


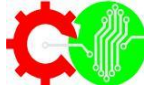
UTN – FRC

MECATRONICA 2

PROYECTO MECATRONICO

INFORME DE PROGRESO


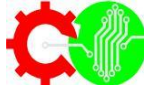
Torres, Horacio Gonzalo
108832

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

INTRODUCCION


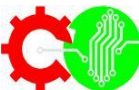
El presente informe tiene como objetivo ilustrar el proceso de desarrollo del sistema de riego automático que será presentado como proyecto final de esta tecnicatura; también incluye el manual de uso para el usuario final.

Este proyecto tuvo inicio en el año 2020 con la intención de terminarlo dentro del ciclo lectivo de ese año; por variadas circunstancias se dejó de lado en la etapa de fabricación, completándose en diciembre de 2022.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
2020 - 2022				
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II	
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2

INDICE

Introducción	1
Índice	2
Anteproyecto	
Elaboración	3
Gantt	3
Aprobación	5
Investigación	
Sensor de Humedad	6
Reloj	7
Actuadores	8
Controlador	8
Display i2c	9
Reloj	10
Reloj	10
Botánica	11
Programación	
Lógica de Funcionamiento	12
Desarrollo	12
Código	13
Materiales y Costos	17
Construcción	19
Conclusión	25
Apéndice 1 – Manual de Usuario	26

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba				
2020 - 2022		Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II	
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2

ANTEPROYECTO

Elaboración:

Se pretende automatizar el riego de una quinta doméstica. Se utilizará un controlador con sensores de humedad y un reloj como entrada, y válvulas de caudal de agua como salida.

Se realizará con la idea de poder ampliar a un sistema de riego de frutales a futuro (como proyecto productivo); al utilizarlo en una quinta permite la construcción a escala real además de una maqueta, quedando la construcción en el sitio subordinada a otras obras de infraestructura.

La idea surgió originalmente como un proyecto de riego para una plantación de nogales en la provincia de San Luis. Los nogales necesitan una provisión de agua constante para lograr un crecimiento rápido y, de esta forma, poder entrar en producción. La plantación en cuestión pertenece a un tercero (amiga de la familia), por lo que la idea era, al tratarse de un proyecto de tecnicatura, que el propietario solo pague los materiales necesarios; el costo de mano de obra lo toma el alumno a cambio de la posibilidad de experimentar en el sitio, y la experiencia obtenida.

La actual pandemia limitó severamente la posibilidad de viajar y planificar acciones a distancia en el mediano y corto plazo. Esta misma pandemia también propició la creación de una quinta doméstica en nuestro hogar, por lo que una solución para poder realizar el proyecto en los plazos estipulados por la cátedra, y al mismo tiempo beneficiar la economía y alimentación familiar se presentó en la forma de un cambio de objetivos, manteniendo el núcleo del proyecto con mínimas modificaciones.

Otra de las razones que impulsan este proyecto es la construcción de una nueva casa en la zona de Anisacate; en este terreno ya estaba planificada una quinta, y un sistema de riego automático sería un agregado de valor al proyecto familiar.

Como objetivo general, se busca lograr un sistema de riego autónomo y eficiente. Como objetivos individuales pueden mencionarse familiarizarse con sensores, clock y actuadores, aprender y manejar lenguajes de programación para controladores, manejar conexiones AC/DC, fabricación de una fuente CC, mejorar la manufactura de plaquetas y técnicas de soldadura, cálculo de resistencia estructural, investigar ciclos de crecimiento y humedad necesarias para diversos tipos de plantas.



El proyecto fue escogido, entre otros factores, por la factibilidad y economía relativa para llevarlo a cabo. La idea es lograr terminar el mismo en los plazos estipulados y hacerlo con cierta flexibilidad, lo que permitirá la implementación en diversos grados de complejidad.

Si bien hay otros proyectos de mayor complejidad que pueden desarrollarse en tiempos similares, este sistema tiene integración con varias de las materias de la tecnicatura (mecánica, electrónica, mecatrónica, materiales, física, calidad) por lo que considero que es adecuado como proyecto mecatrónico.

Este tema aborda un problema de índole domiciliario, y también se puede llevar a una escala mayor, por lo que se podría extender a una solución industrial. Si bien no se hizo todavía un análisis de costos, en general se considera factible ya que todos los componentes son de costo bajo/ moderado, y los conocimientos para realizar el proyecto se adquirieron en la carrera, salvando cuestiones particulares que se deberán investigar para aplicar eficientemente el mismo.

Diagrama de Gantt:

Se incluye, a modo ilustrativo, el diagrama original para el anteproyecto. El mismo se irá modificando a medida que avance el proyecto para mantenerse acorde al progreso actual, tratando dentro de lo posible de mantener las fechas de entrega dentro de lo programado con el objetivo de completar el proyecto en este mismo año. Cabe destacar que se producirán retrasos tanto por logística de materiales como por la formación académica necesaria para concretar las diferentes etapas del proyecto, ya que la fecha indicada en el diagrama no tiene en cuenta la curva de aprendizaje y nivel técnico necesario para construir las diferentes partes.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
2020 - 2022				
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II	
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2





		Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1		1. selección de proyecto	6 days	10/04/20 08:00	17/04/20 10:00	
2		2. anteproyecto	5 days	17/04/20 10:00	23/04/20 14:00	1
3		2.1 elaboración de anteproyecto	4 days	17/04/20 10:00	22/04/20 15:00	
4		2.2 diagram de gantt	1 day	22/04/20 15:00	23/04/20 14:00	3
5		3. investigación	10 days	23/04/20 14:00	06/05/20 11:00	2
6		3.1 sensores	2 days	23/04/20 14:00	27/04/20 11:00	
7		3.2 actuadores	2 days	23/04/20 14:00	27/04/20 11:00	
8		3.3 controlador	3 days	23/04/20 14:00	28/04/20 10:00	
9		3.4 botánica	7 days	28/04/20 10:00	06/05/20 11:00	6;7;8
10		4. diseño	14 days	06/05/20 11:00	22/05/20 14:00	5
11		4.1 diagrama de caja negra	1 day	06/05/20 11:00	07/05/20 10:00	
12		4.2 cálculo de materiales eléctricos	1 day	07/05/20 10:00	08/05/20 09:00	11
13		4.3 diseño de fuente	1 day	08/05/20 09:00	08/05/20 17:00	12
14		4.4 esquema eléctrico	1 day	11/05/20 08:00	11/05/20 16:00	13
15		4.5 planos	10 days	11/05/20 16:00	22/05/20 14:00	14
16		5. materiales	38 days	22/05/20 14:00	08/07/20 16:00	10
17		5.1 cálculo de componentes	1 day	22/05/20 14:00	25/05/20 13:00	
18		5.2 cálculo de estructura	2 days	25/05/20 13:00	27/05/20 10:00	17
19		5.3 cálculo de costos	15 days	27/05/20 10:00	15/06/20 11:00	18
20		5.4 compras	20 days	15/06/20 11:00	08/07/20 16:00	19
21		6. ensamble	24 days	08/07/20 16:00	06/08/20 16:00	16
22		6.1 fabricación de plaquetas	10 days	08/07/20 16:00	21/07/20 14:00	
23		6.2 soldado de componentes	2 days	21/07/20 14:00	23/07/20 11:00	22
24		6.3 fabricación de soportes	10 days	23/07/20 11:00	05/08/20 09:00	23
25		6.4 montaje en soporte	2 days	05/08/20 09:00	06/08/20 16:00	24
26		7. programación	18 days	06/08/20 16:00	28/08/20 14:00	21
27		7.1 diseño de programa	10 days	06/08/20 16:00	19/08/20 14:00	
28		7.2 simulación	10 days	06/08/20 16:00	19/08/20 14:00	
29		7.3 prueba en maqueta	1 day	19/08/20 14:00	20/08/20 13:00	27;28
30		7.4 diseño de manual de usuario	7 days	20/08/20 13:00	28/08/20 14:00	29
31		8. implementación	15 days	28/08/20 14:00	16/09/20 15:00	26
32		8.1 transporte y montaje de material	1 day	28/08/20 14:00	31/08/20 13:00	
33		8.2 prueba en sitio	14 days	31/08/20 13:00	16/09/20 15:00	32
34		9. informes	18 days	16/09/20 15:00	08/10/20 13:00	31
35		9.1 elaboración de informes	15 days	16/09/20 15:00	05/10/20 16:00	
36		9.2 revisión de manual de usuario	3 days	05/10/20 16:00	08/10/20 13:00	35
37		10. presentación de proyecto	7 days	08/10/20 13:00	16/10/20 14:00	34
38		10.1 preparación de maqueta	6 days	08/10/20 13:00	15/10/20 15:00	
39		10.2 revisión de documentos	2 days	08/10/20 13:00	12/10/20 10:00	
40		10.3 exposición de proyecto	1 day	15/10/20 15:00	16/10/20 14:00	38;39

Figura 1

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
2020 - 2022		Mecatrónica II		
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II	
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2

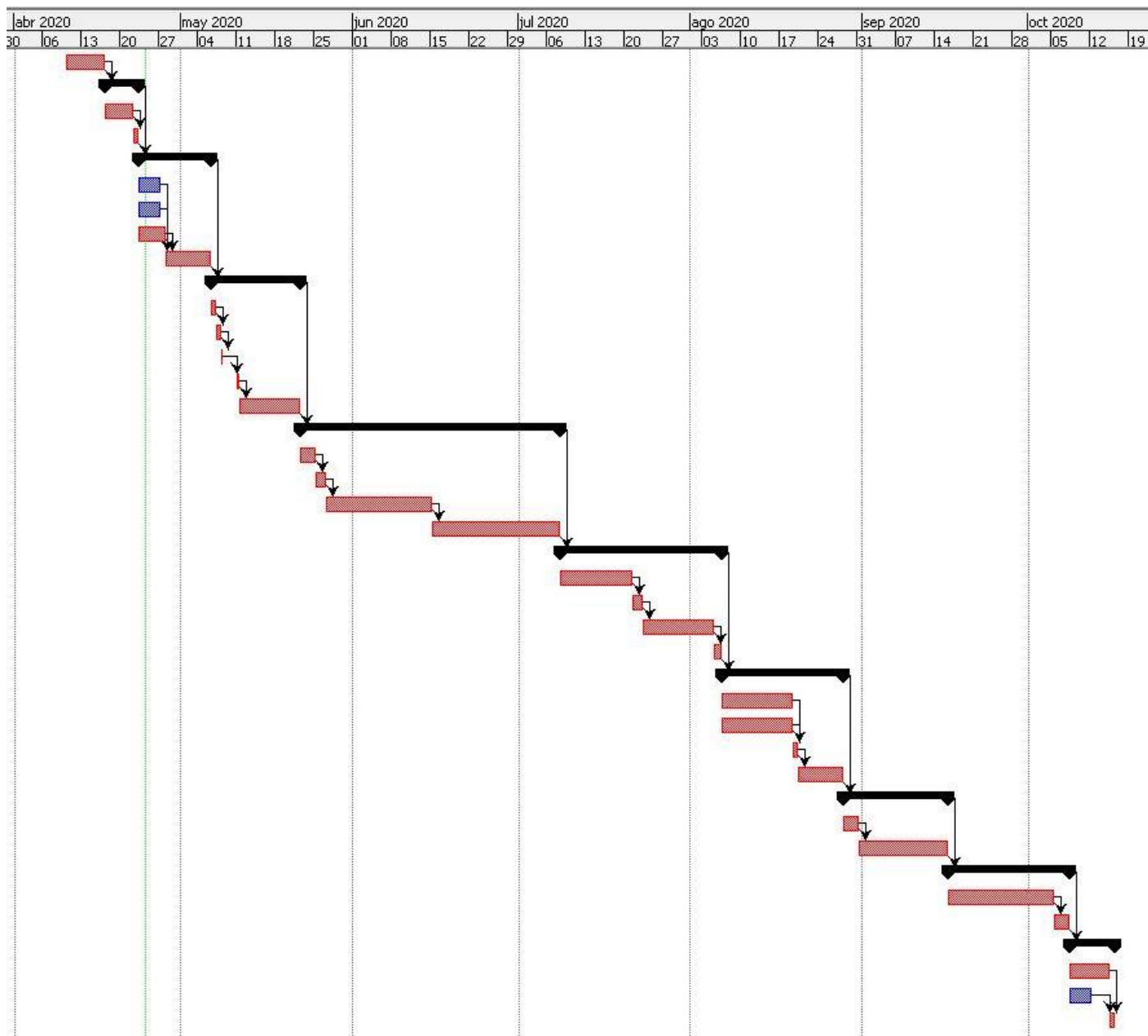




Figura 2

Aprobación:

El presente proyecto fue enviado para aprobación el día 23 de Abril del año 2020, y aprobado para su construcción el día 28 de Abril del mismo año.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

INVESTIGACION

Sensor de Humedad:

El sistema de riego funciona en base a sensores y actuadores, los cuales se tomarán como dispositivos de entrada y salida, respectivamente; un controlador tomara los datos de entrada y actuara, basando en instrucciones preestablecidas, sobre los actuadores para generar las condiciones de humedad requeridas según el tipo de cultivo que se tenga en consideración.

Para la realización del proyecto se utilizarán dos tipos de sensores o dispositivos de entrada. Estos serán un sensor de humedad y un reloj que, si bien no es un sensor, es un elemento necesario para medir escalas de tiempo prolongadas (del orden de días).

El sensor de humedad elegido es el **FC-28**, el mismo tiene un costo relativamente bajo y una vida útil de varios años.

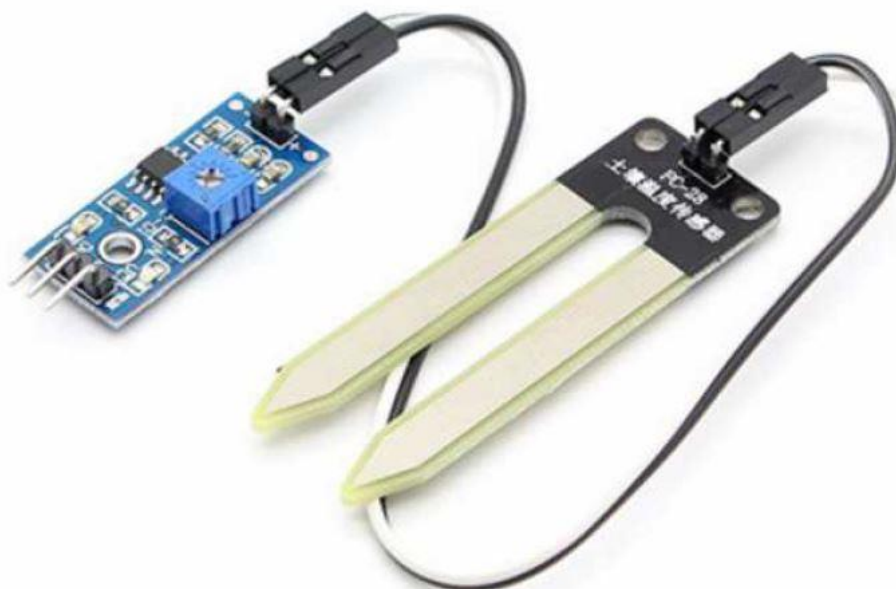



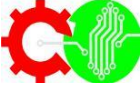
Figura 3

Un higrómetro de suelo FC-28 es un sensor que mide la humedad del suelo. Son ampliamente empleados en sistemas automáticos de riego para detectar cuando es necesario activar el sistema de bombeo. El FC-28 es un sensor sencillo que mide la humedad del suelo por la variación de su conductividad. No tiene la precisión suficiente para realizar una medición absoluta de la humedad del suelo, pero tampoco es necesario para controlar un sistema de riego.

El FC-28 se distribuye con una placa de medición estándar que permite obtener la medición como valor analógico o como una salida digital, activada cuando la humedad supera un cierto umbral. Los valores obtenidos van desde 0 sumergido en agua, a 1023 en el aire (o en un suelo muy seco). Un suelo ligeramente húmedo daría valores típicos de 600-700, mientras que un suelo seco tendrá valores de 800-1023.

Se pretende usar esta variación analógica para adaptar el sistema a diferentes condiciones de humedad, las que son necesarias teniendo en cuenta la variedad de vegetales que se encuentran en un quinta. De esta forma, se pueden separar los distintos tipos de suelo utilizando un sensor por zona, y ajustando el valor que el controlador tomara como umbral para activar el riego.

El esquema de montaje se muestra en la fig. 4. Al tratarse de una entrada analógica, solo pueden usarse los pines analógicos del micro; en caso de necesitar un número elevado de sensores, se pueden usar en modo digital, configurando un valor umbral para cada sensor, el cual enviara una señal digital al micro para indicar la activación o cierre de riego. También se utiliza como sensor de nivel en modo digital para asegurar el suministro de agua de riego.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022		Mecatrónica II			
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

Si bien el componente puede sufrir deterioro por acción de la corriente circulante, se programará la activación de este por intervalos cortos, lo que garantiza su durabilidad.

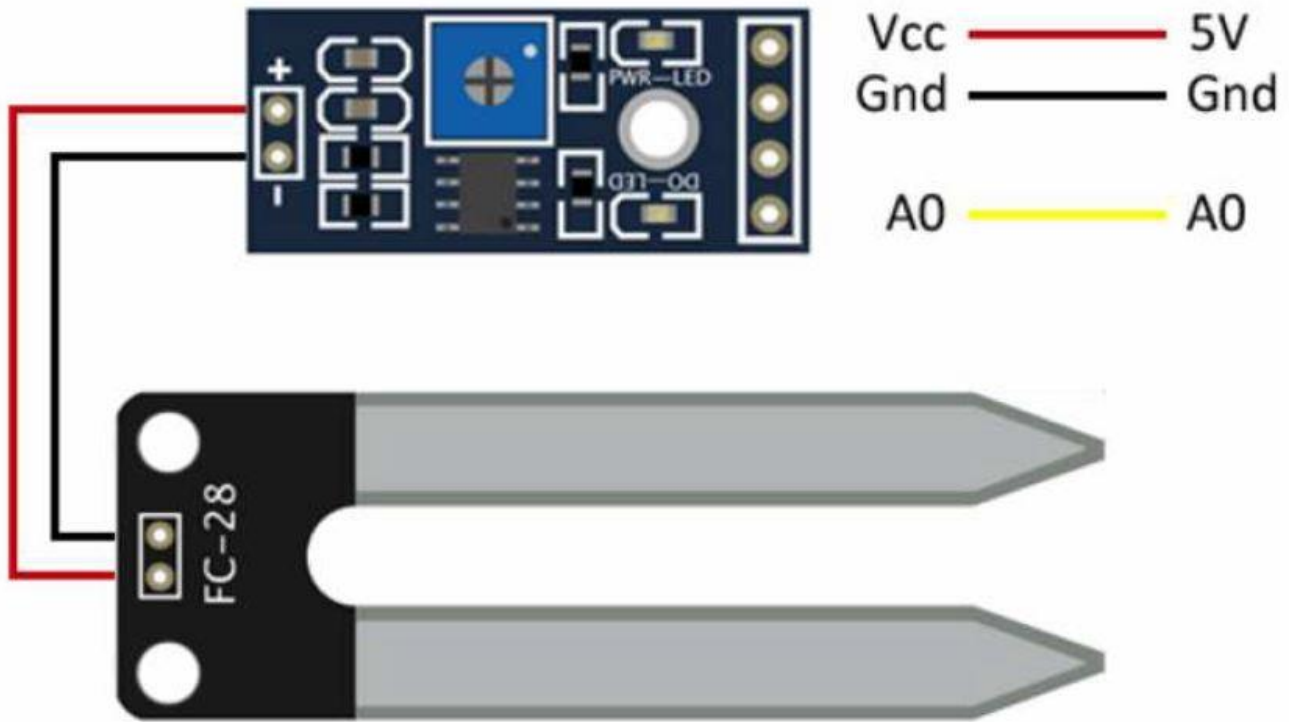


Figura 4

Reloj:

Para el reloj se utilizará el componente **DS3231**, el cual tiene una gran precisión para medir horas, días, semanas y meses. Si bien no es necesaria esta precisión para el proyecto, se elige el componente por su bajo costo y fiabilidad.

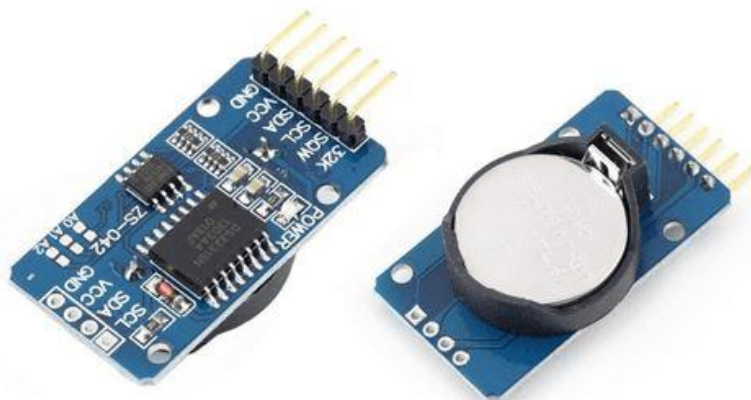




Figura 5

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

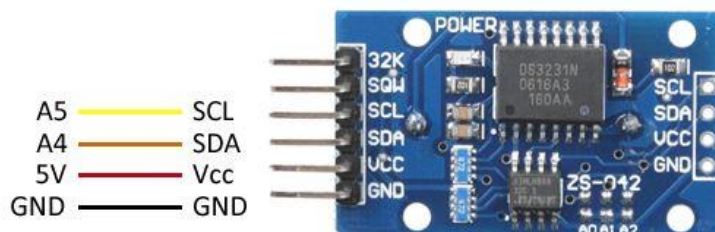


Figura 6

La medición de tiempo es necesaria, ya que hay plantas que requieren desde un riego diario a un riego semanal; también cambian los requerimientos de riego en la época de cosecha. Este componente también cuenta con un sensor de temperatura, el que puede ser útil para llevar un registro de la temperatura ambiente. Al contar con una fuente de alimentación propia, se puede usar como controlador de encendido de todo el sistema, reduciendo el consumo eléctrico y reduciendo el impacto de posibles cortes de energía desde la red.

Actuadores:

Para controlar el flujo de agua, se utilizan bombas de agua sumergibles para pecera, las cuales funcionan con una alimentación de 5V, tienen un costo bajo y una vida útil aceptable.

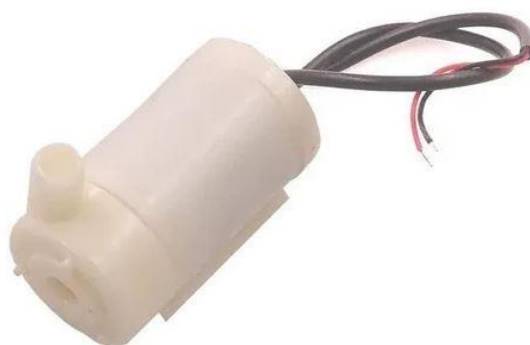


Figura 7

La conexión es muy sencilla, pudiéndose controlar con señales digitales. Dependiendo del tipo de aspersor se puede utilizar tanto para riego de superficie (como es el caso del tomate) como para riego tipo lluvia (como es el caso de la lechuga). Si bien también se podrían utilizar para llenar el depósito de agua, es preferible en este proyecto un sistema de llenado mecánico por flotante, al tener disponibilidad de agua corriente; para zonas donde no haya disponibilidad es recomendable una bomba de mayor caudal, el que se logra aumentando la potencia (y consecuentemente el costo) de la misma.

Controlador:

El controlador por utilizar es el **ATmega328P**, el cual se programa en una placa Arduino Uno, y posteriormente se monta en una placa de desarrollo propia. El mismo se alimenta de una fuente regulada a 5 Vcc, la cual también alimenta a las bombas de riego.



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
2020 - 2022		Mecatrónica II		
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2



Figura 8


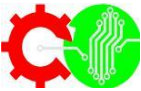
Este controlador dispone de seis entradas analógicas y trece digitales. El reloj utiliza dos entradas analógicas, por lo que admite hasta cuatro sensores (o zonas) de humedad en medición directa, pudiéndose agregar otros cuatro sensores adicionales en medición digital. Para aumentar la cantidad de señores (o zonas) sería necesario agregar un segundo micro, pero esto no es necesario para el caso de una quinta doméstica. También se pueden agregar interruptores para activar el modo de riego alternativo en situación de cosecha, los cuales se computan como entradas digitales.

Display i²c:

Para mostrar la información de salida se utiliza un display i²c, lo que permite simplificar el cableado no solo de la pantalla, sino también de los demás componentes que se conecten al microcontrolador. El protocolo de comunicación es ideal para este proyecto, ya que las distancias de conexión son pequeñas, y el menor cableado permite un producto final más compacto. El display en cuestión es de 16 caracteres con dos líneas de salida.



Figura 9

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022		Mecatrónica II			
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:			
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

Potenciómetros:

Para regular los niveles de humedad se utilizan potenciómetros lineales de 10k conectados a las entradas analógicas del controlador, esto garantiza un movimiento lineal y continuo entre los valores de entrada.



Figura 10

Salida de Potencia:

Para la salida de los actuadores se utiliza un puente H en una placa L298N, de esta forma se evita drenar demasiada potencia del controlador, lo que puede resultar en un daño de este.

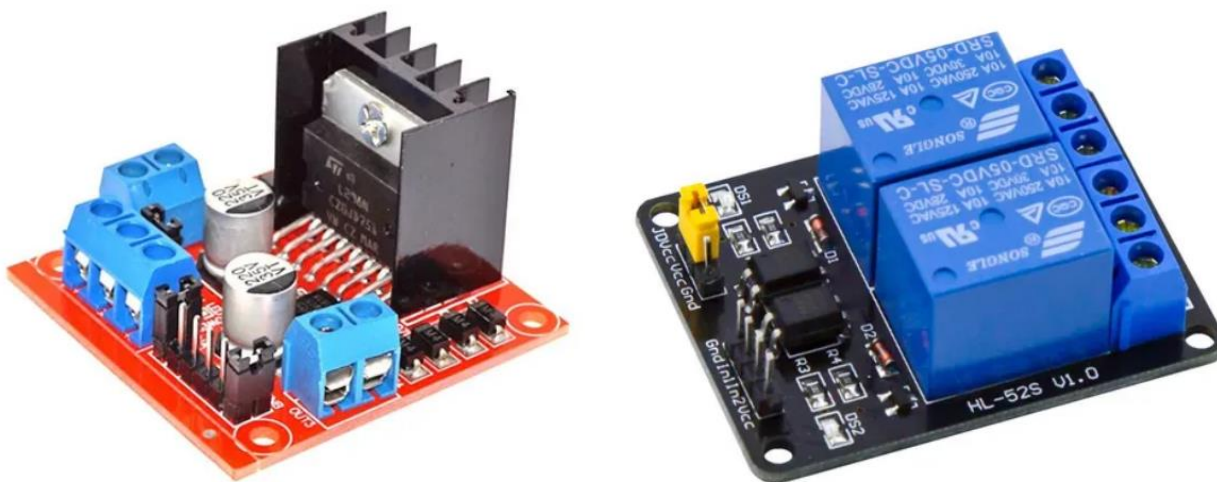


Figura 11

En caso de que se necesite escalar el proyecto, se puede reemplazar el puente por una placa de Relays, lo que permite cambiar las bombas de 5V por bombas de 220V, o también por válvulas de 220V dependiendo de la fuente de agua disponible.


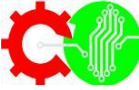
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2





Figura 12

Botánica:

Se pueden tomar dos grandes categorías, las plantas que requieren riego por aspersión (lluvia) y las plantas que requieren riego por goteo. También se dividen según el nivel de humedad requerida, teniendo en casi todos los casos una condición de humedad para crecimiento y otra para la etapa de floración y cosecha.

A los fines de este proyecto se tomarán verduras de hoja (lechuga) para riego por aspersión y las demás plantas para riego por goteo (ej tomate). La diferencia entre estos métodos consiste en que las plantas de hoja necesitan humedad en sus hojas; mientras que este tipo de riego es perjudicial para otras plantas y árboles, debido a que esta humedad en la hoja promueve el crecimiento de hongos y plagas que son más fáciles de controlar cuando la planta esta seca, pero la tierra esta húmeda.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

PROGRAMACION

Lógica de Funcionamiento:

El funcionamiento se basa en dos características principales: mantener un nivel de humedad mínimo y efectuar el riego en horarios en los cuales este no afecte negativamente a la planta.

Para los niveles de humedad se usan los sensores FC-28, los que envían una señal analógica que se convierte a través del ADC del microcontrolador en un valor entre 0 y 1023. Este valor es comparado con el umbral seteado por el usuario, que se obtiene de un potenciómetro lineal que genera también un valor entre 0 y 1023 mediante el ADC del micro.

Para el horario de riego se usa el reloj DS3231, habilitando una ventana de riego por la mañana y otra por la tarde. También se aprovecha el reloj para mostrar la fecha y hora en pantalla y la temperatura interna del gabinete. Las ventanas se configuraron entre las 8 y las 10 de la mañana, y entre las 7 y las 10 de la tarde.

Dadas las condiciones de horario de riego dentro de la ventana, y de humedad censada inferior al umbral seteado, el micro habilita la salida a los actuadores, representados por las bombas de 5V alimentadas por el puente L298N; estos actuadores se activan por un intervalo de 10 segundos durante el cual se libera el caudal de agua en la maceta. Se programa también 3 segundos de espera en la fecha, y 3 segundos en la pantalla de porcentajes de humedad medidos y seteados, lo que da un ciclo con una duración de entre 6 segundos (sin riego) y 26 segundos (con ambas bombas funcionando). Con el caudal de las bombas se estima que la maceta alcance el mínimo de humedad en un tiempo de entre 3 y 4 ciclos (dependiendo del caudal y la ubicación relativa entre la salida de agua y el sensor).

Desarrollo:

Para el programa se utilizaron dos bibliotecas: RTCLib.h y LiquidCrystal_I2C.h, teniendo esta última incluida la biblioteca Wire.h con el protocolo de comunicación i2c.

<https://github.com/adafruit/RTCLib>

https://github.com/Konredus/LiquidCrystal_I2C

En la primera parte del código se declaran los objetos reloj y lcd, y las variables que se van a usar para imprimir y manejar los datos. En setup se declaran las salidas y se inicializan variables. también se setea la fecha del reloj a la fecha de compilación, manteniéndose la hora en caso de pérdida de energía por medio de una batería conectada al reloj.

En el loop se inicia leyendo los valores censados de humedad, recortando el máximo y el mínimo para evitar variaciones de final de carrera, logrando una variación leída entre 5% y 100%. Estos valores se guardan como variables int para facilitar su manejo.



Luego se declaran las variables de fecha y hora con el formato deseado, y se cargan los valores leídos del reloj. También se capturan el día (en formato 0 a 6), la hora (en formato int 0 a 23) y la temperatura interna (también en int).

Luego se limpia la pantalla, posiciona el cursor en 0 de la fila superior (0,0) e imprime el día extraído del String de semana correspondiente al día leído en el reloj. Se cambia el cursor a (8,0) y se imprime la fecha. Luego se cambia el cursor a la segunda fila (0,1) y se imprime la temperatura interna. Se cambia el cursor a (8,1) y se imprime la hora. Finalmente se setea un delay de 3 segundos para facilitar la lectura.

Luego de este tiempo se limpia la pantalla, y se imprimen los valores de los sensores 1 y 2 en la primera fila, y los valores de los umbrales 1 y 2 en la segunda fila. Se carga un delay de 3 segundos para poder visualizar los valores.

Finalmente, si se cumplen las condiciones de hora y valores de humedad, se cambia el estado de las salidas a las bombas, de a una a la vez, por un transcurso de 10 segundos. Se imprime la leyenda “REGANDO” y “Bomba 1” o “Bomba 2” según corresponda.

El ciclo termina, e inicia un nuevo loop.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

Código:

El código final es el que se muestra:

```

/*
 * Controlador para sistema de riego automatico.
 * Muestra la informacion en un lcd a traves de protocolo i2c
 * y utiliza un reloj para evitar riego en horas de mayor expocision solar.
 * Aprovecha las funciones de fecha, hora y temperatura del reloj para mostrarlas en display
 * Mide la humedad del suelo con sensores FC-28, y habilita señal de riego
 */

#include <Wire.h> ya incluida en liquid Cristal
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <RTCLib.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); //declara lcd, direccion 20 , display 16x2
RTC_DS3231 rtc; //declara reloj

//array de dias de la semana para mostrar el dia (0 a 6)
char diaSemana [7][10] = { "Domingo", "Lunes", "Martes", "Miercole", "Jueves", "Viernes", "Sabado"};
int dia, hora;
int temp;

int sensor1 = A2; // sensores de humedad
int sensor2 = A3;
int umbralUno = A0; //potenciometros para regular umbral
int umbralDos = A1;
int sensado1, sensado2, u1, u2; // variables para guardar valores de sensor
float porcentajeSensado;
byte actuador1 = 8; //salida para actuador 1
byte actuador2 = 9;


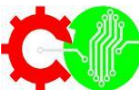
void setup() {
  pinMode(actuador1, OUTPUT);
  pinMode(actuador2, OUTPUT);

  digitalWrite(actuador1, LOW);
  digitalWrite(actuador2, LOW);

  Serial.begin(9600); // lectura serie

  // inicializar reloj
  if(!rtc.begin()) {
    Serial.println("No se encuentra RTC!");
    Serial.flush();
    while (1) delay(10);
  }
}

```


 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

```

// inicializa con fecha y hora de compilacion
if(rtc.lostPower()) {
    // carga fecha y hora de compilacion cuando se queda sin bat
    rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
}

//desabilita puerto 32k
rtc.disable32K();
// deshabilita señal clock write
rtc.writeSqwPinMode(DS3231_OFF);

lcd.clear();                //borra lcd
lcd.init();                 //arranca lcd
lcd.backlight();            //enciende backlight

//debug
//rtc.adjust(DateTime(2020,11,2,20,21,0));

delay(1000);

}

void loop() {



    // lectura de umbral humedad para el sensor 1
    u1 = analogRead(umbralUno);
    u2 = analogRead(umbralDos);

    //convierto a porcentaje, cambiando medida de 50 a 1000 para evitar ruido del potenciómetro
    if (u1 > 999) {
        porcentajeSensado = 100;
    }
    else if ((u1 <= 999) && (u1 >= 50)) {
        porcentajeSensado = (u1 / 10.0);
    }
    else {
        porcentajeSensado = 0;
    }

    u1 = porcentajeSensado;    //vuelvo a int para tener numeros redondos

    if (u2 > 999) {
        porcentajeSensado = 100;
    }
    else if ((u2 <= 999) && (u2 >= 50)) {
        porcentajeSensado = (u2 / 10.0);
    }
    else {
        porcentajeSensado = 0;
    }
}

```

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

```
u2 = porcentajeSensado;
```

```
sensadol = analogRead(sensor1); // lectura sensor, siendo 0 humedad maxima y 1023 sequia maxima
porcentajeSensado = 100* (1 - (sensadol / 1023.0));
sensadol = porcentajeSensado;
```

```
sensado2 = analogRead(sensor2);
porcentajeSensado = 100* (1 - (sensado2 / 1023.0));
sensado2 = porcentajeSensado;
```


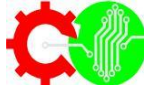
```
char date[10] = "hh:mm:ss"; //carga hora en formato correcto
char dateYear[10] = "DD/MM/YY"; //carga día, mes y año
rtc.now().toString(date);
rtc.now().toString(dateYear);
    dia = rtc.now().dayOfTheWeek(); //días de la semana: 0 = domingo, 1 = lunes, etc
hora = rtc.now().hour(); //capturo la hora para riego
```

```
temp = rtc.getTemperature();
```

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(diaSemana[dia]);
lcd.setCursor(8,0);
lcd.print(dateYear);
```

```
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print(temp);
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print((char)223); //simbolo de grados
lcd.print("C");
lcd.setCursor(8,1);
lcd.print(date);
delay(3000);
```

```
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print("S1");
lcd.setCursor(3,0);
lcd.print(sensadol);
lcd.setCursor(6,0);
lcd.print("%");
lcd.setCursor(9,0);
lcd.print("S2");
lcd.setCursor(12,0);
lcd.print(sensado2);
lcd.setCursor(15,0);
lcd.print("%");
```

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
2020 - 2022				
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II	
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2


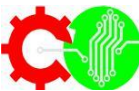
```

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("U1");
lcd.setCursor(3,1);
lcd.print(u1);
lcd.setCursor(6,1);
lcd.print("%");
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print("U2");
lcd.setCursor(12,1);
lcd.print(u2);
lcd.setCursor(15,1);
lcd.print("%");
delay(3000);

//riega si falta humedad, y entre las 8 y las 10, o entre las 19 y 21 hs
if ((sensado1 < u1)
    && (((hora >=8) && (hora < 10))
    || ((hora >=19) && (hora < 21)))) {
  digitalWrite(actuador1, HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("REGANDO");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("BOMBA 1");
  delay(10000);
  digitalWrite(actuador1, LOW);
}

if ((sensado2 < u2)
    && (((hora >=8) && (hora < 10))
    || ((hora >=19) && (hora < 21)))) {
  digitalWrite(actuador2, HIGH);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("REGANDO");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("BOMBA 2");
  delay(10000);
  digitalWrite(actuador2, LOW);
}
}

```

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica		
2020 - 2022				
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II	
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso: 2M2

MATERIALES Y COSTOS

Una vez completada la lógica, se procede al presupuestado y adquisición de los componentes necesarios. Algunos de estos componentes fueron extraídos de proyectos anteriores, otros ya habían sido adquiridos sin haber sido usados, y otros fueron reciclados; por esta razón el presupuesto real fue mucho menor al calculado. Los costos se expresan en moneda dólar libre (blue) para mantener una referencia que se mantenga en el tiempo. Los costos unitarios quedan, entonces, según se detalla en la siguiente tabla:

componente	cantidad	costo (USD)	detalle
FC-28	2	\$ 0,89	Sensor de humedad 5V salida analogica/digital
bomba de agua	2	\$ 3,80	bomba de 5V para maqueta, para escalar se puede conectar valvula 220V por Relay
placa arduino	1	\$ 13,20	Arduino 1 R3
DS3231	1	\$ 3,80	Reloj
Display i2c	1	\$ 7,50	
Potenciómetro	2	\$ 1,30	Para setear niveles de humedad
L298N	1	\$ 3,20	Uso para maqueta, en condiciones de funcionamiento se usaria la placa de Relays
Placa Relays 220V	1	\$ 4,30	Opcional para salida de potencia, permite conectar bombas o actuadores de 220V
Toma 220V	1	\$ 4,30	
Fusible 220V	1	\$ 0,08	
Hembra 220V	2	\$ 0,40	Opcional para salida de placa de Relays
Gabinete Estanco	1	\$ 10,00	Soporte de hardware
Fuente 5V	1	\$ 1,00	Se recicló un cargador de celulares Samsung por cuestiones de tamaño y potencia
Cable Portero	8	\$ 0,12	Para conexión de sensores y actuadores de la maqueta
Cable unip 2,5mm	1	\$ 0,10	Cant necesaria para conexonado interno de 220V
Cable power	1	\$ 3,20	Cable de alimentación

Sumando los costos unitarios por la cantidad de componentes, se calcula un total de USD 64,42 por unidad, sin contar insumos como estaño y alcohol isopropílico, cables de conexonado interno, mano de obra y electricidad.

En el mercado, se puede adquirir un controlador de similares características a partir de los USD 85, a lo que habría que agregar sensores y actuadores.

https://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-614522414-programador-riego-hunter-automatico-x-core-2-estaciones-_JM

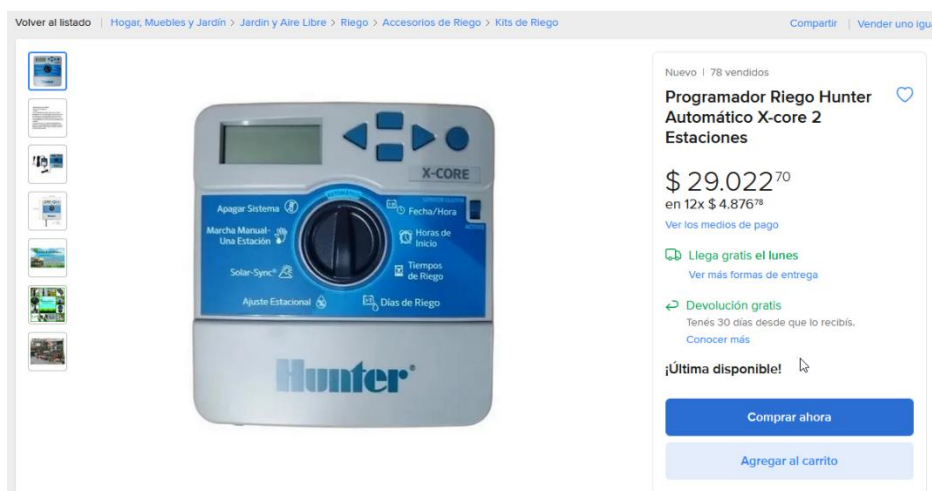






Figura 13

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

Considerando costos y precios de mercado, se podría lograr un precio de venta competitivo alrededor de los USD 100, lográndose un margen superior al 30%. Este valor es estimativo, teniendo en cuenta que en caso de entrar en producción se podrían reducir costos al comprar al por mayor, y cambiando el microcontrolador con una placa diseñada solamente para ser usada en el control de riego. Tampoco se tienen en consideración costos impositivos, administrativos y comerciales (marketing y despacho).

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

CONSTRUCCIÓN

Una vez completada la lógica, se procede al presupuestado y adquisición de los componentes necesarios. Algunos de estos componentes se reutilizaron de otros proyectos, otros se habían comprado previamente sin llegar a usarse, y otros materiales fueron reciclados. Por estas razones, el costo real del prototipo fue menor al calculado.

Primero se practicaron incisiones en una caja estanca, de forma de tener el espacio para adosar la toma de alimentación, el display, y poder conectar sensores y actuadores.



Figura 13

Luego se probaron los componentes individualmente, haciendo programas auxiliares con salida serial al monitor para configurar adecuadamente los sensores, actuadores, el display y familiarizarse con el protocolo i2c.



Figura 14



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022		Mecatrónica II			
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2



Figura 15

Teniendo los componentes funcionando con sus respectivas lógicas de programación, se procede a montar todo en protoboard y probar el funcionamiento general.

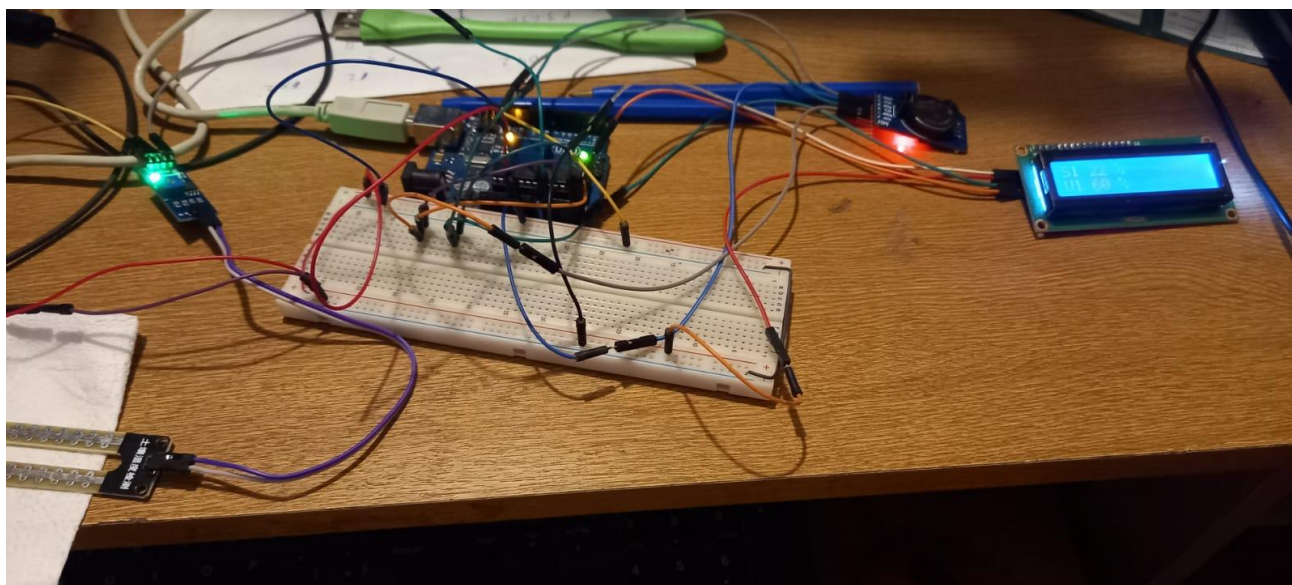

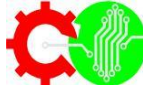


Figura 16

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022		Mecatrónica II			
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

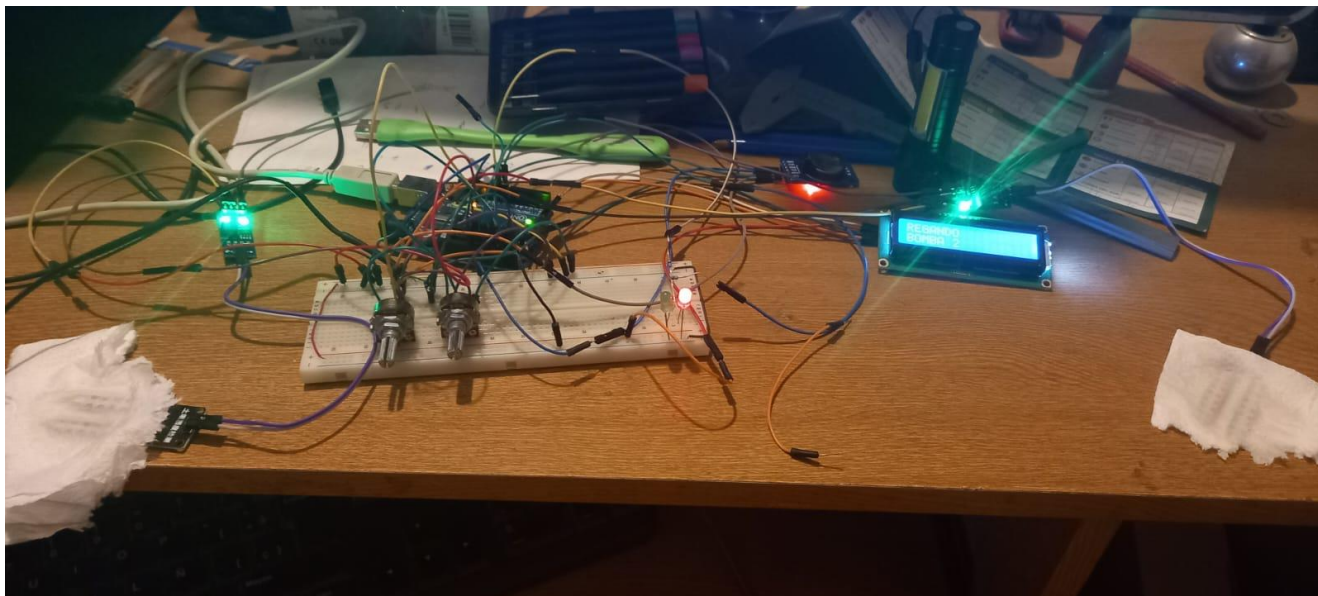


Figura 17

Una vez probado el funcionamiento, se procede a armar las borneras y circuitos necesarios, aprovechando los materiales disponibles, y pensando en un futuro rehuso de los componentes, teniendo en cuenta que se trata de un prototipo.

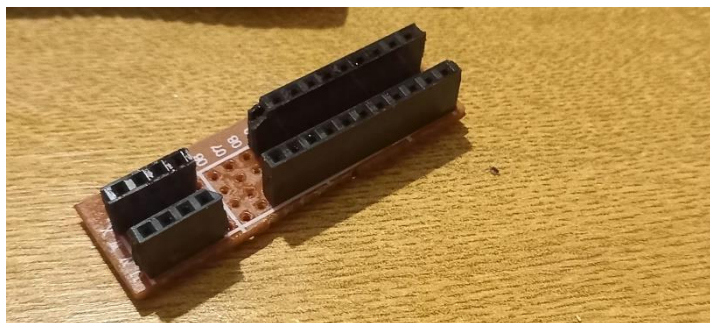




Figura 18

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

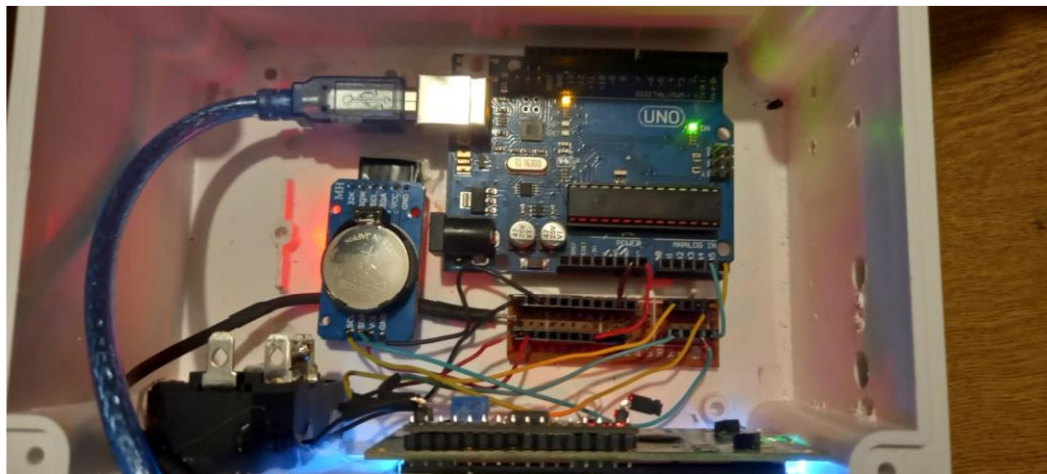


Figura 19

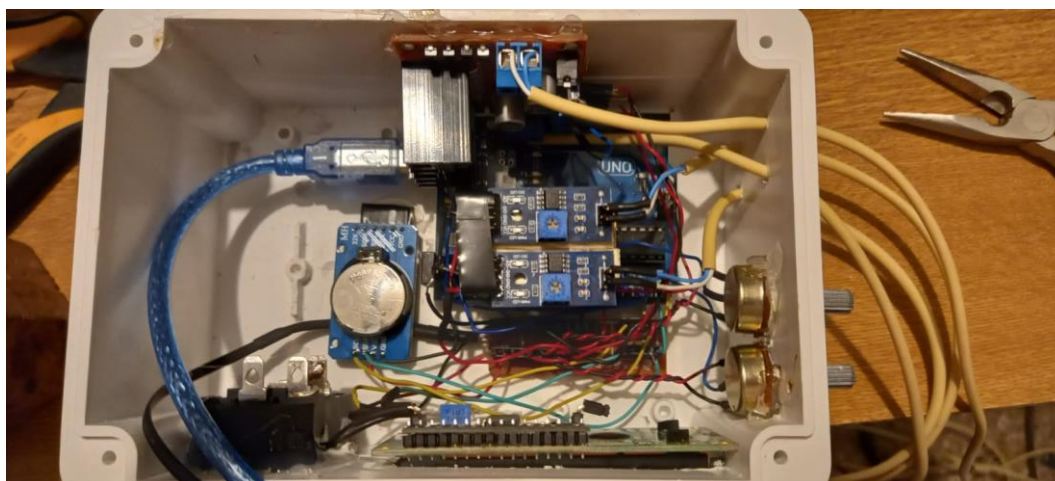

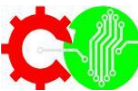


Figura 20



Figura 21

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

Finalmente, se pinta con blanco los detalles y se agregan stickers para indicar datos del proyecto y conexionado.



Figura 22



Figura 23




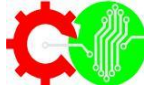
 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2



Figura 24

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

CONCLUSION

El proyecto sirvió para afianzar e integrar varias áreas de conocimiento impartidas durante el cursado de la tecnicatura. Si bien fue planteado con el objetivo de completarlo rápidamente, las particulares circunstancias del año 2020, sumadas a las crecientes responsabilidades de la vida adulta, hicieron que este proyecto perdure mucho más allá de la fecha planeada, mostrando la futilidad de planear un proyecto sin apegarse a las fechas estipuladas.


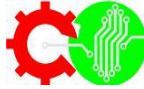
En lo referente a la parte técnica, el hecho de haber demorado tanto la construcción me forzó a repasar y practicar conceptos y técnicas que estaba ya dejando en desuso. Una vez tomado el ritmo, cada paso y cada avance se volvió en una pequeña victoria, haciendo el proyecto entretenido y estimulante. Se logró un funcionamiento estable con el prototipo funcionando exactamente como se había planeado. Si bien me preocupó posibles fallas por ruidos o señales inestables, el sistema en su conjunto demostró ser robusto, y el hecho de armar todo en un gabinete relativamente pequeño (si bien tuvo sus desafíos) resultó en un producto final más atractivo y portable, fácil de usar y de configurar.

En lo que respecta a implementación y producción, considero que este prototipo puede mejorarse, pero en su actual estado está en condiciones de funcionar perfectamente (lleva a la fecha más de tres semanas encendido y funcionando correctamente). Como se analizó en el informe, el proyecto puede generar una potencial ganancia, con un mercado relativamente grande para instalaciones domésticas, y más pequeño (pero más redituable) para aplicaciones agrícolas y rurales.

En conclusión, el prototipo funciona correctamente, es fácil de manejar y de conectar, y tiene un mantenimiento muy bajo. Tiene posibilidades de mejora, y puede adaptarse para un mejor funcionamiento dependiendo el tipo de usuario (productor o domestico). En línea general estoy conforme con el resultado del presente proyecto.


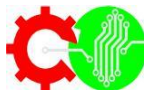
Todo el material será subido a un repositorio para facilitar su acceso.

<https://github.com/zalotores/sistemaDeRiego.git>

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

APENDICE 1 – MANUAL DE USUARIO



Este apéndice tiene el objetivo de incluir en un mismo documento el manual de uso del equipo, el cual estaría disponible en soporte físico o digital para el usuario final, indicando funcionalidades y mantenimiento. También tiene la función de generar un canal de post venta y contacto para futuros productos.

 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2



SISTEMA DE RIEGO AUTOMÁTICO



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022		Mecatrónica II			
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2





¡Felicitaciones por la adquisición de su nuevo Sistema de Riego Automático! El sistema consta de la unidad de control, dos sensores de humedad y dos bombas de riego. Incluye también un cable de alimentación, fusible y batería interna.

FUNCIONAMIENTO

Simplemente tiene que sumergir las bombas en un recipiente con agua, y enterrar los sensores y estacas de riego al ras. Conecte la alimentación a una toma de 220V y regule los porcentajes de humedad a su gusto. El riego se habilita todos los días, de 8 a 10 hs, y de 19 a 22 hs.



 UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL Facultad Regional Córdoba		 Tecnicatura Superior en Mecatrónica			
2020 - 2022					
Docentes	Claudio Alejandro Zabala – Guillermo Stettler	Materia:	Mecatrónica II		
Alumno:	Horacio Gonzalo Torres	Legajo:	108832	Curso:	2M2

Los Umbrales regulan los niveles de humedad, girándolos en sentido antihorario quedan en posición apagado (0%).

Los Sensores se ubican en la parte inferior (S1 y S2), y las bombas se ubican en la parte superior (B1 y B2).

En caso de sobretensión, el sistema cuenta con un fusible de 250V en la unidad de control, ubicado entre la llave y la toma del cable.

En caso de corte de energía, el equipo tiene una pila CR2032. Se recomienda cambiarla cada 2 años para asegurar el correcto funcionamiento. Para esto debe levantar la tapa desatornillando los cuatro tornillos, y con un destornillador plano o un elemento delgado, retire la pila y reemplácela por una nueva.



DATOS TECNICOS

Base: 16 x 11 cm

Altura: 9 cm

Pila: CR2032

Fusible: 250V 250mA

Consumo: 5W

N° Serie: 75834353730351402280

CONTACTO

Ante consultas o reclamos, por favor envíe un correo electrónico con el asunto "RIEGO AUTOMATICO" y el número de serie del producto a:

zalotores@gmail.com

Para más información puede remitirse a la web:

<https://github.com/zalotores/sistemaDeRiego>