



## **AUTOMATIZACIÓN DE UN INVERNADERO**

### **Integrantes:**

**Santiago Ramirez Arenas**

**Juan Manuel Suarez Aguirre**

### **Docente**

**Leonardo Tafur Corrales**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**ELECTRÓNICA DIGITAL**

**PEREIRA**

**2021**

## Tabla de Contenido

❖ Objetivo General.....	4
❖ Objetivos Específicos .....	4
❖ Resumen .....	4
❖ Introducción.....	5
❖ Planteamiento del problema.....	5
❖ Justificación.....	6
❖ Marco Referencial .....	6-7
❖ Marco Teórico.....	8
❖ Criterios de Diseño.....	9-11
❖ Esquemas de Conexión Individual.....	12-15
❖ Datos de Componentes Técnicos.....	16-17
❖ Cronograma de Actividades.....	18
❖ Bibliografía.....	19

## **Tabla de ilustraciones**

***Imagen 1*** Esquema conexión DHT11

***Imagen 2*** Pines de acceso y conexión

***Imagen 3*** Esquema de conexión Arduino nano

***Imagen 4*** Esquema de un Relé “5V DC Keyes KY019” conectado a un bombillo

***Imagen 5*** Montaje del circuito para controlar una electroválvula

***Imagen 6*** Secciones de una protoboard

## **Tabla de información**

***Tabla 1*** Sensor de Humedad y Temperatura DHT11

***Tabla 2*** Arduino Nano Atmega328p

***Tabla 3*** Relé 5V DC Keyes KY019 de dos módulos

***Tabla 4*** Electroválvula 12vDC

***Tabla 5*** Cronograma Actividades Segunda Entrega

***Tabla 6*** Cronograma Actividades Tercera Entrega

***Tabla 7*** Cronograma Actividades Cuarta Entrega

## **Objetivo General**

Diseñar un sistema de riego automatizado, el cual contará con la capacidad de monitorear en línea el estado de la temperatura y humedad del invernadero, los cuales se podrán monitorear desde una página web en una red área local.

## **Objetivos Específicos**

- 1) Implementar un invernadero a escala y, que por medio de un arduino permitirá controlar la humedad y la temperatura del ambiente que lo rodea y así se mantendrán en el mejor estado posible las plantas dentro del microclima controlado .
- 2) Diseñar un software el cual permita la automatización de un sistema de riego, monitoreando las variables climáticas, controlando la calefacción y la humedad dentro del mismo.
- 3) Desarrollar una página web en la que tengamos la posibilidad de visualizar el estado actual del microclima dentro del invernadero.

## **Resumen**

En este documento de investigación se trata de intentar resolver algunos problemas que enfrentan los agricultores utilizando el enfoque de ingeniería para que puedan permanecer tranquilos con el estado de sus plantas, incluso cuando están físicamente lejos por un período prolongado de tiempo dado que el sistema automatizado se encargará de todo en su ausencia. Este sistema automatizado funciona mediante sensores y actuadores, que son controlados por un microcontrolador y monitor, los cuales gestionan todos los parámetros ambientales necesarios para el buen crecimiento de las plantas.

## **Introducción**

En la sociedad moderna, el cuidado de los huertos familiares es complejo dado que estos huertos se secan por falta de hidratación causada por el descuido de los mismos. Para evitarlo, se propone diseñar un sistema de riego automático que combine dispositivos de hardware económicos y soluciones de software gratuitas para medir la humedad del suelo y del aire, ya que estos forman parte del ecosistema del jardín. A esta solución se le ha añadido un microcontrolador, que sirve como centro operativo para asegurar el suministro de agua para mantener hidratada una planta. Por lo tanto, esta solución incluye un software que utiliza tecnología Bluetooth-Ethernet para establecer el canal de comunicación a través del microcontrolador, permitiendo la transmisión y recepción de las señales generadas por los sensores del sistema, minimizando así el trabajo de las personas.

## **Planteamiento del problema**

Debido a las limitaciones de tener que controlar manualmente todas las variables que pueden afectar a nuestras plantas y por lo tanto a nuestro tiempo invertido en las mismas, se debe contar con un buen sistema que controle nuestro invernadero. Además de las limitaciones de mantener rangos exactos de temperatura o humedad en el ambiente es casi imposible para los seres humanos, para ello se plantea un sistema automatizado que cumplirá con dichas funciones.

## **Justificación**

Mantener una temperatura controlada dentro de un ambiente de invernadero es crucial. Las fluctuaciones de temperatura pueden dañar o matar nuestras plantas en solo unas pocas horas, para evitar esto, se diseñará un sistemas de monitoreo remoto que protegerán nuestras valiosas plantas de las fluctuaciones extremas de temperatura.

Además de mantener una temperatura controlada, también necesitamos mantener una concentración de agua ideal, para esto se agregaran periféricos al sistema que contribuyan con la automatización de este aspecto.

## **Marco Referencial**

Desde que la humanidad descubrió los cultivos en el período Neolítico cambió completamente su forma de vivir y su día a día puesto que los cultivos necesitaban de un tiempo para poder dar frutos, esto obligó a nuestros antepasados a asentarse en lugares concretos y convertirse en seres sedentarios y establecer un lugar de vivienda. A esto se le añade que a medida que la humanidad avanza se descubre nuevas técnicas de cultivos como las fechas ideales para sembrar, el cómo sembrar, cada cuanto tiempo se deben regar los cultivos e infinidad de conocimientos y técnicas que se han ido desarrollando a lo largo del tiempo. pero no es hasta hace unos cientos de años que se descubre las razones del por qué de las tecnicas, ¿por que funcionan?, ¿acaso es brujeria?(muchas veces se creía esto), pero la realidad es que son cosas que gracias a la ciencia y el poder cuantificar aspectos del ambiente y de los cultivos nos han permitido llegar a la calidad y cantidad de cultivos que tenemos hoy en día.

El poder cuantificar constantemente los valores del ambiente que rodean a una planta es lo que nos permite automatizar todo este proceso y gracias a los grandes avances tecnológicos que a lo largo del tiempo nos han demostrado que las tecnologías actuales además de ser confiables son mucho más precisas de lo que los humanos podemos llegar a ser, esto nos lleva al campo sobre el que tratamos de trabajar que son los invernaderos, lugares donde tenemos la capacidad de mantener un ambiente

artificial ideal para nuestras plantas las plantas que crecen en un invernadero no tienen la misma variación de temperatura que un cultivo exterior, estos permiten retener el calor dentro del recinto, procedimiento el cual no es posible cuando contamos con un cultivo ubicado en el exterior, la aparición del invernadero nos permite mantener controlada la temperatura interior, monitoreando el microclima que se encuentra en el invernadero, lo cual tiene como efecto extender la temporada de crecimiento de las plantas que no podrían sobrevivir fuera del recinto.

En la actualidad el concepto de invernadero automático es bastante común, por lo que sus réplicas a escalas pequeñas también lo son, y son de relativa facilidad de construcción, en varias documentaciones sobre la construcción de estos se puede evidenciar que es un proyecto con bastante versatilidad y está abierto a bastantes añadiduras de características puesto que las plantas necesitan de controlar bastantes aspectos para su correcto desarrollo, tales como lo son la humedad, temperatura, velocidad del viento, estado de la tierra, radiación que emite el sol y estos son aspectos que se pueden controlar con sistemas de riego, bombillos calefactores y hasta techos y paredes movedizas. Incluso puede estar sujeto a más mejoras, como la funcionalidad para más de un tipo de plantas, puesto que no todas las plantas no tienen las mismas necesidades y capacidades, el poder seleccionar el o los tipos de plantas que se van a manejar dentro de este puede ser otro aspecto a manejar dentro del invernadero.

En cuanto a las plantas se ha encontrado una gran cantidad de información respecto a sus cuidados, la humanidad siempre ha tenido como prioridad sus cultivos (medio de subsistencia), por lo que podemos ver toda la información que se ha recopilado al pasar del tiempo, en bastantes artículos científicos de biología podemos ver los rangos de temperatura exacta que se manejan para el cuidado de las plantas, el porcentaje de humedad y el resto de aspectos ya mencionados, aspectos que de ser mantenidos como dice la teoría nos dará como resultado plantas en perfecto estado y sin ninguna complicación, exactamente lo que buscamos para este invernadero.

## Marco teórico

La automatización de un invernadero proporciona una adquisición de datos eficiente y un control de los parámetros microclimáticos. También reduce significativamente la mano de obra involucrada en su mantenimiento, lo que hace que el sistema sea útil para pequeños agricultores, jardineros e investigadores agrícolas. Este trabajo propone mantener condiciones ambientales óptimas como temperatura, intensidad de luz y humedad del suelo utilizando sensores y actuadores adicionalmente, para el propósito de monitoreo se utiliza una aplicación basada en web o una aplicación basada en Android.

Un invernadero controlado artificialmente tiene una mayor producción por metro cuadrado en comparación con los cultivos a campo abierto, ya que los parámetros microclimáticos que determinan el rendimiento de los cultivos se examinan y controlan continuamente para garantizar que se cree un entorno óptimo.

Para el tipo de planta que escogimos que es el limón, es necesario una bombilla que aporte entre unos 6 y 8 grados centígrados a la temperatura ambiente, puesto que la planta de limón tiene un rango de temperatura óptima entre 22 y 28 grados centígrados, contando con un rango de temperatura extrema entre 17.6 y 38.6 grados centígrados.

Esta misma planta requiere de una humedad relativa alta por lo que debemos mantenerla en más de 65%, así que para mantener esta humedad tendremos el sistema de riego que nos aportará un 20% de humedad relativa respecto a los  $900 \text{ cm}^3$  de tierra que se esperan tener para el invernadero.

También tendremos en cuenta que serán necesarios que la bombilla y la electroválvula sean de 12v, los 2 tendrán una conexión a un Relé de 2 módulos como podremos ver en los esquemas de conexión individual.



## Criterio de diseño

Este proyecto cuenta con un Arduino nano Atmega328 conectado con los sensores y actuadores. Los actuadores se activan mediante una señal proporcionada por los pines digitales proporcionados del tablero Arduino de acuerdo con los umbrales establecidos por el usuario. Finalmente, los valores actuales de las variables controladas y los estados de los actuadores se transmiten a la estación de monitoreo remota a través de comandos Ethernet o Wi-Fi. El sistema de control de invernadero inteligente se compone de dos unidades integrales: la primera es la estación de Sensores / Actuadores y la otra es la estación de Monitoreo Remoto.

Estas dos unidades constan de sensores (sensor de humedad y temperatura y sensor de humedad del suelo), temperatura y humedad (DHT11). Placa de microcontrolador Arduino enrutador *Nano Atmega328p* Wi-Fi; y una computadora personal (PC). La primera unidad que es la estación de sensores / actuadores es el núcleo del sistema que se encarga de regular el medio ambiente del invernadero. Usando estos sensores, adquirimos las variables ambientales. Los datos se ponen a disposición de la placa Arduino, que luego calcula los valores adquiridos actuales de las variables ambientales y los compara con los valores de los umbrales establecidos. Si cualquier valor de las variables ambientales se encuentra fuera de los valores de los umbrales, el actuador correspondiente se activará para mantener la condición óptima del invernadero. La placa Arduino también lee los estados de los actuadores y transmite la información junto con los valores actuales de las variables controladas a la estación de monitoreo remota a través de Ethernet ó ruta Wi-Fi.

Con el fin de respetar los valores teóricos para el desarrollo óptimo de las plantas tendremos en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- Si la humedad relativa es menor a 65% se hará llamado al módulo que activa la electroválvula para rociar las plantas.
- Si la temperatura es menor a 22°C se hará el respectivo llamado al módulo que enciende la bombilla de calefacción.

Para tener una clara visualización de el estado actual y de todo el proceso de desarrollo de las plantas también tendremos los siguientes criterios de diseño:

- Cada vez que haya un llamado al módulo de calefacción o del módulo de riego se registrará la fecha y hora exacta y esta información será remitida hacia la base de datos. posteriormente podremos visualizar esta información como un historial de actividades en la página web.
- Cada segundo se va a monitorear el valor exacto de temperatura y humedad relativa del ambiente. información que también se refrescará cada hora en el medio de visualización que es la página web.

Componentes hardware:

- Sensor de temperatura y humedad relativa dht11
- Arduino nano Atmega328p
- Relé 2 módulos
- Electrovalvula 12vDC
- Bombilla 12v
- Protoboard
- Múltiples cables para realizar las conexiones

Componentes de software:

- Lenguaje de programación para el diseño de las funcionalidades
- Página web para mostrar los datos obtenidos.
- Base de datos para suministrar la información del hardware hacia la página

Componentes no electrónicos:

- Listón de madera(2,7 cm X 2,7 cm x 240 cm). 10 metros , para la estructura del invernadero.
- Maceta 50cmx20cm
- Manguera (2 metros)
- Cable(7 metros +/-)
- Plástico duro para cubrir el invernadero.
- Tornillos para construir el invernadero

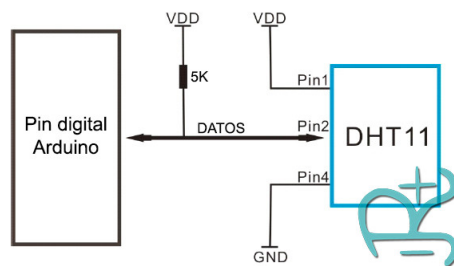
## Esquemas de Conexión Individual

### Sensor de temperatura y humedad relativa dht11

**DHT11** es uno de los sensores digitales de temperatura y humedad más baratos del mercado.

Generalmente se encuentra con algunas variantes, según las necesidades del proyecto en el cual será usado (También depende de las tiendas en donde se esté vendiendo) para ello, se cuenta con tres variantes:

- El sensor está suelto, con un encapsulado azul y cuatro pines disponibles para conectar.
- El sensor con una placa soldada, con tres pines disponibles para conectar, y una resistencia pull-up (normalmente de 4,7-10 k $\Omega$ ) presoldada.
- El mismo formato que el anterior, pero con un condensador de filtrado (normalmente de 100 nF).



100 nF).



Imagen 1 Esquema conexión DHT11

Imagen 2 Pines de acceso y conexión

### Arduino nano Atmega328p

Arduino Nano cuenta con un total de 14 pines digitales de entrada/salida, de los cuales 6 pueden ser utilizados como salidas analógicas (utilizando señales PWM).

Cuenta con 8 entradas analógicas (dos más que el Arduino UNO) con una resolución de 10 bits (1024 posibles valores). Estos pines pueden ser utilizados como digitales en caso de no ser necesarios como analógicos. La numeración de los pines analógicos utilizados como digitales en el Arduino Nano es del 14 al 21.

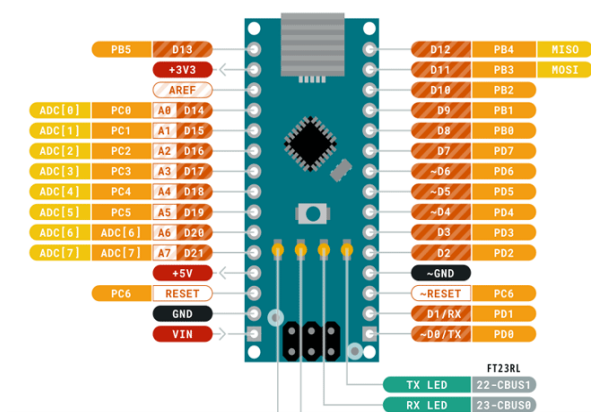


Imagen 3 *Esquema de conexión Arduino nano*

### Relé 5V DC Keyes KY019 de dos módulos

Un relé es un dispositivo electromecánico que permite a un procesador como Arduino controlar cargas a un nivel tensión o intensidad muy superior a las que su electrónica puede soportar.

Por ejemplo, con una salida por relé podemos encender o apagar cargas de corriente alterna a 220V e intensidades de 10A, lo cual cubre la mayoría de dispositivos domésticos que conectamos en casa a la red eléctrica.

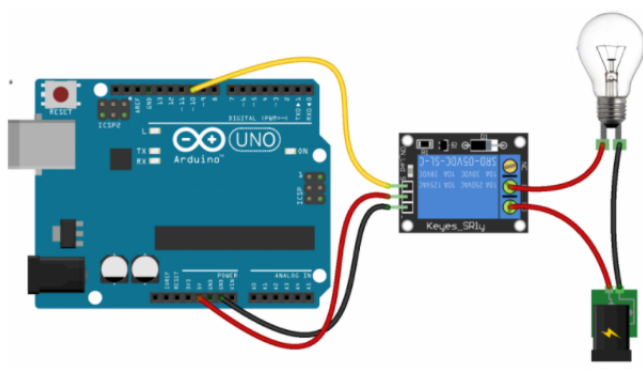
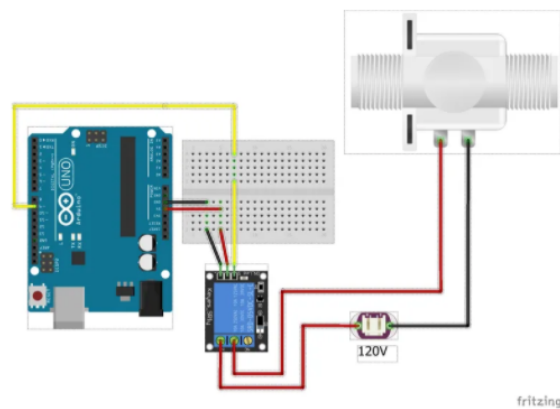


Imagen 4 *Esquema de un Relé “5V DC Keyes KY019” conectado a un bombillo*

## Electrovalvula 12vDC

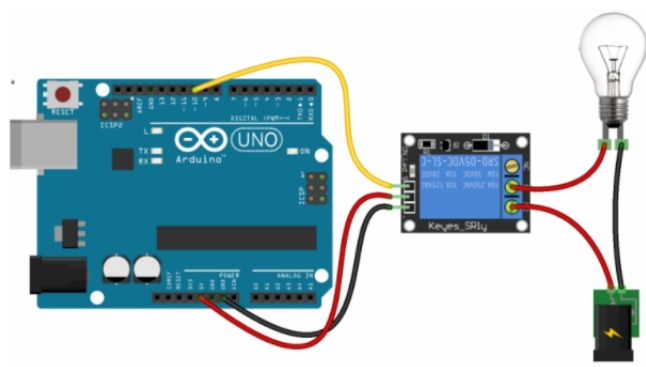
Una Electroválvula es un dispositivo mecánico activado eléctricamente que permite el paso de un fluido a través de un ducto o tubería. La válvula es activada por medio de un solenoide que permite abrirla completamente o cerrarla. Es importante conocer si la válvula está inicialmente abierta o cerrada. Esto por que si se daña quedará en la posición inicial. Algunas válvulas funcionan abriendo el flujo al ser energizada el solenoide.



**Imagen 5** Montaje del circuito para controlar una electroválvula

## Bombilla 12v

En este proyecto utilizaremos una bombilla de 12 voltios, la cual nos permitirá estabilizar la temperatura dentro del ambiente que se encuentra en el invernadero.



**Imagen 5** Esquema de un Relé conectado a un bombillo de 12v

## Protoboard

El protoboard / breadboard es un dispositivo muy utilizado para probar circuitos electrónicos. Tiene la ventaja de que permite armar con facilidad un circuito, sin la necesidad de realizar soldaduras.

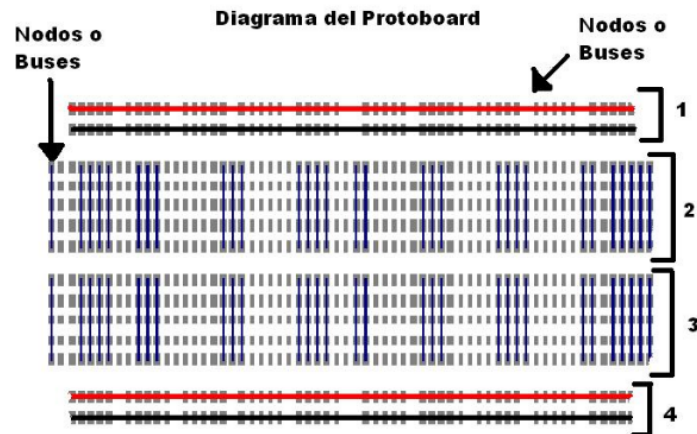


Imagen 6 Secciones de una protoboard

### Datos de componentes Técnicos

**Tabla 1** *Sensor de Humedad y Temperatura DTH11*

<b>Especificaciones técnicas Sensor de Humedad y temperatura DTH11</b>
Tensión de alimentación de 3 a 5 voltios
Corriente máxima de alimentación 2.5 mA
Rango de humedad relativa 20% a 80% con 5% de exactitud
Rango de temperatura de 0 a 50°C con +-2°C de exactitud
Velocidad de 1 medida por segundo
Tamaño 15.5mm x 12mm x 5.5mm
Conexión de 4 pines

**Tabla 2** *Arduino Nano Atmega328p*

Microcontrolador Nano: ATmega328
Voltaje de operación: 5 V
Voltaje de entrada : 7-12V
Voltaje Máx/ Mín : 6-20 V
Entrada/Salida Digitales I/O: 14
Canales PWM: 6
Entradas Analógicas: 8
Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) 2 KB bootloader
Memoria SRAM: 2 KB (ATmega328)
Memoria EEPROM: 1 KB (ATmega328)
Velocidad del reloj: 16 MHz
Largo: 45 mm
Ancho: 18 mm
Peso: 5 g

**Tabla 3** *Relé 5V DC Keyes KY019 de dos módulos*

Voltaje de Operación: 5V DC
Señal de Control: TTL (3.3V o 5V)
Nº de Relays (canales): 2 CH
Modelo Relay: SRD-05VDC-SL-C
Capacidad máx: 10A/250VAC, 10A/30VDC
Corriente máx: 10A (NO), 5A (NC)
Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms



Para activar salida NO: 0 Voltios
Entradas Optoacopladas
Indicadores LED de activación

**Tabla 4** *Electroválvula 12vDC*

Voltaje de operación: 12V DC
Corriente de operación: 0.6A
Potencia consumo: 8W
Temperatura de funcionamiento: 5°C a 100°C
Presión de funcionamiento mínima: 0.02 MPa (0.2 Bar = 2.04 mca)
Presión de funcionamiento máximo: 0.8 MPa (8 Bar = 81.6 mca)
Tiempo de respuesta (apertura): $\leq 0.15$ s
Tiempo de respuesta (cerrado): $\leq 0.3$ s
Conector tubería: Rosca externa 1/2" NPS Macho
Reposo: Normalmente cerrado
Tipo de válvula: Diafragma
Adecuado para agua y fluidos de baja viscosidad
No se recomienda para aplicaciones que usan solo la gravedad, por la presión mínima de funcionamiento
Material cuerpo: Plástico ABS
Dimensiones: 85*60*26 mm

## Cronograma de actividades

**Tabla 5** *Cronograma Actividades Segunda Entrega*

Segunda Entrega	
Actividades	Tiempo Estimado
Diagrama de Flujo	23 de marzo y 25 de Marzo
Presupuesto	30 de marzo
Esquemas de conexión Integrado de todos los componentes a utilizar	1 de Abril y 6 de Abril
Definición de uso de los criterios de diseño	8 de Abril y 13 de Abril
Total	Entrega---Posterior

**Tabla 6** *Cronograma Actividades Tercera Entrega*

Tercera Entrega	Tiempo Estimado
Identificación de los componentes	15 de abril
Montaje del circuito	20 de abril y 22 de abril
Generación de la primera parte del código Entrada-Proceso-Salida	27 de abril y 29 de abril
Prueba de escritorio del código	4 de mayo
Montaje del código al simulador/Placa de programación	4 de mayo y 6 de mayo
Pruebas iniciales	11 de mayo
Total	Entrega

**Tabla 7** *Cronograma Actividades Cuarta Entrega*

Cuarta Entrega	Tiempo Estimado
Evaluación del Sistema Completo	13 de mayo y 18 de mayo
Comentarios (Experiencias)	20 de mayo
Conclusiones	25 de mayo
29 de mayo de 2021 último día de clases	Entrega

## **BIBLIOGRAFÍA**

Guia tecnica del cultivo de limon persico - PROGRAMA NACIONAL DE FRUTAS DE EL SALVADOR

### **Proyectos guía**

[Proyecto guía número uno](#)

[Proyecto guía número dos](#)

### **Sensor de temperatura y Humedad**

[Esquema de conexión individual](#)

[Datos técnicos](#)

### **Arduino Nano**

[Esquema de conexión individual](#)

[Datos técnicos](#)

### **Relé de dos Módulos**

[Esquema de conexión individual](#)

[Datos técnicos](#)

### **Electroválvula**

[Esquema de conexión individual](#)

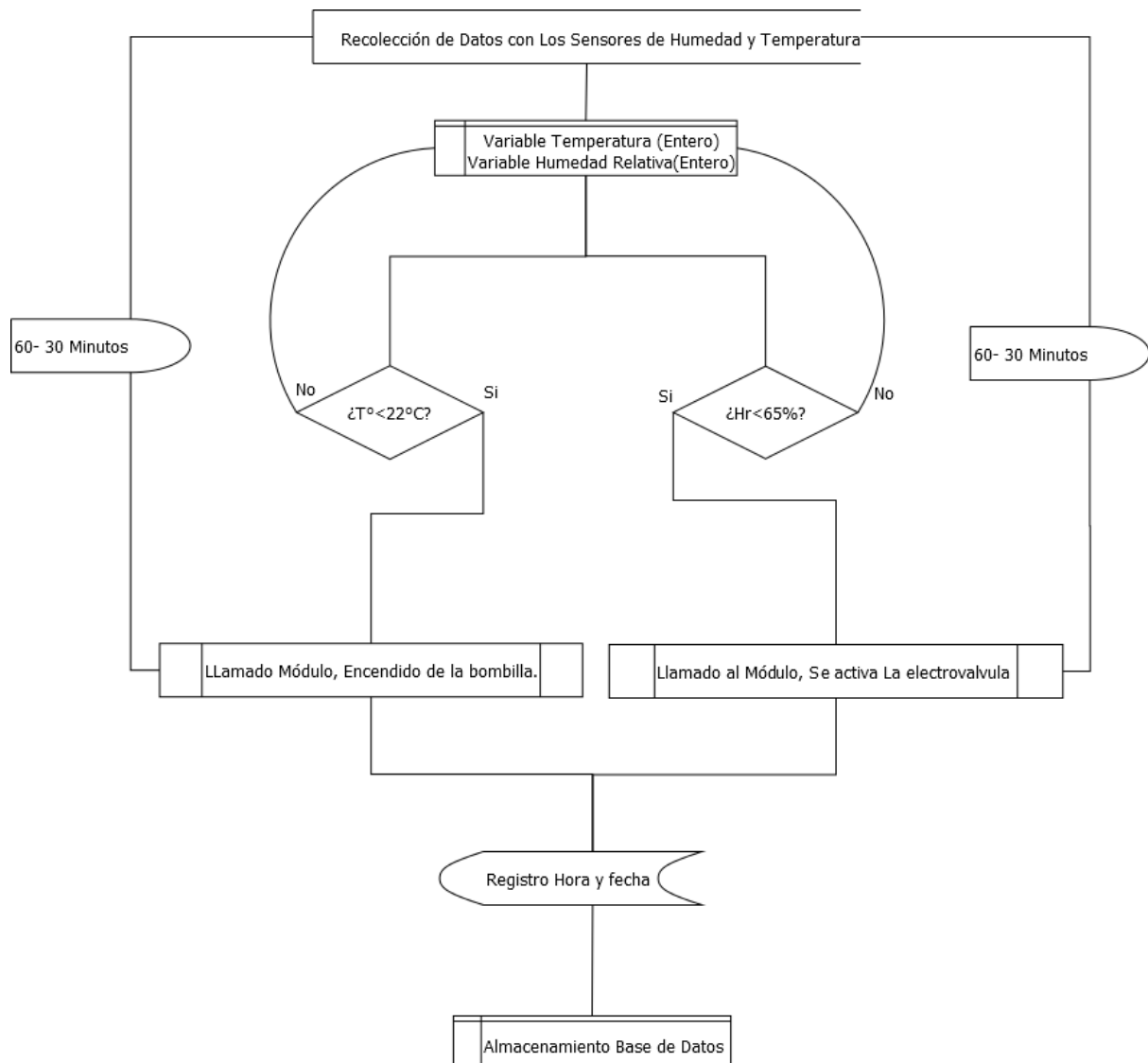
[Datos técnicos](#)

### **Protoboard**

[Esquema de conexión individual](#)

## SEGUNDA ENTREGA

Diagrama de Flujo.



Presupuesto