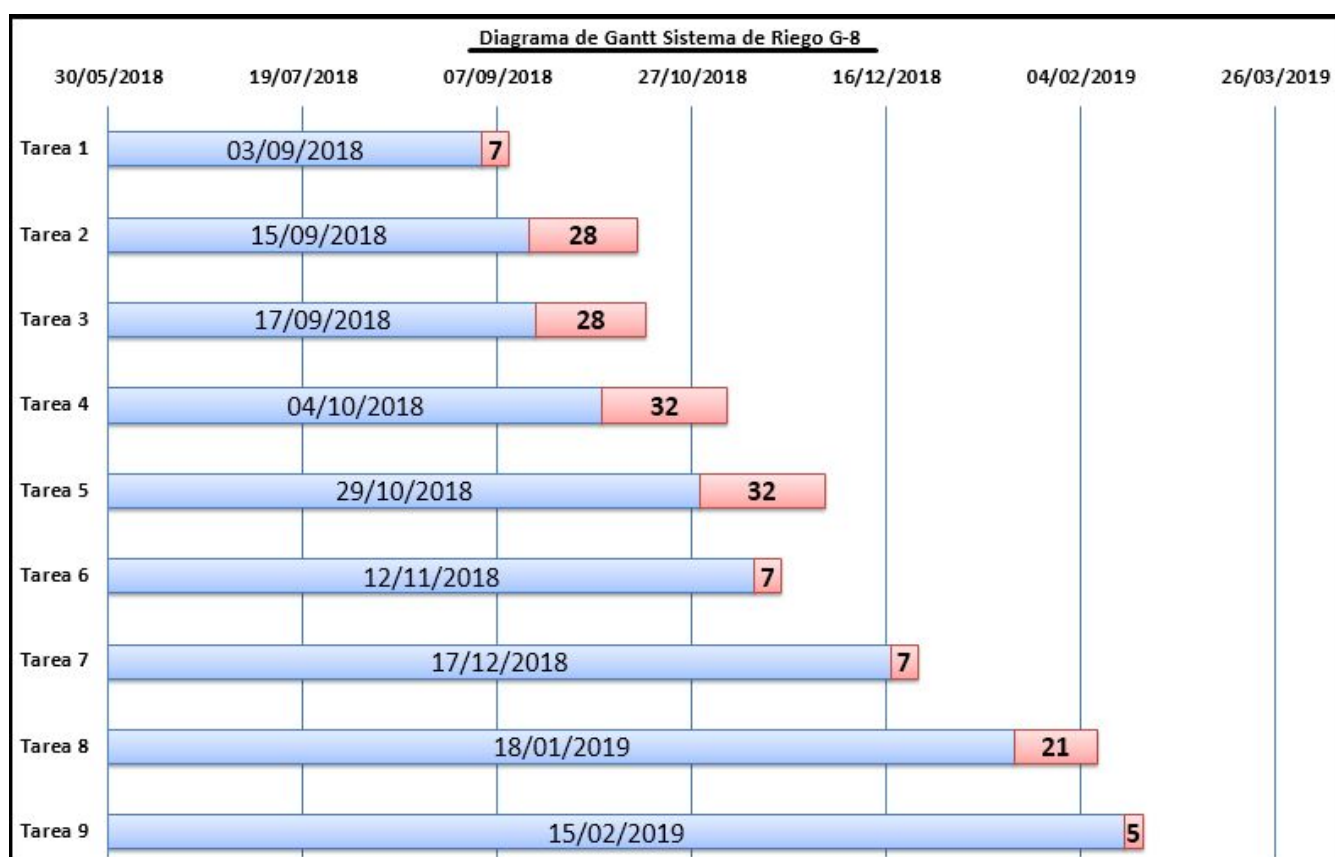


Figura 28: Diagrama de gantt.

Nombre de la tarea	Fecha de inicio	Fecha final	Duración (días)
Tarea 1	03/09/2018	10/09/2018	7
Tarea 2	15/09/2018	13/10/2018	28
Tarea 3	17/09/2018	15/10/2018	28
Tarea 4	04/10/2018	05/11/2018	32
Tarea 5	29/10/2018	30/11/2018	32
Tarea 6	12/11/2018	19/11/2018	7
Tarea 7	17/12/2018	24/12/2018	7
Tarea 8	18/01/2019	08/02/2019	21
Tarea 9	15/02/2019	20/02/2019	5

Figura 29: Tareas a realizar junto con sus respectivas fechas.

### **Explicación de los ensayos y mediciones realizados:**

- **Bomba de agua**

La etapa de pruebas de esta, se realizó después de haber creado el poncho para la EDU-CIAA.

Para las pruebas del funcionamiento del módulo, se utilizó un pequeño programa en el cual, se puede modificar el tiempo en el que se encuentra activada la bomba y controlar su inicio (el tiempo está en milisegundos). A continuación, se muestra parte de la interfaz que se utilizó para este.

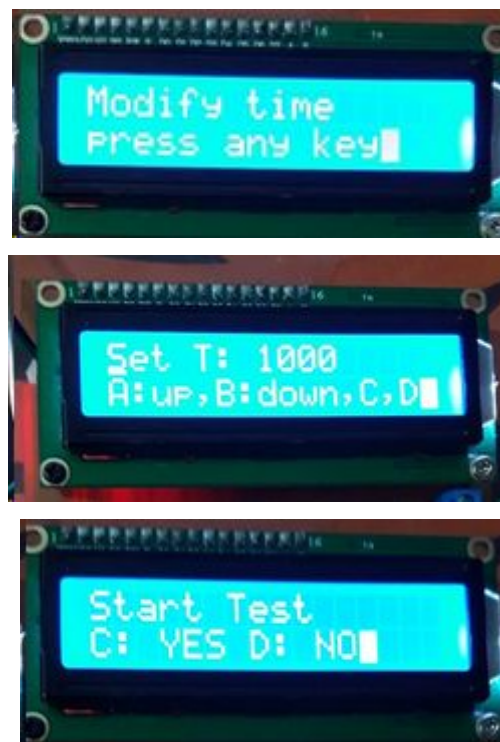


Figura 30: Interfaz del programa para la bomba de agua.

Las medidas tomadas a través del programa (con respecto al caudal) fueron las siguientes:

Tiempo (seg)	Medida (cm3)
1	5
2	25
3	26
4	28
5	50
6	56
7	75
8	80
9	90
10	100
15	175
20	240
25	275

Figura 31: Tabla con los valores obtenidos .

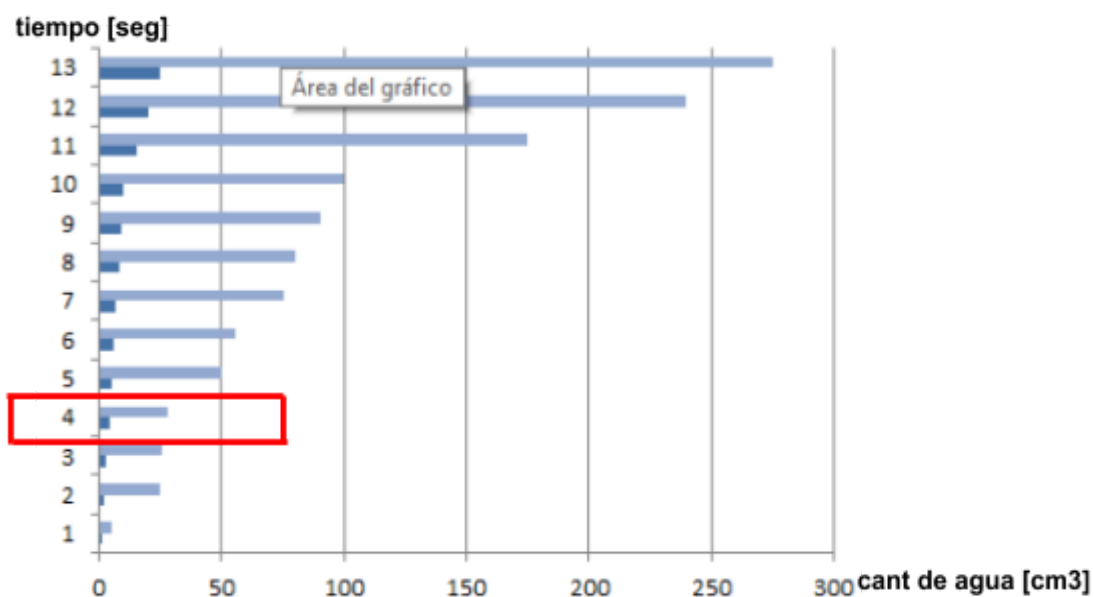


Figura 32: Gráfico realizado a partir de la tabla anterior.

Cabe destacar que se utilizó un vaso medidor de plástico para realizar las medidas anteriores. Por otra parte, utilizando el mismo programa, con respecto al encendido de la bomba y la tensión que se entrega para activarla, pudimos observar que el voltaje máximo alcanzado para setear un 1 lógico en la bomba es de 4.88 V como se puede observar en la siguientes tablas:

Tension (V)	Tiempo (seg)	Tension (V)	Tiempo (seg)	Tension (V)	Tiempo (seg)
4.86	1	4.85	1	4.84	1
4.88	4	4.85	4	4.85	4
4.88	12	4.85	12	4.86	12
4.88	25	4.86	25	4.84	25

Figura 33: Tablas con diferentes valores de tensión en mismos periodos de tiempo.



Para obtener un mejor control en el censado de la humedad de la tierra y su distribución de agua, se optó por elegir un intervalo de tiempo de 4 segundos para activar el riego tomando en cuenta el tamaño de la maceta (esto se seleccionó a partir de los valores tomados en las medidas mostradas anteriormente).

Por último, tomamos la tensión suministrada del módulo: este nos dio un valor entre 5.03-5.04v (este es igual a la alimentación que se le da a la EDU-CIAA)

**Conclusión:**

Se puede notar que, al activar la bomba a través de un 1 lógico la tensión máxima otorgada es de 4.88v. Sin embargo, la tensión suministrada al módulo es mayor debido a que hay una caída de tensión en el circuito.

Al aplicar una reducción al caudal administrado en la maceta, la superficie se humedece de manera más homogénea, consiguiendo así una mejor retención de agua. Si se tuviera un mayor caudal no permite una buena distribución de agua.

- **Display LCD**

La etapa de pruebas para este, se realizó a través del poncho creado a principios de la materia Taller de proyecto 1, en el cual notamos que el display comprado por el grupo no disponía de la misma distribución de pines que el otorgado por la cátedra. A partir de esto, tuvimos que conectar los pines mediante cables para restablecer el orden correcto de los pines.

Para la configuración y funciones del display se utilizó la biblioteca `bare_metal` del firmware v2, la cual tenía un módulo de prueba para el funcionamiento del LCD.

**Conclusión:**

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, no se presentaron más problemas para el correcto funcionamiento individual del módulo.

- **Teclado**

La etapa de pruebas para este, se realizó directamente sobre la EDU-CIAA debido a que es un componente pasivo, es decir, no suministra energía.

Para la configuración y funcionamiento del teclado se utilizó la biblioteca `bare_metal` del firmware v2, la cual tenía un módulo de prueba para el funcionamiento del mismo.

**Conclusión:**

El teclado funcionó de manera correcta en las pruebas y no hubo dificultades en este.

- **Sensor de humedad**

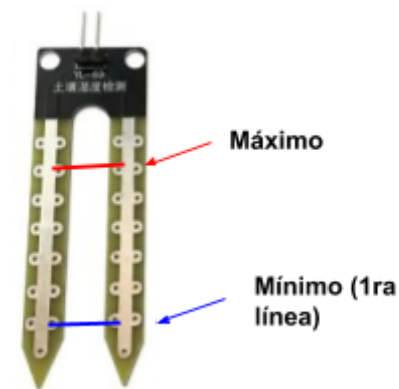
La etapa de pruebas para este, se realizó sobre el microcontrolador arduino uno junto con el módulo comparador `yl-69`.

Para la configuración y funcionamiento de este en el sistema, se utilizó un código buscado en internet ya que el algoritmo era similar al proporcionado por el firmware v2.

Por otro lado, en el momento que se dispuso del poncho, se volvió a realizar un testeo de los valores que arrojó el sensor, donde se comprobó que los valores eran similares a los del arduino uno.

Para delimitar los valores posibles del censado, se realizaron 2 tipos de pruebas en agua: uno tomando como referencia el nivel de agua mínimo (prueba 1) y otro tomando el nivel máximo que limitamos para el sensor (prueba 2). A continuación se visualiza los resultados mencionados anteriormente.

Pruebas 1	MAX	Pruebas 2	Linea 1
Bits	V	Bits	V
283	0.82	478	1.7
254	0.82	494	1.57
250	0.81	485	1.55
254	0.81	512	1.64
262	0.85	525	1.68



Figuras 34 y 35: Tablas con las muestras tomadas de diferentes pruebas y límites de referencia del sensor.

Como se puede observar, el resultado arrojado en el valor del voltaje para cada una de pruebas es similar mientras que el valor de bits presenta una variación muy grande.

### Conclusión

Pudimos notar que el sensor resistivo que utilizamos (FC-28) tarda mucho en estabilizar la lectura y presenta variaciones aleatorias de las lecturas. Esto es debido a que es muy influenciado por el tipo de agua usada, lo que implica que nuestro sistema en condiciones reales (uso de tierra) se necesitaría realizar una calibración aproximada.

Por lo tanto, si se hubiese utilizado algún sensor capacitivo no tardaría tanto tiempo en estabilizar los datos de lectura. Sin embargo el precio de este sensor se encontraba más allá del presupuesto que nosotros estimamos en el proyecto.

### Prueba completa:

Debido a los resultados obtenidos en cada módulo con sus respectivas pruebas, al integrar todas las partes, el sistema funcionó de manera correcta. Por otro lado, se pudo comprobar que el mismo funciona en tiempo real.

### Validaciones de los requerimientos funcionales:

- Encender el sistema: Como usuario quiero iniciar el sistema de riego a través de un botón del teclado.

Este requerimiento depende de que primero se haya validado la validación de Setear hora actual del reloj. Lo próximo a realizar para activar el sistema, es seleccionar inicio (opción A), de modo que inicie el sistema de riego.

- Apagar el sistema: Como usuario quiero desactivar el sistema de riego.

Para esto es necesario que anteriormente el sistema de riego este activo, se podrá optar por la opción de detenerlo, pulsando la tecla D.

- Visualizar valores fijos de humedad: Como usuario quiero visualizar en el display los valores fijos de humedad del sistema para informarme.

Este requerimiento depende de haber validado correctamente la validación encender el sistema. Por otro lado, para la visualización se deberá pulsar la tecla B.

- Visualizar horario de riego: Como usuario quiero visualizar en el display el turno de riego que elegí (morning o night).

Este requerimiento depende de haber validado la validación encender el sistema y luego se necesita presionar la tecla A para visualizar en pantalla el horario de riego que se estableció.

- Visualizar hora actual: Como usuario quiero visualizar en el display la hora actual del sistema.

Este requerimiento depende de haber validado la validación encender el sistema.

- Visualizar frecuencia de riego seleccionada: Como usuario quiero visualizar en el display con qué frecuencia se riega la planta (1 once a day, B: 2 per week, C: 1 per week) para informarme si regó o no.

Para poder visualizar la frecuencia de riego, primero se tuvo que haber configurado la misma y haber guardado los cambios. En todo caso, se podrá visualizar la configuración por defecto una vez que se haya iniciado el sistema pulsando la tecla B.

- Modificar valores fijos de humedad: Como usuario quiero modificar los valores de humedad del sistema para personalizar el nivel de humedad que necesite mi planta.

Una vez configurado el horario actual, el usuario deberá pulsar la tecla B para luego seleccionar una frecuencia de riego. Y a partir de ahí podrá incrementar o decrementar el valor de humedad que desee.

- Modificar horario de riego: Como usuario quiero personalizar la hora para regar mi planta en el horario que decidí.

Una vez configurado el horario actual, el usuario deberá pulsar la tecla A para luego seleccionar la hora (night o morning) de regar.

- Modificar hora del sistema: Como usuario quiero personalizar la hora del sistema para establecer el horario actual de mi país.

En este se accede de manera obligatoria luego de haber encendido el equipo. Por otro lado, se configuró la hora actual de modo que el horario está establecido a un rango de 24 hs. Llegando al valor máximo de la hora, minuto y segundo, retorna a cero.

Los pasos necesarios para poner en funcionamiento el equipo y operarlo (manual de usuario) se encuentra en el **anexo D.**

## **7- Conclusiones**

### **Cumplimiento de los objetivos planteados para el trabajo:**

Se cumplieron los objetivos primarios (ver sección **2-Objetivos del proyecto**, página 3). Por otro lado, en los objetivos secundarios (ver sección **2-Objetivos del proyecto**, página 4) solo se cumplió el siguiente:

- Realizar la opción de elegir el horario de riego por defecto, mañana o noche.

Con respecto a los demás objetivos secundarios no se cumplieron porque no se utilizaron otros componentes como el sensor de luminosidad o un sensor de nivel de agua.

En cambio, se optó por realizar un prototipo básico para simplificar el desarrollo.

### **Evaluar y destacar el cumplimiento de los requerimientos:**

Se cumplieron todos los requerimientos (ver sección **3-Análisis de requerimientos**, página 4), salvo el siguiente:

- Modificar horario de riego: Como usuario quiero personalizar la hora para regar mi planta en el horario que decidí.

Esto es debido a que la hora de riego fue establecida por valores prefijados (8 am o 7 pm) por nosotros considerando la opinión de especialistas sobre el tema (teniendo en cuenta la estaciones de verano y primavera). Además, no consideramos plantas particulares que necesitan un horario personalizado.

### **Problemas o cambios surgidos durante la evolución del proyecto:**

**1-Diseño de layout:** Se utilizaron puentes o jumpers para la conexión del display. Debido a que se presentaron problemas (superposición) para el trazado de pista.

**2-Bomba de agua casera:** Tuvimos varios inconvenientes con respecto a la bomba de agua. En un principio se presentaron dificultades para el arranque de la misma (retardo en el arranque). Creímos que fue por cuestiones de alimentación, que no se entregaba al motor el voltaje suficiente. Esto no era así, el problema fue por parte del transistor que tenía colocadas

al revés las resistencias (10 kohms y 1kohms). Por lo tanto, se desoldaron las dos resistencias y se colocaron como correspondía. Por otro lado, se decidió cambiar el transistor 2n2222 por BC 337. Ya que el primer transistor solo soportaba 100 minA.

Se midieron las tensiones que entregaba el motor con sus respectivas corrientes, antes de cambiar las resistencias:

Valores conseguidos sin cambiar las resistencias:

- A partir de 1 Volt comienza a moverse el motor.
- Con 4 Volt se obtiene 96 minA.
- Con 5 volt se obtienen 100 minA, funciona bien.
- Con 6 Volt se obtienen 119 minA.

Cuando se intenta parar el motor, el voltaje se mantiene constante con 6 Volt. Pero la corriente varía, va aumentando de 100 minA hasta 200 minA. Es demasiada corriente para manejar, es por ello que no funcionaba de manera correcta, debido al riesgo de que el circuito pueda quemar el transistor por exceso de corriente.

Valores conseguidos después de cambiar las resistencias:

- En sistema activado entrega 9,4 Volt y la batería utilizada entrega 9,3 Volt con 800 minA como máximo.
- Hay una caída de tensión del transistor de 5,6 volt.

Al haber cambiado de transistor, se tuvo que calcular nuevamente los valores de humedad por minuto, realizando luego el promedio de las mismas. Ahora al tener mayor corriente, cuando el sensor de humedad varía su resistencia, tendrá mayor voltaje.

Con una resistencia de 10 kohms, hay mayor resolución que un 1 kohms (reiteramos que actualmente se está usando 1kohms).

Con Respecto al componente Teníamos dos opciones a elegir:

- 1- Comprar una válvula de agua: Si tomabamos esta opción, debíamos colocar externamente un relé y esto implicaría un cambio en el circuito.
- 2- Comprar una bomba de agua sumergible (las que se usan en los acuarios) y probarlo de forma independiente. Esta es la que elegimos porque no queríamos cambiar el circuito y por menor costo tanto del dispositivo como de tiempo.

**3-Conseguir valores de humedad:** Al tener una resistencia muy grande y una variación de humedad muy chica, tendríamos un rango de valores muy chicos y el sensor de humedad iba a tener menor sensibilidad.

Solución: Decidimos tomar los valores máximo (1023) referido a tierra seca (0 % de humedad) y mínimo (195) referido a tierra mojada (70 % de humedad).

**4-Modificamos la máquina de estado:** Porque limitaba demasiado las funcionalidades para el usuario. Por ejemplo, cuando se deseaba regar, el usuario debía pasar por varias opciones. Es decir que para elegir una opción debía pasar por otras estrictamente. Si no se realizaban las transiciones estrictamente, no podría regar.

Entonces este sistema llegaba a ser molesto para el usuario. Por lo tanto, se optó por tener opciones independientes.

**5-La limitación del display:** Al tener un rango mínimo de caracteres en pantalla, se decidió utilizar símbolos especiales y lenguaje en inglés para una mejor visualización.

**6- RTC:** Decidimos probar cada funcionalidad (1 riego al día, 2 riego por semana y 1 riego por semana) de manera rápida, sin tener que esperar el día programado de riego. Por lo tanto, se había realizado una porción de código en el cual seteabamos la hora 12:00:00, y pasados 10 segundos si era el día de riego, debía regar. Luego incrementaba una variable que representaba el día siguiente y así sucesivamente. Testeando, notamos que en días aleatorios funcionaba y en otros no. Al no funcionar, el sistema quedaba paralizado.

Solución: Colocamos un delay(2000) después de escribir en el registro RTC.

**7- Visualización de la interfaz:** Cada vez que incrementan los minutos, muestra en pantalla caracteres “basura”.

Solución: Actualizar la pantalla cada un segundo, limpiandola para evitar caracteres “basura” y posicionar los caracteres en el lugar correspondiente del display.

### **Actividad y horas invertidas por integrante**

★ **Aguilar Sergio:** Investigación sobre el funcionamiento de la bomba de agua para el diseño del hardware. Investigación sobre librerías para la utilización del RTC para el diseño de software. Fabricación del pcb. Realización de pruebas del funcionamiento de la bomba de agua casera. Desarrollo de la etapa supervisar. Típo de la Implementación del poncho detallado en el informe. Realización de pruebas durante el encendido y apagado del motor junto con el sensor de humedad.

Modificación del transistor y resistencias en el dispositivo.

proceso de construcción y armado del prototipo (PCB).

★ **Tolaba Yanina:** Investigación del funcionamiento del display para el diseño del hardware. Investigación sobre librerías para la utilización de Display LCD para el diseño de software. Planteamiento y dibujo de la mef para poder realizar el diseño de software. Desarrollo de la interfaz de usuario. Desarrollo de la etapa modificar riego. Realización de pruebas durante el encendido y apagado del motor junto con el sensor de humedad. Solución de caracteres basura en el display.

proceso de construcción y armado del prototipo (PCB).

★ **Ailigo Oriana:** Investigación del funcionamiento del sensor de humedad para el diseño del hardware. Planteamiento y dibujo de la mef para poder realizar el diseño de software. Desarrollo de las etapas de Inicio, Principal y unión de las etapas implementadas (Supervisar y Modificar riego). Realización de pruebas durante el encendido y apagado del motor junto con el sensor de humedad. Típo de la Implementación del poncho detallado en el informe. Modificación del transistor y

resistencias en el dispositivo. Solución de caracteres basura en el display. Mencionar en el informe los problemas o modificaciones surgidos durante la evolución del proyecto.

★ **Todos:** Realizamos la **elicitación** de requerimientos funcionales y no funcionales. Diseño del hardware. Realizamos el listado de los componentes. Investigamos el datasheet de los componentes. Realizamos el esquemático, las huellas, y diseño del pcb. Fabricamos la bomba de agua. Realizamos el montaje de los componentes. Realizamos pruebas individuales del teclado, Display LCD y sensor de humedad. Realizamos pruebas con todos los componentes conectados.

Cabe destacar que cuando algún integrante del grupo tenía un problema en su tarea, todos lo ayudabamos. Para avanzar en el proyecto nos juntábamos en un punto de encuentro, donde cada uno trabajaba de manera independiente ya sea para el informe o para el firmware.

Las horas invertidas en promedio, de cada uno de los integrantes del proyecto, se estimó en las cuatro horas de cátedra semanales más aproximadamente 8 horas de avance extracurriculares las cuales transcurren, en mayor medida, en reuniones semanales. Un total de 240 horas. Para más información, luego se detalla las horas aproximadas en cada mes:

❖ Septiembre

8 (horas de cátedra) + 4 (avance después de las horas de cátedra) en una semana= 12 hs en una semana.

entonces 12 hs en una semana x 4 semanas = 48 hs en 1 mes.

❖ Octubre y Noviembre

6 (horas de cátedra) + 6 (avance después de las horas de cátedra) + 4 (horas de fin de semana) en una semana= 16 hs en una semana.

entonces 16 hs en una semana x 4 semanas = 64 hs en 1 mes.

❖ Diciembre

6 (horas de cátedra) + 12 (avance después de las horas de cátedra) + 5 (horas de fin de semana) en una semana= 23 hs en una semana.

entonces 23 hs en una semana x 3 semanas = 69 hs en 1 mes.

❖ Enero

8 horas en una semana.

entonces 8 hs en una semana x 2 semanas = 16 hs en 1 mes.

❖ Febrero

16 hs aproximadamente en las dos primeras semana + 27 hs aproximadamente en la tercera semana.

entonces 43 hs en 1 mes.

## Presupuesto

Componente	Precio unitario	Precio Total	Cantidad	Presupuesto y gasto				
Sensor de humedad	80,00	80,00	1,00					
Teclado matricial 4x4	80,00	80,00	1,00		Presupuesto			
Potenciometro	20,00	20,00	1,00		\$	2.000,00		
Transistor BC 337	85,00	85,00	1,00		Total de Gastos			
Resistencias	50,00	250,00	5,00		\$	1.820,00		
Capacitor	75,00	150,00	2,00					
Diodo 1n4007	2,00	2,00	1,00		Diferencia			
Display LCD 16x2	170,00	170,00	1,00		\$	180,00		
Bomba de agua sumergible	157,00	157,00	1,00					
Borneras de dos posiciones	70,00	210,00	3,00					
Tiras de pines macho 2x40	18,00	36,00	2,00					
Tira de pines hembra 1x40	15,00	30,00	2,00					
Mecha de 0.7mm	45,00	45,00	1,00					
Mecha de 1mm	45,00	45,00	1,00					
Placa de pertinax 10 x 15	180,00	180,00	1,00					
Cloruro Ferrico	180,00	180,00	1,00					
Papel fotografico A 4	50,00	100,00	2,00					
TOTAL		\$	1.820,00					

Figura 36: componentes con sus respectivos costos.

Las horas de ingeniería más el total del presupuesto es de 2060 \$.



## 8- Bibliografía

Url:

<https://prezi.com/mi6jbuy6fdzi/clasificacion-de-las-plantas-segun-su-utilizacion-de-agua/>

Url: [https://www.youtube.com/watch?v=AZyxc4ZA\\_VM](https://www.youtube.com/watch?v=AZyxc4ZA_VM)

Url: <https://github.com/ciaa/Ponchos/blob/master/NivelTanque/doc/Informe.pdf>

Url: <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=448668.0>

## 9- Anexos

### Anexo A

**Capa Base/Raiz:** Relación entre el poncho y los pines utilizados de la EDU-CIAA.

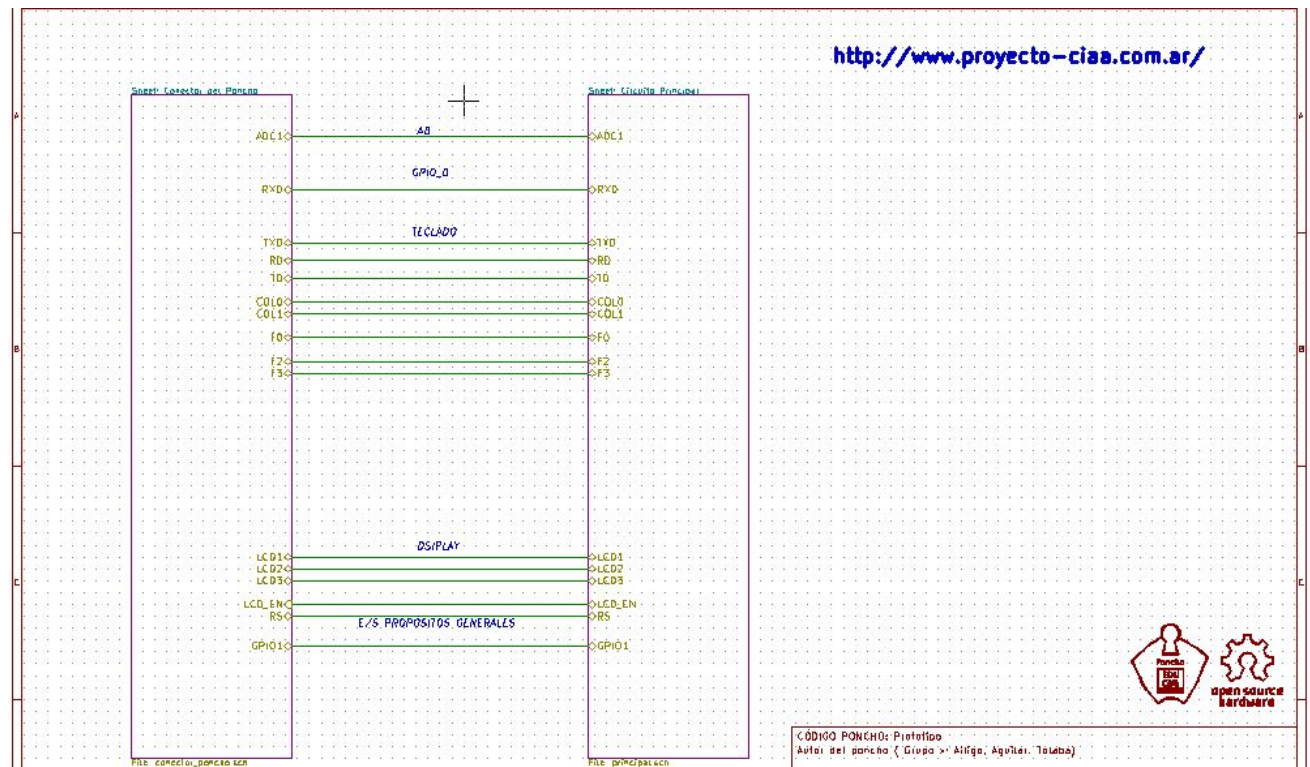


Figura 1: Capa base del esquemático.

**Capa Circuito principal:** Esquemáticos de cada uno de los módulos necesarios para el proyecto.

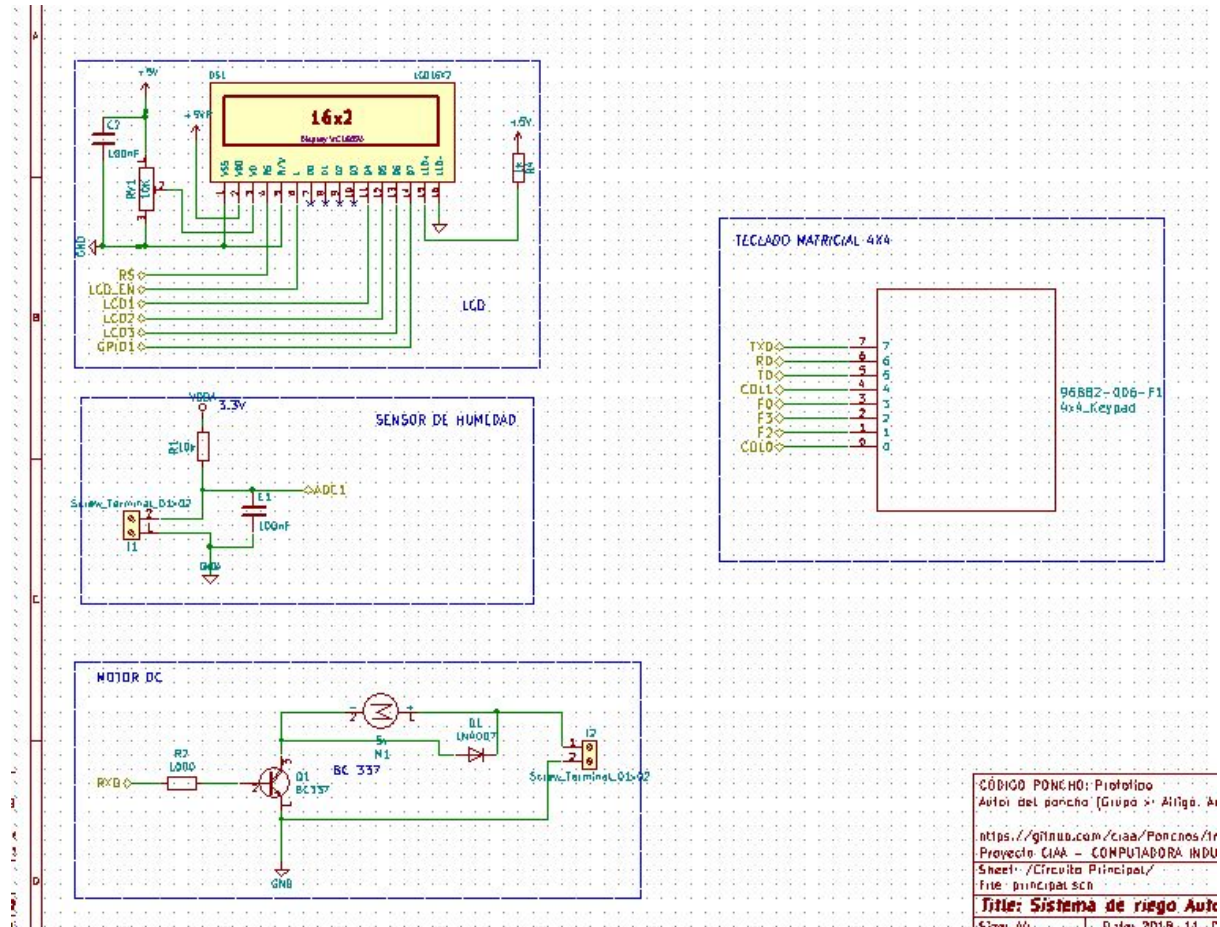


Figura 2: Capa del circuito principal del esquemático.

**Capa Conector del poncho:** En esta capa se encuentra la localización de los pines que se utilizan de la EDU-CIAA

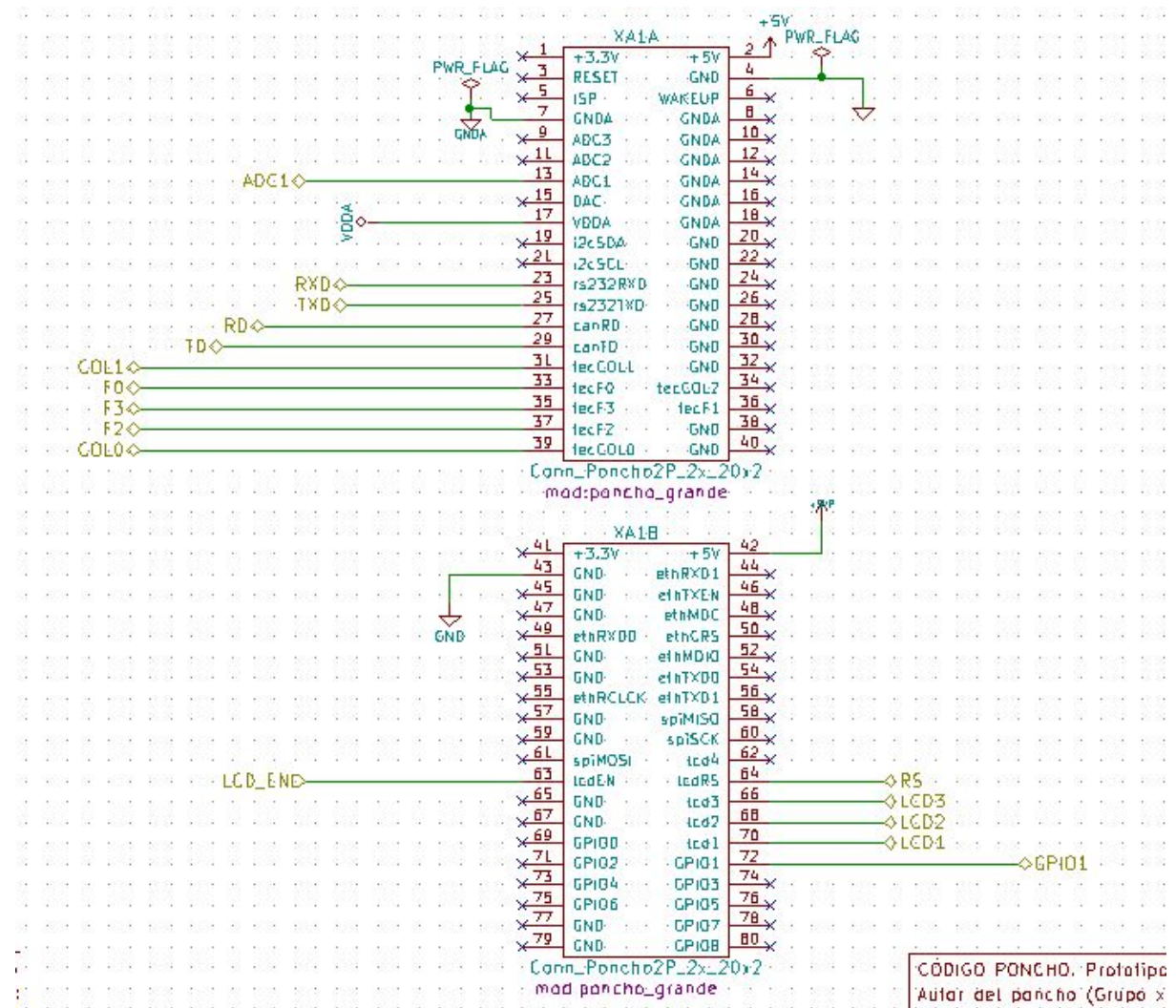


Figura 3: Capa Conector del poncho del esquemático.

## **Anexo B**

### **Hojas de datos de los distintos componentes utilizados**

A continuación, se detallan diversos links que conducen a hojas de datos de los componentes utilizados:

**Sensor de humedad FC-28.** Disponible en internet. URL:

[http://www.uconnectme.com/producto/sensor-de-humedad-del-suelo/?wpp\\_export=pdf](http://www.uconnectme.com/producto/sensor-de-humedad-del-suelo/?wpp_export=pdf) .19 de febrero de 2019.

**Display LCD 16x2.** Disponible en internet. URL:

<http://aquacontrol.narod.ru/spravka/WH1602A-YGH-CTK.pdf>. 19 de febrero de 2019.

**Teclado matricial 4x4.** Disponible en internet. URL:

<http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/Teclado-membrana-matricial-4x4.pdf>. 19 de febrero de 2019.

**Bomba de agua sumergible para acuario.** Disponible en internet. URL:

<https://artofcircuits.com/product/dc-3-6v-120lh-mini-submersible-water-pump>. 19 de febrero de 2019.

**Transistor BC337.** Disponible en internet. URL:

<http://www.mouser.com/ds/2/149/BC337-193546.pdf>. 19 de febrero de 2019.

**Diodo 1N4007.** Disponible en internet. URL:

<http://www.mouser.com/ds/2/149/1N4007-888322.pdf>. 19 de febrero de 2019.

### **Lista de materiales**

- Materiales de la interfaz de usuario:
  - Display LCD 16x2.
  - Resistencia variable de 10k.
  - Pinera hembra de 1x16.
  - Pinera macho de 1x8.
  - Resistencia de 1k.
  - Teclado matricial 4x4.
- Materiales de la bomba de agua:
  - Bomba Agua Motor Sumergible 120l/h 3-6v Fuente Acuario.
  - Resistencia de 1k.
  - Transistor BC337.

- Diodo 1N4007.
- 2 Borneras con tornillos.
- Materiales del sensor de humedad:
  - Sensor de humedad FC-28.
  - Capacitor de 100 nF.
  - Resistencia de 10k.
  - Bornera con tornillos.
- Materiales usados para colocar el poncho en la EDU-CIAA:
  - 2 Pineras macho de 2x16.
- Materiales usados para realizar el poncho:
  - Cloruro férrico
  - Mechas de 0.7 y 1 mm.
  - Papel fotográfico y papel normal A4.
  - Placa de pertinax. Dimensiones 8,5 x 13,7 cm.

## **Anexo C**

### **Implementación**

#### **Fabricación del circuito PCB**

En esta sección se menciona como se procedió a la fabricación de los módulos de PCB mediante uno de los métodos más económicos disponibles, la técnica de transferencia con planchado. Se limitó a uno la cantidad de caras de cobre a utilizar, y se utilizó una placa de pertinax facilitando así el desarrollo, el mecanizado y perforado. Este proceso consiste en cinco pasos que serán detallados a continuación mencionando cómo se debería proceder, las buenas prácticas y sugerencias en cada paso.

#### **Pasos preliminares**

Antes de empezar es necesario contar con todos los materiales a utilizar. En el anexo B se indica la lista de todos los componentes y materiales que se requieren en los procesos.

Luego del diseño del pcb utilizando el kicad, se recomienda imprimir el circuito en papel común para poder analizar el correcto diseño del mismo, verificando si la elección de huellas como el tamaño de los pads, son correctas. Posicionar los componentes sobre la impresión para encontrar posibles errores.

Una vez analizado el diseño, se debe imprimir en pdf y enviar a imprimir sobre negativo con una impresora láser. Se recomienda volver a revisar la correcta impresión.

Se debe recortar la placa de cobre al tamaño adecuado y limar los bordes y puntas (ver imagen 4).

A continuación, se debe recortar el papel fotográfico dejando un margen de 5 cm de distancia opcional con respecto al tamaño de la placa.

Se debe limpiar las manos (usar agua y detergente) para realizar la operación. Luego, limpiar la superficie de cobre de la placa con una esponja de acero muy fina (usar agua y detergente (no con alcohol) ) para evitar que impidan la correcta adhesión de la tinta durante el planchado.

Secar bien con servilletas de papel evitando tocar la superficie cúprica.

Apoyar el papel sobre la placa, de modo tal que no se mueva y quede correctamente posicionado.



Figura 4: Cortado de la placa.

### **Método de la plancha**

Se utiliza una plancha a su máxima temperatura. Posicionando y presionando la misma, sobre la zona del dibujo previamente impreso durante unos minutos. El papel no debe tener síntomas de quemaduras, si esto ocurre, se debe quitar inmediatamente la plancha ya que podría arruinar toda la transferencia de la tinta.

Nota: La placa de cobre debe estar en una superficie firme no inflamable.

Tras haber realizado esto durante unos 10 a 15 minutos (el tiempo puede variar según el calor de la plancha y la calidad del papel), debe retirarse la plancha, desconectar su cable de alimentación y sumergir en agua fría la placa con la hoja por varios minutos, para luego retirar el papel con los dedos. Ver imagen 5.

Luego de retirar el papel y la placa del agua, observar el resultado buscando que no haya pistas cortadas o uniones no deseadas entre pines, pines con pistas, etc.



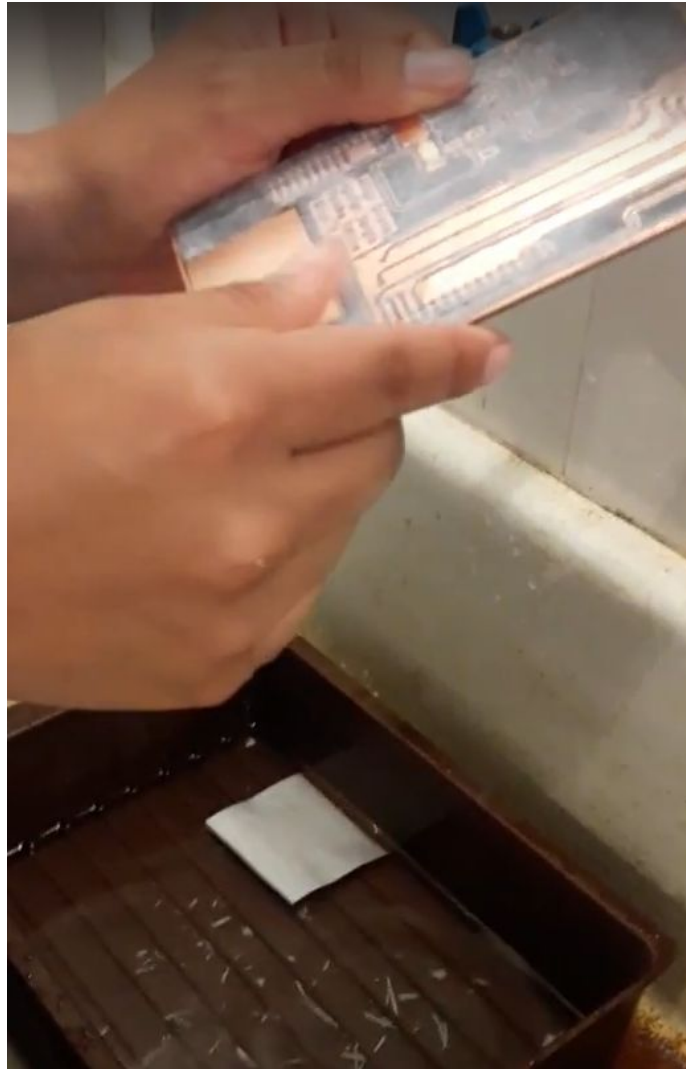


Figura 5: Eliminación de excedente de papel en la placa.

### **Reducción del cobre**

Una vez quitado todo el papel fotográfico debería quedar solo la tinta impregnada en el cobre. En un recipiente de plástico se debe agregar el percloruro férrico (ver imagen 6), lo suficiente como para poder sumergir la placa (usar guantes de latex). Esto debe hacerse en un espacio abierto, debido a que el proceso puede emitir vapores que pueden ser perjudicial para la salud.

Habiendo previamente atado un hilo en algún extremo para poder facilitar su extracción sin entrar en contacto directo con el cloruro férrico, se debe insertar la placa en el recipiente, asegurándose de que esta quede completamente cubierta por el líquido. Luego hay que dejarla reposar en el mismo alrededor de 15 minutos, moviendo un poco el recipiente eventualmente para que el cloruro que ya entró en contacto con el cobre, sea reemplazado por el que aún no reaccionó. Pasados unos diez minutos se recomienda quitar la placa del líquido cada tres minutos para verificar el estado del cobre.

Nota: El tiempo de revelado depende del tamaño del circuito y de la temperatura.



Cuando se haya retirado el cobre sobrante, se debe quitar la plaqueta y lavar con agua. Luego se debe secar bien, unos diez minutos.

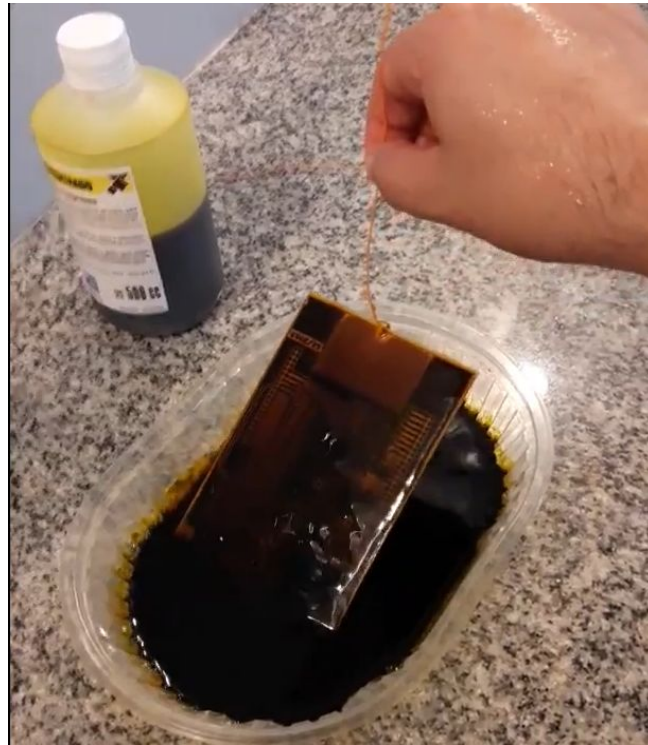


Figura 6: Colocación de percloruro férrico en la placa.

## Perforado de placas

Primero se debe revisar que no queden pistas y uniones no deseadas. Después se debe retirar la tinta aplicando detergente líquido, un poco de agua y lijando suavemente con una virulana fina hasta que el cobre sea visible. Una vez hecho esto, debe enjuagarse nuevamente la placa y secarse con un trapo limpio y seco. Finalmente, en la capa que se usó para GND se debe quitar el cobre en los contactos donde se insertaran componentes que no deban tocar GND. En caso de no llevar a cabo dicho paso, se pueden generar cortocircuitos indeseados. La forma recomendada de hacerlo, es utilizando algún elemento punzante para raspar hasta formar un círculo alrededor de cada agujero, lo suficientemente grande para que sin importar el movimiento del componente durante el montaje, el mismo no pueda hacer contacto con la capa de cobre.

Por otro lado se debe agujerear los pads con un taladro de banco (utilizando 0,7 mm, 1 mm y un medio mm), pintar la placa con flux y dejar secar de 12 a 24 horas. A continuación se visualiza el procedimiento de aplicación del flux.

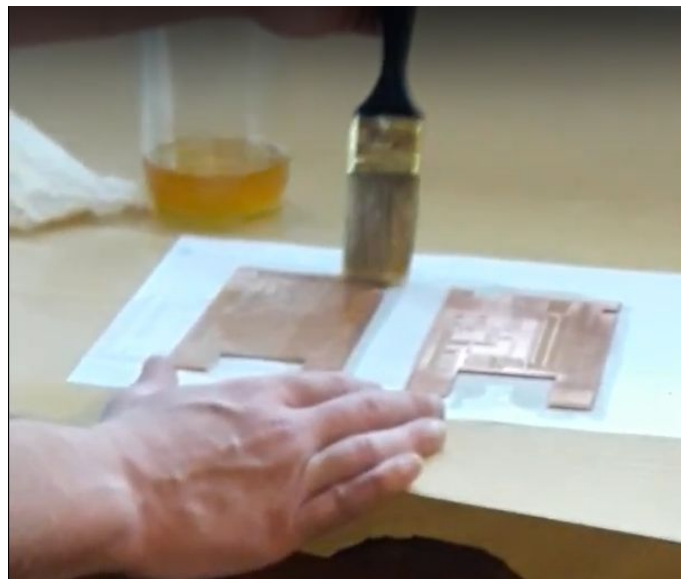


Figura 7: Aplicación de resina en la placa.

## Montaje de componentes

Finalizando la fabricación, en primer lugar se deben ubicar los componentes en sus respectivos agujeros, incluyendo las tiras de pines que sostendrán a otros componentes o que permitirán la conexión entre módulos. Después de hacer esto se recomienda probar las conexiones de los componentes antes de seguir con el montaje del siguiente para evitar fallos indeseados. Esto se puede hacer probando la continuidad entre la capa de GND y cada terminal de cada componente.

Una vez hecho esto, se procede a soldar los componentes cuidadosamente del lado de las pistas.

Una vez finalizada cada soldadura, se debe cortar con un alicate el excedente de los terminales de los componentes. En la siguiente imagen se puede ver el armado del poncho.

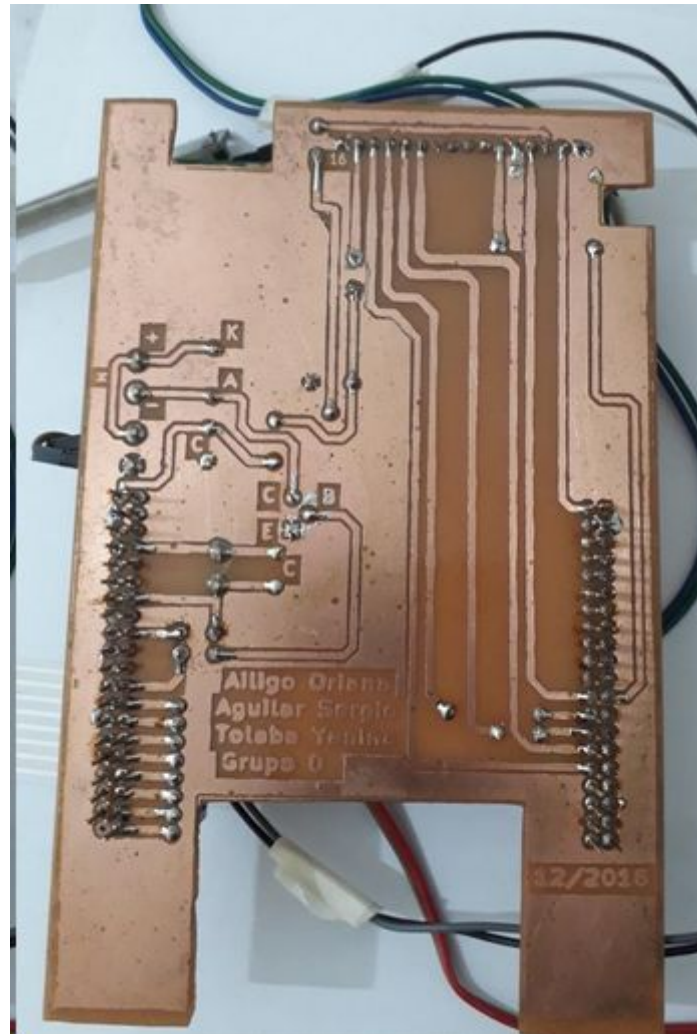
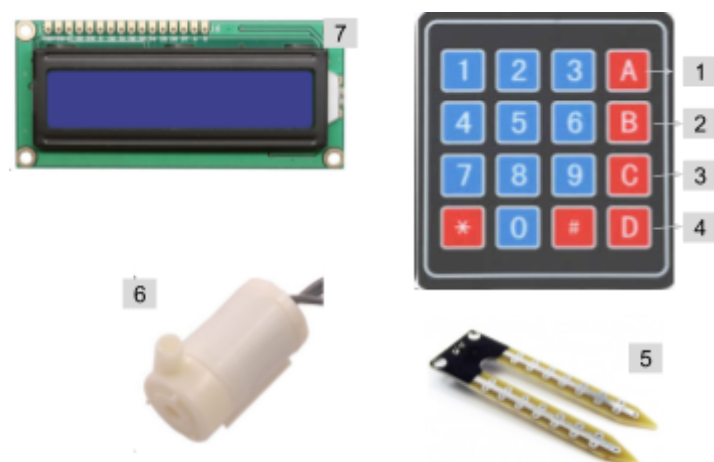


Figura 8: Placa con el montaje de componentes.

## **Anexo D**

### Manual de instalación / Manual del usuario

- Ajuste personalizado del sistema.
- Ajuste de humedad deseada en el suelo.
- Períodos de riego de entre 1, 2 veces por semana o 1 vez por día.
- Para usar únicamente en exteriores e interiores con agua fría



- 1 2 3 4 Botones para seleccionar opciones mostradas en el display.  
5 Sensor de humedad de suelo.  
6 Bomba de agua sumergible.  
7 Pantalla LCD: muestra los ajustes y el programa de riego.

Figura 9: Componentes requeridos para el funcionamiento del sistema de riego.

### **Instalación**

1. Coloque la caja de producto en un lugar seco alejado 20 cm de la maceta.
2. Inserte el sensor de humedad en la tierra de manera que quede hundido hasta la anteuúltima línea de este, tal como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 10: Restricciones para el sensor de humedad.

3. Coloque en un recipiente con agua la bomba de agua sumergible.
4. Posicione la manguera de agua que se encuentra conectada a la bomba al borde de la maceta, alejado del sensor de humedad.
5. Una vez colocado el sensor, la bomba de agua y la manguera proceda a conectar el sistema. Para ello conecte la fuente de alimentación.

## **Programación**

Al encender el sistema, aparecerá en pantalla la hora a ajustar.

### **1) Ajustar Reloj**

1. Pulse el botón A para adelantar la hora (manténgalo pulsado para avanzar rápidamente). Pulse el botón B para atrasar la hora (manténgalo pulsado para retroceder rápidamente)
2. Pulse el botón C para aceptar la hora del reloj.

Una vez configurado el reloj, podrá personalizar el sistema ajustando la frecuencia de riegos, horario o el porcentaje de humedad en la tierra que desea, cambiar nuevamente la hora del sistema o bien, activar el sistema de riego con valores ya definidos por este mismo.

Nota: Los valores definidos por el sistema son los siguientes:

1. Humedad al 40%: Si el sistema detecta que baja de este porcentaje estando en la hora indicada de riego, comenzará a regar.
2. Frecuencia de riego 1 vez al día y horario de riego MAÑANA: El sistema se encuentra configurado para regar una vez al día y en el horario de MAÑANA (08:00:00 hs).

### **2) Ajustar Frecuencia de Riego**

El sistema de riego automático posee 3 frecuencias de riego definidas.

1. Pulse el botón A para seleccionar 1 vez por día.
2. Pulse el botón B para seleccionar 2 veces a la semana.
3. Pulse el botón C para seleccionar 1 vez por semana.
4. Pulse el botón D para cancelar ajustes.

### **3) Ajustar Humedad del suelo**

1. Pulse el botón A para incrementar la humedad (manténgalo pulsado para avanzar rápidamente).
2. Pulse el botón B para atrasar la hora (manténgalo pulsado para retroceder rápidamente).
3. Pulse el botón C para confirmar cambios.
4. Pulse el botón D para cancelar.

### **4) Ajustar Horario de Riego**

1. Pulse el botón A para seleccionar el horario MAÑANA (08:00:00 hs).
2. Pulse el botón B para seleccionar el horario NOCHE (19:00:00 hs).
3. Pulse el botón D para cancelar.

#### 5) Ajustar brillo de la pantalla

Para ajustar el brillo de la pantalla gire la perilla que se encuentra debajo de ella hasta que le sea cómodo la visualización de las letras.

#### 6) Sistema activado

Al encontrarse el sistema activado, podrá ver en pantalla la hora actual.

1. Pulse el botón A para visualizar el horario de riego seleccionado por el sistema.
2. Pulse el botón B para visualizar la frecuencia de riego seleccionado por el sistema.
3. Pulse el botón D para desactivar el sistema.

### **Solución de problemas**

El agua no sale a la hora deseada. Revise si:

- El reloj está programado a la hora correcta (mañana o noche).
- La frecuencia de riego es la indicada (1 vez por día, 1 vez por semana, 2 veces por semana). En el caso de que este en 2 veces por semana, debe verificar que el día sea 4 y 1. En el caso de que este en 1 vez por semana, debe verificar que el día sea 1.
- El recipiente utilizado posee agua suficiente.

El agua no se corta. Revise si:

- El sensor de humedad está conectado.
- El sensor de humedad no tenga marcas de sarro. En este caso, limpiarlo con una esponja de acero para que vuelva a sensor correctamente la humedad de suelo.

### **Anexo E**

Imágenes del sistema.





Figura 11: Sistema en funcionamiento.

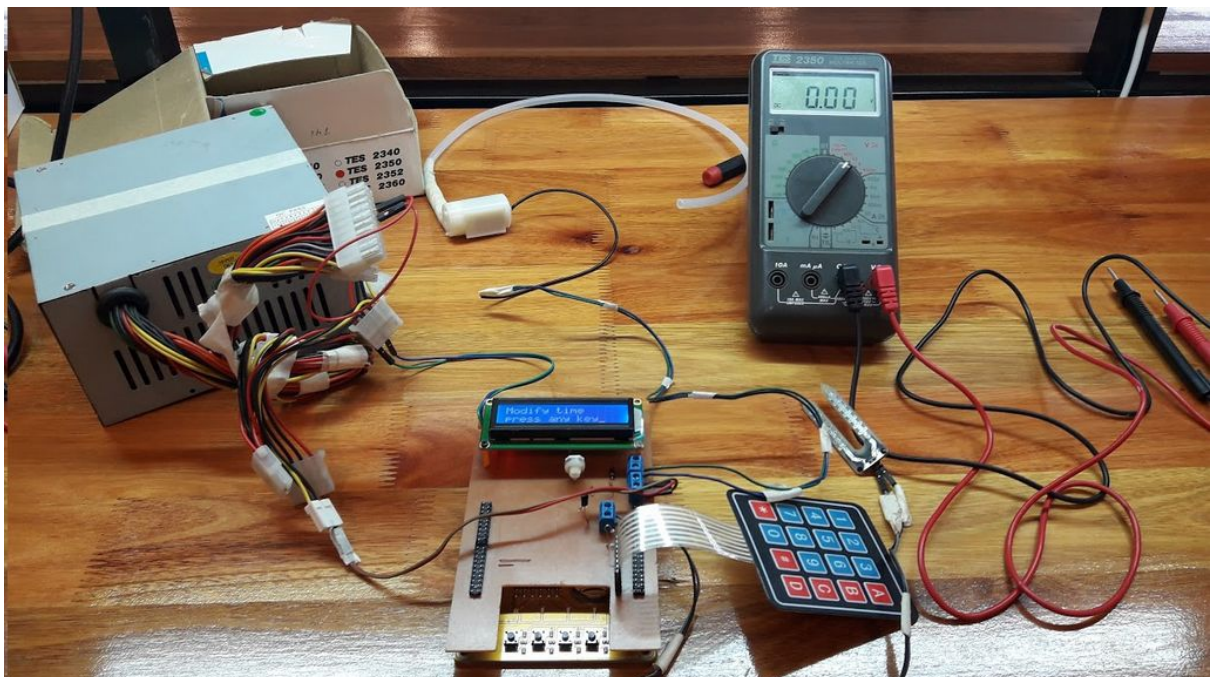


Figura 12: Realizando mediciones al sistema mediante un multímetro.



Figura 13: Resultado de medir la alimentación que se le entrega a la EDU-CIAA mediante la fuente externa.



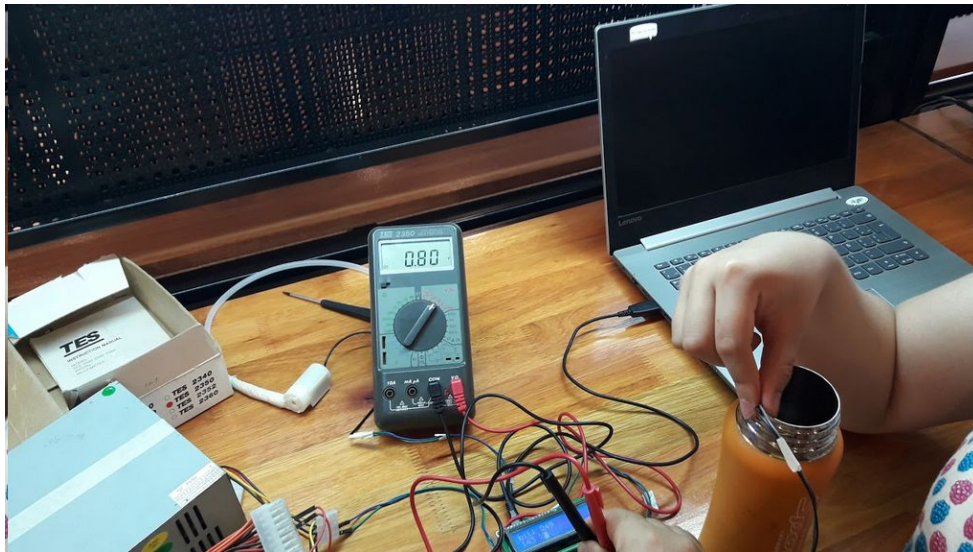


Figura 14 y 15: Tomando valores del sensor de humedad.

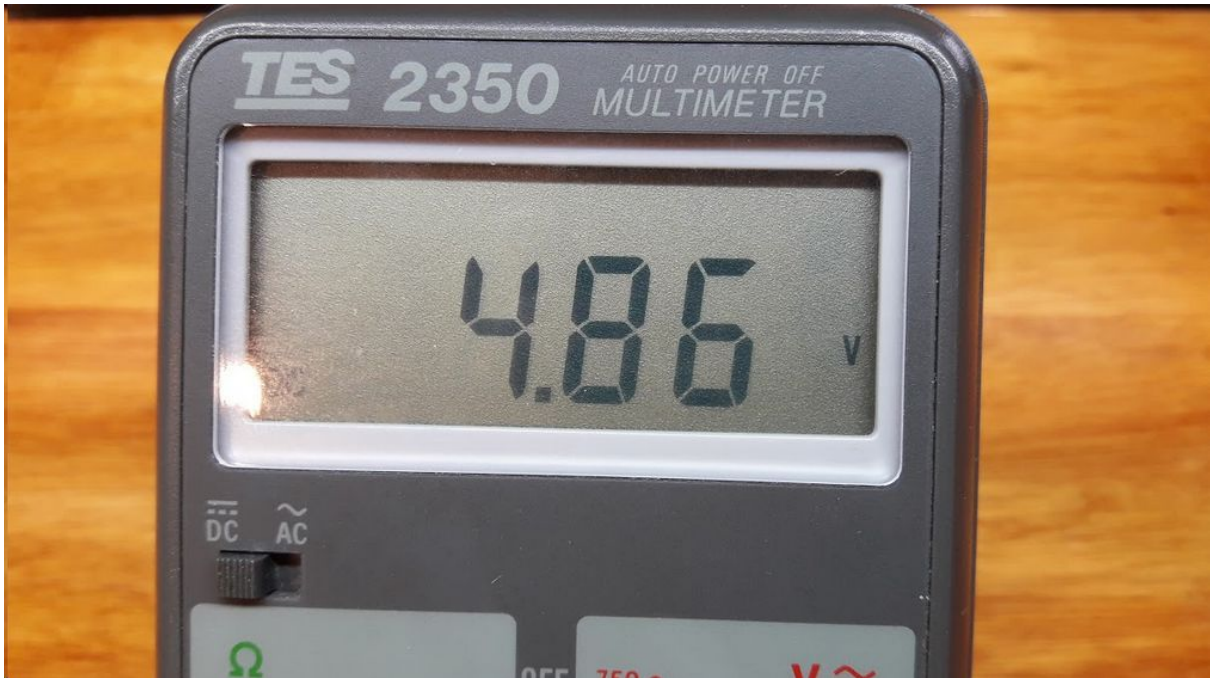


Figura 16: Voltaje máximo alcanzado por la bomba de agua al darle un 1 lógico.