
**INSTITUTO TECNOLÓGICO
“PADRE ANTONIO BERTA”**

R. M. 091/2012

CARRERA: ELECTRÓNICA



**DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE RIEGO
HIDROPÓNICO**

Trabajo final para optar al grado académico de Técnico Superior, otorgado por el Instituto Tecnológico Padre Antonio Berta.

Postulante:

Jefferson Mauricio Aguilar Serrano

Tutor:

Ing. Gabriel Urrutia Zelada

Colcapirhua - Cochabamba

2021

INDICE	pag
INTRODUCCION:	1
1.1. Tema	3
1.2. Diagnóstico y justificación	3
1.3. Planteamiento y formulación del problema técnico / tecnológico.....	3
1.4. Objetivos generales y específicos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivo específico	4
1.5. Enfoque metodológico	4
MARCO TEORICO	7
2.1. Agricultura hidropónica	7
2.1.1. Antecedentes	7
2.1.2. Primeros pasos	7
2.1.2.1. Primeros escritos	8
2.1.2.2. Usos exitosos.....	8
2.1.3. Sistema hidropónico	8
2.1.3.1. Tipos de hidroponía	9
2.1.3. Nutrientes	10
2.2. Fluidos	10
2.2.1. Principios de fluidos.....	10
2.2.2. Flujo en tuberías.....	11
2.2.2.1. Tubería	11
2.2.2.2. Régimen de flujo	12
2.2.2.3. Factor de fricción	12
2.2.2.4. Perdidas mayores	13
2.2.2.5. Perdida de presión	13
2.2.2.6 Ecuación de Bernoulli	13
2.3. Tanque.....	13
2.4. Motor eléctrico	14
2.4.2. Motor DC	15
2.4.3. Motor AC	15
2.5. Microcontrolador	16
2.5.2. Estructura	16

2.5.2.2. Harvard	17
2.5.3. PIC	17
2.5.4. Arduino	17
2.6. Invernaderos	18
2.7. Sensor	19
PROPUESTA DE INNOVACION O SOLUCION DEL PROBLEMA	20
3.1. Sistema de control.....	20
3.2. Dimensionamiento del microcontrolador	21
3.3. Dimensionamiento del Sensor de temperatura y humedad.....	22
3.4. Dimensionamiento del reloj externo.....	24
3.5. Dimensionamiento del sensor de nivel.	25
3.6. Dimensionamiento de la bomba de agua.....	27
3.7. Dimensionamiento de la pantalla LCD.....	28
3.8. Dimensionamiento de la fuente de alimentación.....	29
3.9. Implementación.....	31
RESULTADOS ESPERADOS	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
Conclusiones.....	38
Recomendaciones.....	39
FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFIA	41
ANEXOS	

INTRODUCCION:

Los cultivos aplicados con sistemas hidropónicos han permitido con el pasar de los años, tener productos de buena calidad, alargando el ciclo del cultivo, permitiendo producir en lugares de difíciles condiciones, obteniendo no solo calidad, también cantidad. Adicionalmente se deben tener en cuenta que, con un método hidropónico, la preocupación sobre excesos de fertilizantes, pesticidas, clima, problemas de tierra se disminuyen de la ecuación, teniendo ventajas como:

- Ahorro de energía
- Manejo automatizado
- Ahorro en mano de obra
- Ahorro en uso de sustratos
- Mayor producción en menos espacio
- Menor pérdida en uso de fertilizantes. Solo se utilizan los necesarios.

Actualmente se busca perfeccionar el sistema mediante el uso de programación en forma automatizada. La producción tecnificada ha llevado a introducir factores de manejo que permiten regular el medio ambiente, los sistemas de automatización que existen en el mercado para controlar los parámetros climáticos son innumerables. Es así como mediante el uso de invernaderos se ha logrado crear condiciones ambientales que llevan a optimizar el crecimiento y desarrollo de las plantas, con el fin de aumentar su productividad y calidad.

Los parámetros mas relevantes que intervienen en el control de un sistema hidropónico son los relacionados con el clima, riegos, CO₂, humedad, temperatura, luminosidad, pH, etc. Con el uso de controladores se obtiene la mayor regulación climática lo cual implica un mejor control y por ende un aumento de la cantidad y calidad de la cosecha.

La automatización de sistemas hidropónicos es muy popular en distintos países, ya que un alto porcentaje de las cosechas se pierden por el descuido del personal que tiene que vigilar los plantíos las 24 horas del día, entre los descuidos más comunes están:

- Planta deshidratada: por no regar a tiempo.
- Planta ahogada: por exceso de riego.
- Plantas asfixiadas: por el exceso de temperatura
- Plantas con poco crecimiento: por no nutrir a las plantas debidamente
- Plantas quemadas: por exceso de frío
- Plantas con plagas:

CAPITULO

I

1.1. Tema

Diseño y automatización de un sistema de riego hidropónico.

1.2. Diagnóstico y justificación

La hidroponía permite rendimientos muy altos en la producción, sin embargo, requiere un control continuo que permita al productor verificar todos los parámetros involucrados en la producción de sus hortalizas.

Por tal motivo, se plantea diseñar un sistema de automatización y control que permita al productor disminuir pérdidas en su producción debido principalmente a variaciones de temperatura, horarios de riego, humedad lo cual permitirá establecer mecanismos de control preventivo y correctivo de manera inmediata en los cultivos hidropónicos.

1.3. Planteamiento y formulación del problema técnico / tecnológico

El principal problema en una siembra tradicional rige en:

Se necesita mucho espacio para más producción.

Se requiere de condiciones óptimas para una cosecha con altos nutrientes.

Factores externos pueden arruinar toda la cosecha.

La mancha urbana crece cada vez más.

1.4. Objetivos generales y específicos

1.4.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de automatización de riego hidropónico.

1.4.2. Objetivo específico

- Identificar las necesidades de un sistema de riego aplicado a la hidroponía.
- Diseñar un circuito, según las necesidades de riego para el ciclo de trabajo de la misma.
- Implementar el circuito diseñado a la estructura de un sistema de riego hidropónico.
- Verificar el correcto funcionamiento del circuito y sus componentes en el sistema hidropónico.
- Incorporar un tablero con una pantalla LCD para informar los horarios de riego.
- Realizar pruebas y calibración del sistema

1.5. Enfoque metodológico

Para el desarrollo del proyecto de grado se aplicará la metodología experimental.

La metodología experimental de una investigación cubre varias etapas del método científico. Primeramente, se procederá a definir la hipótesis y objetivos de la investigación, es decir del sistema de riego hidropónico, posterior a eso se pasa a definir cómo van a ser contrastadas estas hipótesis, lo que exige determinar qué variables deben ser consideradas en el proyecto.

Una vez definidas estas variables, es fundamental establecer cómo van a ser medidas dichas variables y, posteriormente, cómo serán analizadas. Todas estas operaciones serán incluidas en la etapa de diseño experimental. Por otro lado, una vez determinada la forma en la que se debe llevar a cabo la toma de datos y el análisis de las variables obtenidas, hay que pasar a la acción,

es decir, se pasará a implementar el proyecto con la metodología propuesta.
Esta fase posterior al diseño experimental se divide en:

La ejecución experimental u obtención de datos,
El procesamiento y filtrado de los datos obtenidos.
El análisis de los datos obtenidos.
Diseño experimental

El diseño experimental es la determinación de cómo se va a desarrollar el experimento u observación. De este modo, trata de definir las variables que deben ser observadas, la relación entre elementos, cómo van a ser las variables medidas y cómo se procederá a analizar los datos obtenidos.

El proceso de observación, cuyo objetivo es la recogida de datos a través de un determinado método.

Procesamiento de datos

La etapa relativa al procesamiento de datos contiene dos fases, la reducción de datos y la clasificación y organización de los datos. La reducción de datos es el proceso mediante el cual se extraen y se organizan los datos brutos, es decir, los datos que han sido recogidos a través de las observaciones realizadas. Durante este proceso se debe comprobar que no se ha producido ningún cambio en el desarrollo del proyecto, se simplificara los datos recogidos y se realizara algunos comentarios o notas que podrían ser relevantes para la posterior etapa de análisis. Además, se realizará el proceso de filtrado de los datos brutos tan pronto como sea posible tras el desarrollo de la toma de datos con el fin de conocer si esta ha sido ejecutada correctamente y los valores de las variables que se está recogiendo son correctos.

Análisis de datos

En esta etapa final de la metodología experimental trata de definir conclusiones y aclaraciones

derivadas de los datos recogidos de acuerdo al propósito de la investigación y a las hipótesis planteadas.

A lo largo de esta etapa se hará referencia a dos aspectos: el análisis y la interpretación. Mientras que el análisis de los datos se centra en hacer explícitas las propiedades, notas y características adicionales derivadas de las tablas, la interpretación de los datos está ligada a la determinación de la significancia y alcance científico de estas propiedades y características.

CAPITULO

II

MARCO TEORICO

2.1. Agricultura hidropónica

La hidroponía es un conjunto de técnicas que permite el cultivo de plantas en un medio libre de suelo, al cual se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo.

Permite producir plantas principalmente de tipo herbáceo aprovechando lugares como azoteas, suelos infértiles, terrenos escabrosos, etc.

2.1.1. Antecedentes

Antiguas civilizaciones practicaban el cultivo hidropónico con sus diferencias que lo hacen única. Entre las más destacadas están los:

Incas: Cavaban zanjas al lado de las plantas para que estas no se murieran por el frío y posean los nutrientes necesarios todo el tiempo.

Azteca: Crearon jardines flotantes llamados chinampas, hechas de cañas, bejucos del lago Tenochtitlan.

2.1.2. Primeros pasos

La hidroponía se viene practicando desde hace mucho tiempo, sin embargo, no fue hasta los años 50 que se consideró como una alternativa al cultivo. Después de la segunda guerra mundial la armada de los Estados Unidos construyó 100 acres de enormes invernaderos para proveer a sus tropas con vegetales frescos. Las fincas hidropónicas operaron hasta mediados de los años 60.

2.1.2.1. Primeros escritos

Jan Van Helmont fue uno de los primeros que escribió un ensayo sobre la hidroponía, probando también que las plantas se comunican entre ellas.

Posteriormente sus contemporáneos expandirían la información.

2.1.2.2. Usos exitosos

Los alemanes Sachs y Knop fueron los primeros en hacer crecer las plantas en un solución nutritiva poniéndole de nombre “ Nutricultura “.

Se uso durante la segunda guerra mundial para alimentar al ejército Nazi.

En 1938 el profesor Gericke de la universidad de California logro hacer cultivos de manera comercial.

2.1.3. Sistema hidropónico

Un sistema es un conjunto de elementos relacionados entre si que trabaja como un todo de manera organizada.

Un sistema hidropónico consiste el trabajo conjunto de ciertos elementos para la producción de ciertas plantas que pueden ser alimentadas por medio de nutrientes, que estos se reparten por una estructura y a su vez esta puede estar dentro de un invernadero.

2.1.3.1. Tipos de hidroponía

Los sistemas de cultivo hidropónico se dividen en dos grandes grupos.

- Cerrados, que son aquellos en los que la solución nutritiva se recircula distribuyendo los nutrientes de forma continua. Entre las más usadas esta la técnica de película nutritiva o NFT
- Abiertos, llamados también a solución perdida ya que por cada ciclo de riego se debe implementar una nueva solución nutritiva. En este caso, la más usada es el cultivo en raíz flotante o DWC

2.1.3.1.1. Sistema NFT

La técnica de la solución nutritiva recirculante más conocida como NFT (Nutrient Film Technique), fue desarrollada en Inglaterra por el Dr. Allan Cooper, esta principalmente destinado a la producción de hortalizas.

El sistema NFT se basa en el flujo permanente de una solución nutritiva a través de caños o tubos de los que el cultivo toma los elementos necesarios para su nutrición.

2.1.3.1.2. Sistema DWC

El sistema de raíz flotante es ideal para el cultivo de plantas de bajo tamaño por ejemplo las lechugas y algunas plantas aromáticas, al tener las condiciones ambientales adecuadas propicia que el ciclo de la planta disminuya y obtengas cosechas con buenos rendimientos antes de lo esperado.

Consiste en desarrollar las plantas sobre superficies de plastoforno que se mantiene a flote sobre contenedores de soluciones nutriciones

2.1.3. Nutrientes

Como todo ser vivo, una planta requiere alimentarse. La diferencia está en que una planta puede crear su propio alimento con los nutrientes que le rodean, como ser:

- Aire, donde se encuentra la luz del Sol y el dióxido de carbono.
- Agua, principal elemento que servirá como medio de transporte para los nutrientes.
- Nutrientes, requeridos en gramos por litro tales como: Nitrógeno, Fosforo, Fosfato, Potasio, Calcio, Magnesio y Sodio.
- Micronutrientes, requeridos en miligramos por litro, como ser: Hierro, Zinc, Boro, Níquel y Cloro.

2.2. Fluidos

2.2.1. Principios de fluidos

Un fluido tiene la característica de cambiar de forma, según el lugar y recipiente donde se encuentre. Consta de 6 características que son:

- **Viscosidad:** Indica la resistencia del líquido al flujo, está relacionado con la fricción interna del líquido.
- **Densidad:** Se llama densidad a la relación entre la masa y el volumen que ocupa un cuerpo.
- **Presión de vapor:** Es la presión que ejerce el vapor sobre un líquido en un sistema cerrado a una temperatura determinada, en la que el líquido y el vapor se encuentran en equilibrio dinámico.

- **Punto de fluidez:** Es la temperatura más baja a la que se puede bombear un fluido antes que se solidifique.
- **Comprensibilidad:** Es una propiedad de la materia la cual hace que todos los cuerpos disminuyan el volumen al someterlos a una presión o compresión determinada.
- **Temperatura:** Es el principal factor que afecta el rendimiento y funcionamiento del fluido.

2.2.2. Flujo en tuberías

Las tuberías son el método más usado para transportar un fluido de un punto a otro, en la cual las características de un fluido y el diámetro de las tuberías a emplear se fusionan.

2.2.2.1. Tubería

Un tubo es el medio en el cual se distribuye un fluido de un lugar a otro. Este a su vez varía en su funcionamiento según su:

- **Diámetro interno:** A menor diámetro, hay más fricción y por tanto más pérdida carga.
- **Longitud de la tubería:** A mayor longitud hay mayores pérdidas de carga en la tubería.
- **Rugosidad relativa:** Si las paredes internas se incrementan, la fricción también, por tanto, hay más pérdida de carga.

2.2.2.2. Régimen de flujo

Cuando un fluido se está moviendo de un lugar a otro, por medio de tubos, puede hacerlo de tres diferentes formas, según el número de reynols:

- **Régimen laminar:** El fluido es ordenado y suave. Se mueve de manera paralela, se da siempre y cuando los reynols no excedan de 1500 a 2000
- **Régimen intermedio o transitorio:** Se produce entre los reynols 2000 y 6000. Es el punto medio entre un régimen laminar y turbulento.
- **Régimen turbulento:** El flujo se mezcla a escala molar. El número de Reynols se expresa en la siguiente formula: $Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$

2.2.2.3. Factor de fricción

El factor de fricción se considera una pérdida en un fluido, pero puede ser controlada por formulas.

- Factor de fricción teórico par flujo laminar: $f_{teor} = \frac{64}{Re}$

- Factor de fricción teórico para flujo transitorio

$$f_{teor} = \frac{0,316}{Re^{1/4}}$$

- Factor de fricción para el flujo turbulento

$$f_{teor} = \frac{0,25}{\left[\log \frac{1}{3,7 \frac{\epsilon}{D}} + \left(\frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]}$$

2.2.2.4. Perdidas mayores

Representa la altura que un fluido debe superar con una bomba.

La ecuación de Darcy permite ver la pérdida de carga.

$$H_f (\text{pies}) = 0,00259 f * (L(\text{pul}) * Q^2(\text{gpm})) / D^5 (\text{pul})$$

2.2.2.5. Pérdida de presión

La pérdida de presión es el resultado de las fuerzas de fricción ejercidas sobre un fluido dentro de un sistema de tuberías, resistiendo su flujo. Mientras aumenta la pérdida de presión, también aumenta la energía requerida por las bombas.

2.2.2.6 Ecuación de Bernoulli

Relaciona los cambios de presión con los cambios de velocidad y la altura a lo largo de una línea de tubería. Para aplicar la ecuación el flujo debe ser incompresibles, el fluido se mueve en régimen estacionario y se considera la gravedad únicamente.

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{V_1^2}{2 * G} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{V_2^2}{2 * G}$$

2.3. Tanque

Un tanque de almacenamiento es un depósito que se utiliza para manipular y almacenar diferentes sustancias como por ejemplo gases, líquidos, productos de origen químico y petróleos, entre otros. Según su uso varían en cómo están hechos.

- **Simple pared:** Mayormente hechos con fibra de vidrio y con un marco que mantiene su forma.
- **Isotérmicos:** Cuentan con una cámara de aislamiento y un forro exterior de acero inoxidable o aluminio. Su principal función es aislar térmicamente, conservando la temperatura del producto en el interior, así como evitar pérdidas energéticas de frío o calor hacia el exterior.
- **Asépticos:** Pueden esterilizarse con vapor y en ciertos casos requieren de una inertización, normalmente con nitrógeno, debido a la naturaleza del producto, el cual requiere evitar su contacto con el aire del ambiente. Esta inertización se lleva a cabo mediante una válvula especial.
- **A presión:** Permite una mejor conservación del producto. Evitando que el aire lo pueda oxidar. Para ello se utilizan válvulas especiales que permiten regular la entrada de aire estéril o nitrógeno, manteniendo la presión constante.

2.4. Motor eléctrico

Un motor es una máquina que intercambia energía eléctrica a mecánica de rotación por medio de campos magnéticos variables. Se compone de tres partes principales:

- **Estator:** Parte fija del motor
- **Rotor:** Parte móvil del motor
- **Bobinas:** Enrollado de cobre que produce campos magnéticos al ser alimentados por un voltaje. Según donde se encuentre pueden ser:

Bobinas inducidas, dentro del rotor o **Bobinas inductoras**, dentro del estator.

El motor eléctrico se divide en dos grandes grupos dependiendo si es alimentado con corriente alterna (AC) o directa (DC).

2.4.2. Motor DC

Un motor de corriente continua (DC) funciona con una fuente que posea una salida de voltaje de corriente continua, la cual se puede conseguir de una pila, batería o cargador. Los motores de corriente continua se clasifican según la forma como estén conectados sus bobinas.

- **Serie:** Sus bobinas están conectadas en serie, su velocidad aumenta con la carga.
- **Compound:** Posee dos bobinas independientes, uno en serie con el rotor y el otro en derivación con el circuito formado por las bobinas, con la disposición de sus bobinas ganan más fuerza.

2.4.3. Motor AC

Trabajar desde 110 voltios, funcionan generalmente bajo los principios del magnetismo y según sus fases se clasifican en:

- **Monofásicos:** Una sola fase.
- **Bifásicos:** Dos fases desplazadas a 90° una de la otra
- **Trifásicos:** Tres fases desplazadas a 120° entre si.

Un motor de corriente alterno también se puede dividir en:

- **Asíncronos:** Se denomina asíncrono al motor que gira por debajo de la velocidad de sincronismo
- **Síncronos:** Su velocidad del rotor y del campo magnético son iguales.

2.5. Microcontrolador

Un microcontrolador es una pequeña computadora que permite controlar dispositivos externos por medio de programación (software) y pines(hardware)

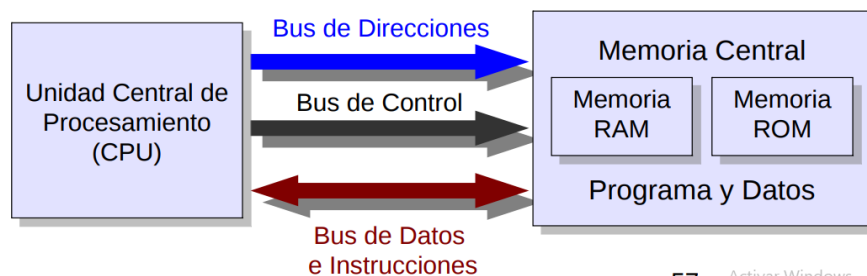
2.5.2. Estructura

La mayoría de los microcontroladores maneja dos estructuras, dependiendo su dirección de datos y el almacenamiento.

Independientemente de su estructura, poseen ciertas partes similares, que son:

- Memoria RAM
- Memoria ROM
- Unidad de Procesamiento Central (CPU)
- Bus de direcciones.
- Bus de control.
- Bus de datos e instrucciones.

2.5.2.1. Von-Neumann



57 Activar Windows
Ve a Configuración para activar

Figura N°1 – Arquitectura von-Neumann

Fuente: Libro Desarrollo de sistemas embebidos.

Su principal característica es que utiliza el mismo bus de direcciones para acceder a dispositivos de almacenamiento de datos y las instrucciones.

2.5.2.2. Harvard

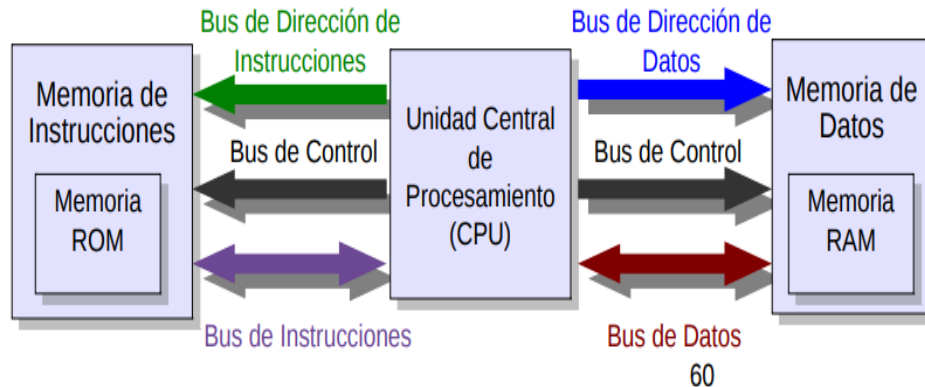


Figura N°2 – Arquitectura Harvard

Fuente: Libro Desarrollo de sistemas embebidos.

Su nombre proviene de la computadora Harvard Mark 1 que almacenaba las instrucciones en cintas perforadas y los datos en interrupciones.

Para una respuesta mas rápida a los datos tiene una memoria cache, donde se almacena datos que se usan con mayor frecuencia.

2.5.3. PIC

Es el microcontrolador más antiguo en el mercado, posee varias familias con diferentes tipos de almacenamiento (8,16,32 bit), varía según la utilidad que se le va dar, se puede programar en CCS, C++ , C y Asembler.

2.5.4. Arduino

Arduino es una plataforma de prototipos de electrónica de código abierto basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar.

Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino y el entorno de desarrollo Arduino. Entre las placas más utilizadas están:

- Arduino UNO, la primera en lanzarse al mercado con una placa con entrada USB para programación.
- Arduino NANO, similar al Uno, pero de mayor tamaño.
- Arduino LEO, Posee el mismo microcontrolador que le Uno y Nano, su diferencia varia en los pines que tiene de más.

2.6. Invernaderos

Un invernadero es una construcción que permite la delimitación de un compartimiento de cultivo, en el cual el clima difiere del existente al aire libre. La orientación de un invernadero mayormente está en dirección norte – sur, por la distribución de la luz uniforme.

Habitualmente un invernadero está dotado de una cubierta exterior translúcida de vidrio o de plástico, que permite el control de la temperatura, la humedad y otros factores ambientales, que se utiliza para favorecer el desarrollo de las plantas.

Según el lugar y necesidad pueden variar en:

- Túnel, con una alta resistividad a los vientos y fácil instalación.
- Caja, no apto para materiales flexibles.
- Capilla, construcción de mediana a baja complejidad, con materiales de bajo costo

El material con el que está hecho un invernadero puede ser:

- Vidrio
- Plástico
- Policarbonato

Siendo el vidrio más costoso pero eficiente.

2.7. Sensor

Un sensor es un dispositivo que detecta el cambio en el entorno que le rodea y responde a ese cambio. Convierte un fenómeno físico en un voltaje analógico o digital medible y que puede ser vista desde una pantalla.

Un sensor se considera correcto cuando posee:

- Una exactitud entre el valor real de la variable y el valor medido
- El cambio más pequeño se puede medir.
- rapidez de respuesta.
- Un margen de error aceptable.

Un sensor se puede clasificar en:

- Su funcionamiento, activos que requieren de una fuente externa para su funcionamiento o pasivos que no requieren de una fuente.
- Señales que proporcionan, analógicas o digitales
- Su tarea específica, Posición, fotoeléctricos, magnéticos, temperaturas, humedad, etc.
- Elementos de fabricación, mecánico, resistivos, capacitivos, etc.

CAPITULO

III

PROPUESTA DE INNOVACION O SOLUCION DEL PROBLEMA

3.1. Sistema de control

El sistema hidropónico para que funcione según lo requerido, necesita de ciertos componentes, para que cumpla su tarea correctamente. El sistema consta de entradas, proceso y salidas. Las entradas reaccionan o monitorean los factores externos, mandando un pulso o mensaje en un intervalo de tiempo, posteriormente el proceso se encarga de analizar todos los mensajes y dar su respuesta respectivamente, para activar las salidas según la necesidad.

En la Figura N°3 se puede ver detalladamente las entradas y salidas requeridas para el sistema de control.

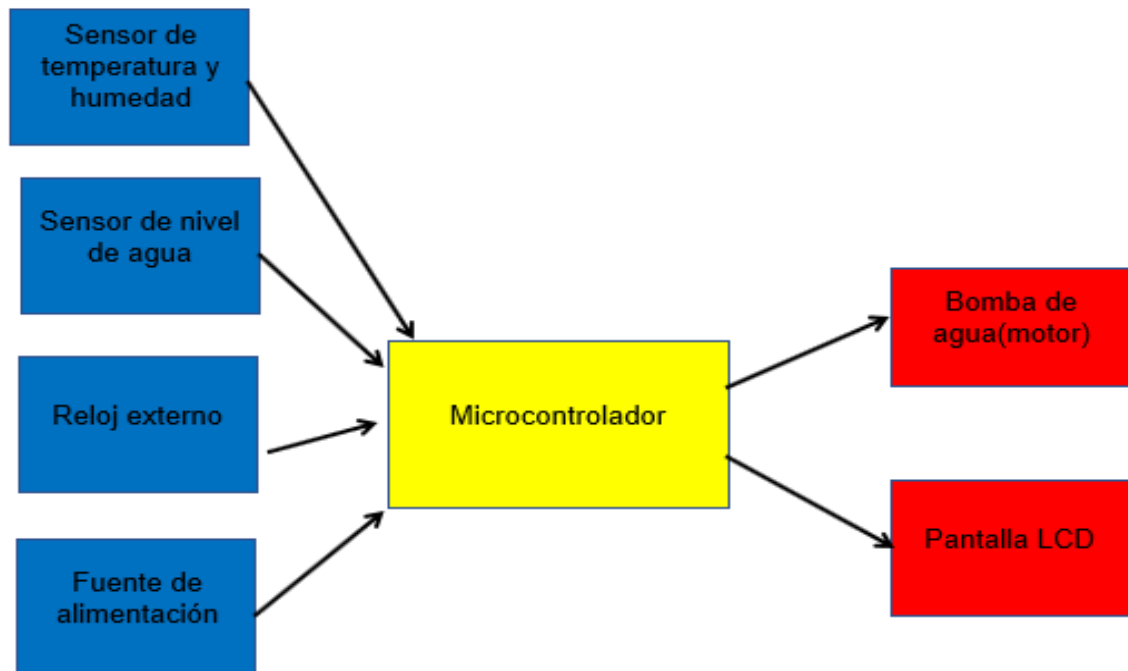


Figura N°3 – Diagrama de bloques

Fuente: Propia

3.2. Dimensionamiento del microcontrolador

Es importante especificar que microcontrolador a usar para dicha tarea, debe contar con la cantidad de pines de entradas necesarios para conectar los sensores, la capacidad suficiente para responder a los mensajes de los sensores y dar una respuesta rápida por medio de las salidas.

Este microcontrolador debe tener como mínimo 8 entradas, de estas 2 analógicas y 6 salidas digitales, adicionalmente 3 salidas digitales dando un total 11 pines.

Microcontrolador				
	Arduino UNO	Pro mini	PIC 18F4550	PIC 16F877A
Voltaje	5 – 12 Vcc	3,35 – 12 Vcc	5 – 7 Vcc	5 – 7 Vcc
Amperios	500 – 74 Ma	500 – 74Ma	25Ma	30Ma
Pin dig i/o	14	14	35	33
PWM pines digitales i/o	6	6	1	2
Pin analiig	6	6	13	10
Memoria Flash	32 KB	32 KB menos 2KB	24KB	8KB
Velocidad reloj	16 Mhz	8Mhz	48Mhz	20Mhz
Amperios por pin	20Ma y 50Ma(3,3Vcc)	40Ma	30Ma	30Ma

Tabla N°1 – Microcontroladores

Fuente: Propia en base de hoja de datos

Una vez comparados los microcontroladores en la Tabla N°1, la mejor elección es el Arduino UNO, aunque los demás microcontroladores tengan similitudes, la diferencia está en el manejo simple de este microcontrolador, su fácil programación e información disponible.

En la Figura N°4, se observa que se puede alimentar, grabar el código y usar directamente sin necesidad de otros componentes. Para más información ver Anexo 1.



Figura N°4 - Arduino UNO

Fuente: www.Arduino.com

3.3. Dimensionamiento del Sensor de temperatura y humedad

El sensor de temperatura y humedad se encarga de controlar la temperatura ambiente dentro del invernadero, para mantener estos parámetros en un rango óptimo que favorezca al crecimiento y salud de las plantas.

Según la especie, una planta puede sobrevivir a determinadas temperaturas máximas de calor y frío, si se sobrepasan dichas temperaturas, la planta puede morir por helada o insolación.

El sensor a dimensionar debe tener las siguientes características:

- Medir temperaturas desde -10°C hasta 50°C
- Debe tener una alimentación de 5 voltios

Sensor de humedad y temperatura			
	DHT11	DHT22	LM35
Voltaje	3 - 5,5 Vcc	3,3 - 6 Vcc	4 - 30 Vcc
Amperios	1 – 2,5mA	1 – 2,5mA	300 – 500mA
Temperatura	0°C a 50°C	-40°C a 80°C	-55° C a 150°C
Precisión	+2°C	+0,5°C	+0,5°C
Resolución	8 bits	16 bits	-
Muestra/segundo	0,5 s	0,5 s	-
humedad relativa	20 – 90 %	0 – 100%	-

Tabla N°2 – Sensor de humedad y temperatura

Fuente: Propia en base de hoja de datos

Como se puede ver en la Tabla N°2, el sensor que cumple con los requerimientos del sistema hidropónico, es el sensor DHT22.

Su rango de temperatura es el necesario para el control de un invernadero, es de señal analógica, y demanda muy poca alimentación de voltaje.

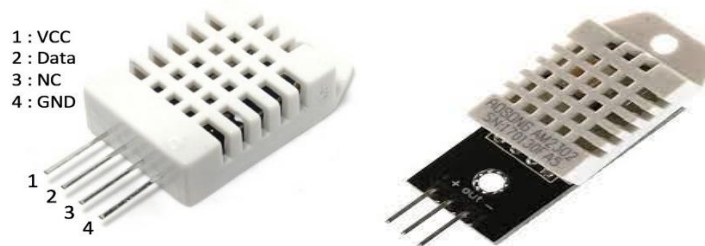


Figura N°5 – Sensor DHT22

Fuente: Automatización para todos

Como se muestra en la Figura N°5, dicho sensor se le puede encontrar suelto o con modulo, pero el funcionamiento es el mismo. La información detallada se encuentra en el Anexo 2.

3.4. Dimensionamiento del reloj externo

Un reloj externo es un circuito que esta fuera del microcontrolador y que actúa como reloj, pero no es más que una oscilación de pulsos. Puede estar hecho de cristales de cuarzo, cerámica o una resistencia y un capacitor. Dentro del sistema hidropónico cumple la función de controlar los tiempos de riego, activación y desactivación de las bombas de agua, gracias al reloj externo, el microcontrolador solo espera para la activación y desactivación de los componentes.

Reloj externo		
	DS3231	DS1307
Voltaje	2,3 - 5,5 Vcc	4,5 - 5,5 Vcc
Amperios	200 - 300 μ A	200 - 300 μ A
Voltaje (pila)	2.3 - 5,5 V bat	2 - 3,5 V bat
Amperios externos(pila)	70 - 150 μ A	300 - 500 μ A
Error estimado	1 - 2 min por año	2 - 5 min por año
Temp. de trabajo	0 a 70°C	0 a 70°C
Frec. de salida	32.768 khz	32.768 khz

Tabla N°3 – Reloj externo

Fuente: Propia en base de hoja de datos

Como se puede ver en la Tabla N°3, el error de precisión en el reloj DS3231 es mínimo, es menos afectado por el ruido externo de otros componentes y resistente a temperaturas.

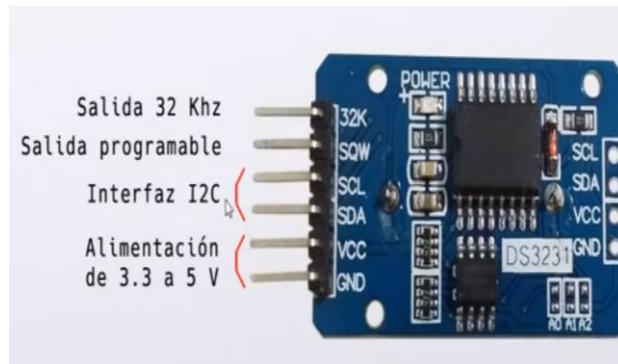


Figura N°6 – RTC DS3231

Fuente: Bitwise Ar

En la Figura N°6, se aprecia el reloj externo con sus patillas de alimentación y de comunicación con el cual se comunica y coordina con el proceso. Muy aparte posee una alimentación auxiliar en su parte posterior que permite guardar el horario ya establecido.

Para más detalles del DS3231, ver Anexo 3.

3.5. Dimensionamiento del sensor de nivel.

El sistema hidropónico trabaja con agua, el cual es la principal fuente de nutrientes y distribución para las plantas. Para que su recurso y distribuidor principal no falte, se utiliza un sensor de nivel en el tanque, el cual es el encargado de monitorear el tanque con respecto a sus niveles de agua .

Sensor de nivel				
	ZP5210	MPX5010	HCSR04	indicador de agua, base ULN2003
Voltaje	5 - 100 Vcc	4,7 - 5,25 Vcc	5 Vcc	5 - 30 Vcc
Amperios	300ma - 0,5 A	7 - 10 mA	15 - 2mA	500mA
Sensibilidad		450 kPa	""	""
Nivel de medición	Solo tope	Solo fondo	Solo tope	Ocho posiciones

Tabla N°4 – Sensor de nivel

Fuente: Propia en base de hoja de datos

Como se muestra en la Tabla N°4 y la Figura N°7, se puede apreciar que el sensor de nivel de agua ZP5210 aprovecha la densidad del agua para indicar el nivel del agua y así saber en todo momento cuando el tanque esta vacío, medio vacío o lleno, para mas detalle ver Anexo 4.



Figura N°7 – ZP5210

Fuente: Techno GDL

3.6. Dimensionamiento de la bomba de agua

La bomba de agua, es el encargado de distribuir el agua y de esta manera llevar los nutrientes a todas las plantas.

Su uso en el sistema hidropónico va dirigido a la alimentación y oxigenación de las plantas.

La bomba de agua solo requiere como límite ¼ de hp, consumo de energía baja y una cámara con paletas para que impulse el agua.

Bomba de agua			
	M231	RS-360	ZYW380
Voltaje	220 – 240 Vac	3 a 9 Vcc	12 Vcc
Amperios	0,2 A	-	1000mA
Dimensiones	9 x 8 x 6 centímetros	Motor 27x32mm Cabeza 45x37x28m	Aproximadamente 7,7 cm (L) x 4,2 cm (A) x 6,5 cm (H)
Revoluciones	-	1/2L/m	800l /h

Tabla N°5 – Bomba de agua

Fuente: Propia en base de hoja de datos



Figura N°8 – Bomba desagüe lavadora

Fuente: Amazon.es

La Tabla N°5 muestra que la mejor opción para el sistema hidropónico es la bomba de agua M231, por sus paletas para impulsar el agua, bajo consumo y tamaño apropiado.

Cuando el microcontrolador envíe la señal, activará un relé y este hará la conmutación para que la bomba se puede activar. Para más detalle, ver Anexo 5.

3.7. Dimensionamiento de la pantalla LCD

Cuando un sensor mide los parámetros a los que se le este asignado, los envía al microcontrolador, pero, en ningún momento se puede ver la lectura de los sensores. En este punto es donde se requiere una pantalla LCD (Liquid Crystal Display) para que se pueda asegurar que el sistema trabaja correctamente y dar un seguimiento de las acciones.

Pantalla LCD			
	LCD 16x2	LCD 32x4	LCD Grafica
Voltaje	5 Vcc	5 Vcc	5 Vcc
Amperios	300 – 500mA	300 – 500mA	300 – 500mA
Comunicación	SI	SI	-
I2C			

Tabla N°6 – Pantalla LCD

Fuente: Propia en base de hoja de datos



Figura N°9 – Pantalla LCD

Fuente: CircuitDigest

Para el sistema hidropónico, como se muestra en la Tabla N°6 y la Figura N°9, se necesitará el lcd 16x2, por ser el mas pequeño y manejable de los demás mencionados. Para mas detalles, ver Anexo 6.

3.8. Dimensionamiento de la fuente de alimentación

Una vez ya seleccionado los dispositivos de entrada, salida y el microcontrolador. Es necesario determinar el consumo de tensión y corriente de cada componente que conforma el sistema, para dimensionar una fuente de alimentación de manera correcta.

Voltajes		
	5 Vcc	220 Vac
DHT11	x	
Reloj	x	
Sensor por cables	x	
Pantalla LCD	x	
Bomba de agua		x

Tabla N°7 – Voltajes

Fuente: Propia en base de hoja de datos

Consumo		
	DC	AC
DHT22	2,5 mA	
Reloj	300 mA	
Sensor por cables	300 mA	
Pantalla LCD	300 mA	
Bomba de agua		0,2 A
Consumo total	0,9 A	

Tabla N°8 – Consumo

Fuente: Propia en base de hoja de datos

En la Tabla N°7 de voltajes, se reconoce que hay dos tipos de alimentación, donde uno es de voltaje continuo y otro de altero.

Mientras en la Tabla N°8 de consumo (Amperios), existe dos clases, los de corriente continua y los de corriente alterna, en la cual solo importa saber el total sumado de todas las corrientes continuas, dando como resultado 0,9 Amperios, casi un amperio. Entonces:

La fuente deberá tener como mínimo 1 amper, para no tener dificultades posteriores se dimensionara una fuente con una corriente superior a 1 amper y su voltaje de alimentación será de 5 voltios. Posteriormente en lo que respecta los voltajes alternos y la corriente alterna, está ya viene en las instalaciones eléctricas domiciliarias.

Fuente de alimentación			
	FNT-05	NVIDIA Jetson nano	U100TSA
Voltaje de alimentación	110 – 220 VAC	110 – 220 VAC	110 – 220 VAC
Voltaje salida	5 VDC	5 VDC	5 VDC
Amperios	5ADC	4 ADC	2 ADC
Potencia	25 W	20 W	10 W

Tabla N°9 – Fuente de alimentación

Fuente: Propia en base de hoja de datos

Como se puede ver en la Tabla N°9, la fuente de alimentación llamada U100TSA cumple con los requerimientos para el sistema hidropónico, para más detalles ver Anexo 7.

3.9. Implementación

Para la etapa de implementación del proyecto de grado, resulto conveniente desarrollar un circuito impreso (PCB), el cual albergara a todos los componentes que forman parte del proyecto.

Como se muestra en la Figura N°10 y Figura N°11, el diseño de PCB se desarrolló en el software **esayEDA**, este cuenta con una amplia librería de

componentes, disponibles en cualquier momento (internet) para la simulación del circuito o para el desarrollo de la placa PCB, incluso si en el caso que no existiera un componente disponible para su puesta en placa, easyEDA permite crear componentes con las medidas y funciones que requiera el proyecto, para mas detalles ver Anexo 8.

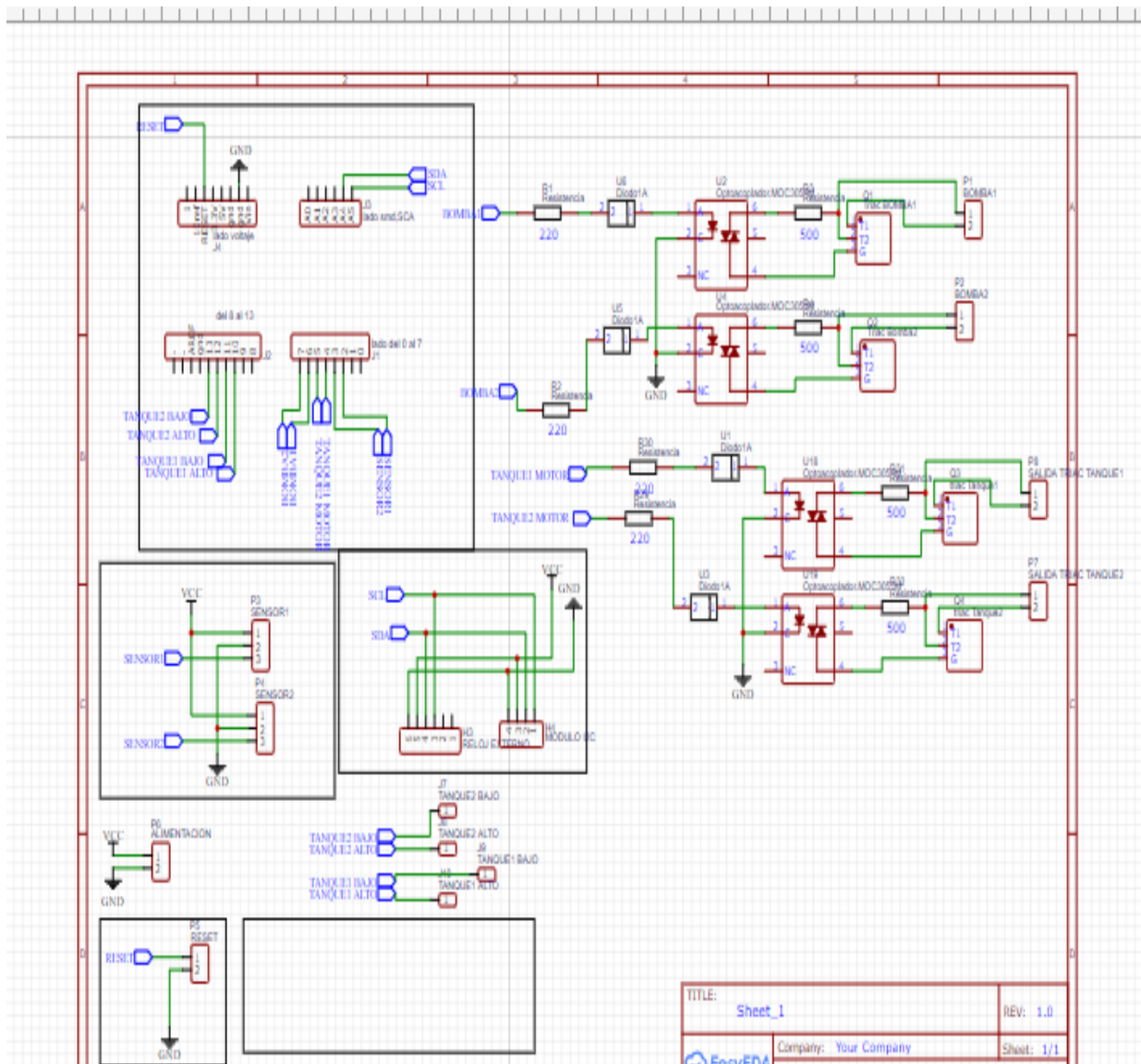


Figura N°10 – Diseño del circuito

Fuente: Diseño propio

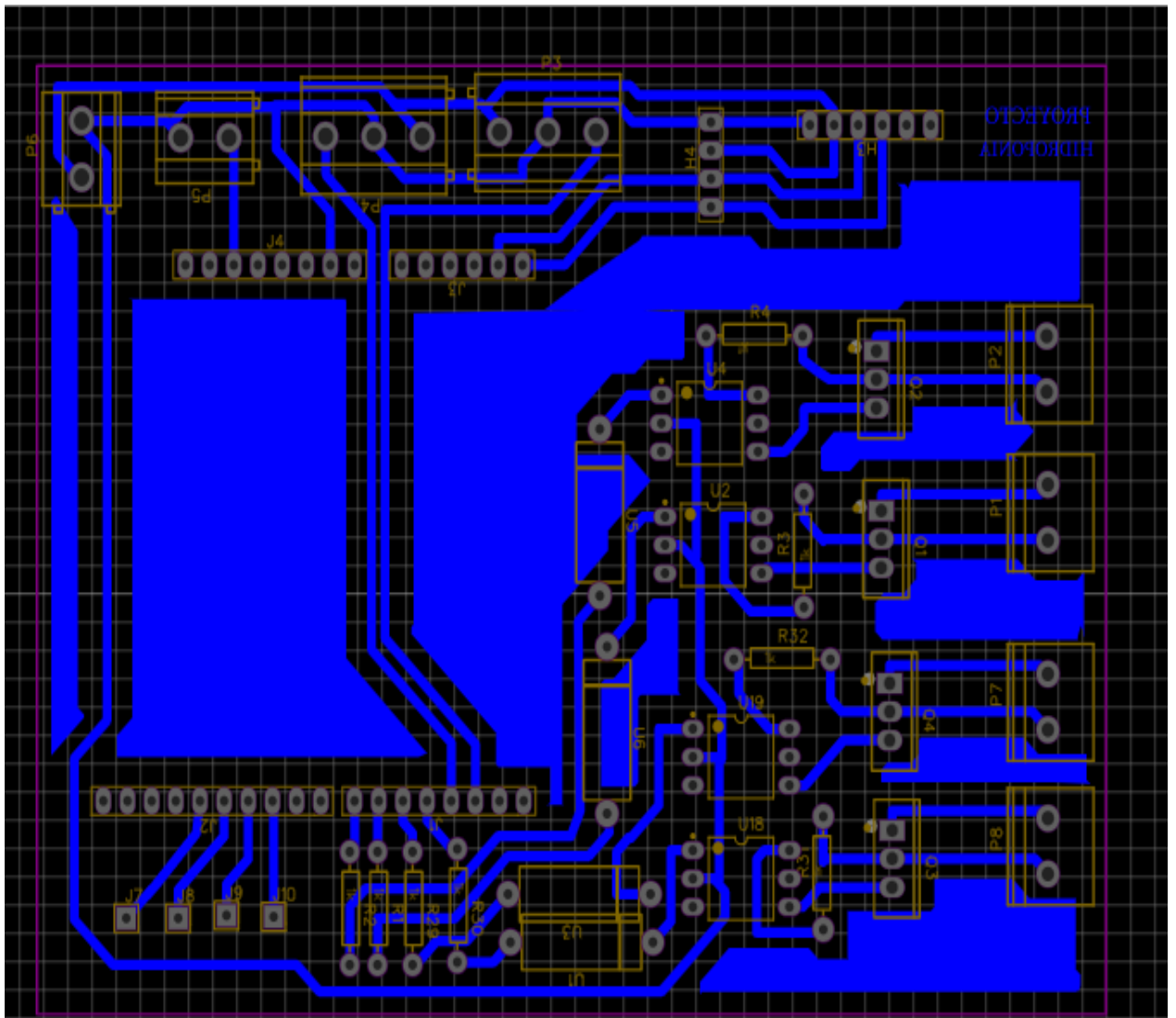


Figura N°11 – Diseño placa PCB

Fuente: Diseño propio

Este circuito impreso en una placa, está alimentada por 5 voltios, el microcontrolador activará y desactivará las salidas, las cuales activan las bombas de agua para el riego, apoyándose por el reloj externo para especificar los horarios de activación de las bombas y mostrando de manera visual por la pantalla LCD el tiempo de riego y la medida de temperatura, además de contar con un indicador de nivel de agua que se activara cuando uno de los dos tanques estén vacíos, activando un motor para el llenado de este.

Posteriormente, el diseño fue puesto a prueba en un protoboard para verificar su funcionamiento. Antes de llegar a las pruebas en protoboard se trató de virtualizar todo el proyecto, sin embargo, el software de simulación no reconocía la totalidad del proyecto y presentaba una falla en un momento determinado. Tratando de solucionar este problema, antes del proceso de ensamblarlo en el protoboard se realizó la verificación del correcto funcionamiento de cada componente integrante del sistema hidropónico.

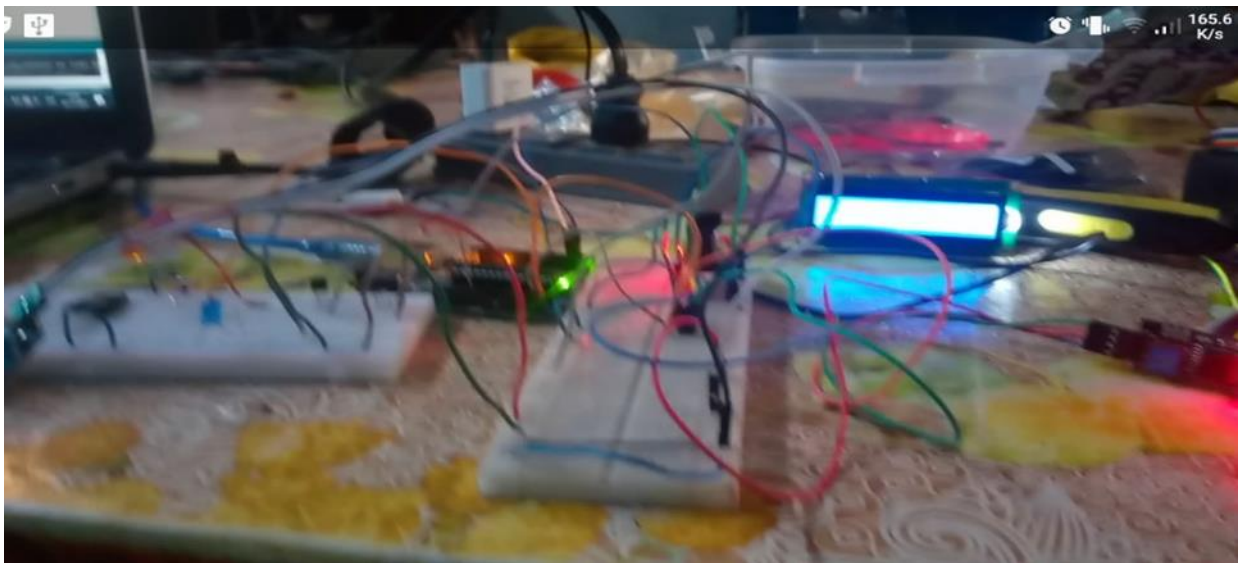


Figura N°12 – Prueba protoboard

Fuente: Diseño propio

El proyecto en el protoboard funciono perfectamente cumpliendo los parámetros requeridos.

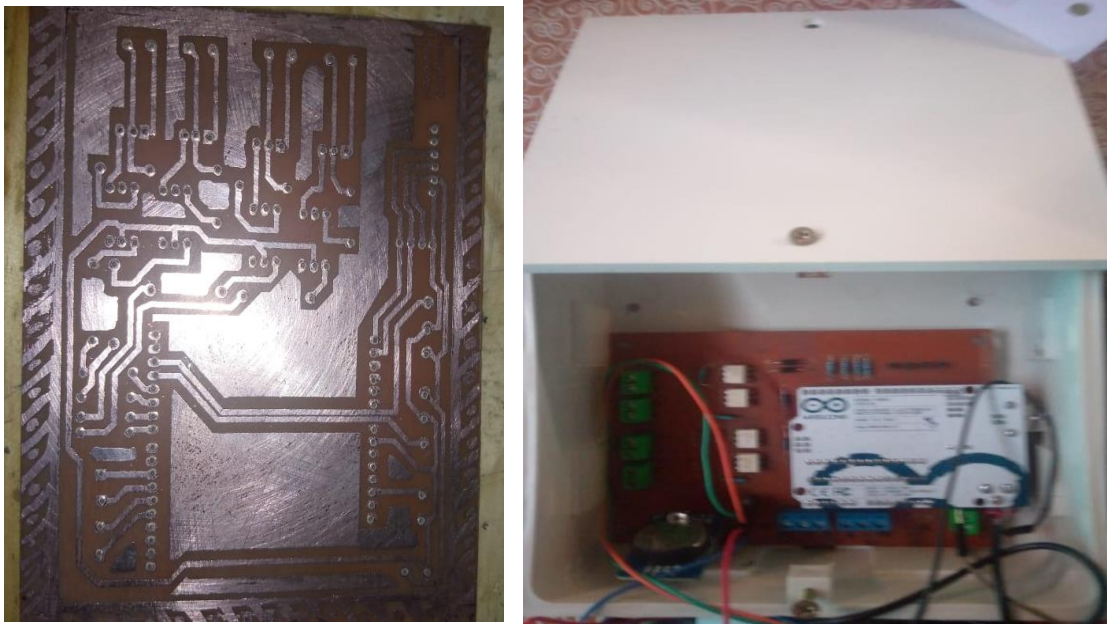


Figura N°13 – Placa PCB

Fuente: Diseño propio

Una vez realizadas las pruebas en protoboard y reconocidos los posibles factores de errores, se procedió al quemado en placa del circuito, como se ve en la Figura N°13 y a la puesta en caja de protección donde se encontrará el circuito en placa PCB, para más detalle ver Anexo 9.

Como se muestra en la Figura N°14 y Figura N°13, la etapa de control y potencia están separados, para evitar interferencias en el microcontrolador debido a campos magnéticos causados por la corriente alterna.

En la caja de potencia, Figura N°14 se aprecia la pantalla LCD, donde se mostrara los horarios de riego y la medición de los sensores y cuatro interruptores, los cuales controlan el modo manual del proyecto, en caso que el operario desee realizar una limpieza o usar la bomba de agua individualmente, además de contar con dos testigos que indican la activación de las bombas respectivamente, para más detalles ver Anexo 10.



Figura N°14 – Caja protectora de potencia

Fuente: Diseño propio.

Después que el microcontrolador envió la señal y activó la etapa de potencia, comienza el movimiento del agua en un sistema cerrado que consiste en un conductor (tubo PVC), la bomba de agua que actúa como impulsador, tanque de almacenamiento y las plantas, como se ve en la Figura N°15.



Figura N°15 – Sistema de riego
Fuente: Diseño propio.

RESULTADOS ESPERADOS

- Con el proyecto de grado, se espera que el sistema de riego tenga horarios exactos y que su margen de error sea aceptable (1 min de retraso por año). Además de adquirir autonomía y evitar ser controlado por un operador todo el tiempo, sino cuando sea necesario.
- La pantalla LCD mostrara los parámetros medidos por los sensores de temperatura y los horarios de riego que van pasando según la programación dada.
- El microcontrolador enviara las señales a las salidas, apoyándose con el reloj externo para controlar el tiempo, las salidas a su vez, dependiendo la situación, serán activadores de componentes (por medio de un relé) que requerirán de mayor alimentación.
- Hacer posible la producción de lechuga en condiciones ambientales limitadas, mejorar el uso de agua, generados por desperdicio y descuido del operario

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se diseñó un sistema de riego hidropónico para su automatización, cumpliendo los requerimientos establecidos para el cuidado de las plantas y calidad del producto final óptimo.
- Se identifico las necesidades de un sistema de riego aplicado a la hidroponía, la cual varía según la zona donde se encuentra el invernadero, el material utilizado en la estructura del invernadero y el producto a desarrollarse.

- El circuito para el riego hidropónico fue diseñado según sus necesidades que consisten en:
 - La distribución del agua a las plantas
 - Control de la temperatura ambiente
 - Muestra de la temperatura y los horarios de riego por medio de una pantalla
- Se implemento de forma correcta el sistema diseñado, este actúa de una manera rápida y precisa.
- En el sistema hidropónico se incorporó una pantalla que muestra los valores de la temperatura captados por los sensores y las horas establecidas de riego dirigidas por el reloj externo. La pantalla muestra de forma visual los datos de temperatura y tiempo que atraviesa el sistema de riego.

Recomendaciones

Este proyecto de grado fue diseñado para una estructura hidropónica de 20 tubos, 50 lechugas por cada tubo, dos tanques de agua, una bomba y una malla como invernadero. Si se ampliaría este proyecto o se desearía implementar en otras zonas, prever:

- Realizar un estudio previo con respecto al clima, sobre la zona donde se ubicará la estructura hidropónica.
- Identificar el material con el cual el invernadero será hecho y según el material realizar las necesidades del sistema hidropónico, como, por ejemplo:

Si el invernadero fuera hecho de policarbonato, el sistema hidropónico requerirá de un sistema de ventilación en caso de que el sol caliente el interior del invernadero.


- Si la producción de lechugas será mayor a la de este proyecto, considerar motores mayores a $\frac{1}{4}$ de hp, un microcontrolador con mayores pines de entradas y salidas analógicas y digitales.
- Hacer un chequeo de funcionamiento de los componentes y el microcontrolador cada 6 meses para verificar el factor de error aceptable
- Realizar el mantenimiento cada 6 meses y verificar el horario de riego.

FUENTES DE INFORMACION Y BIBLIOGRAFIA

- Oasis Grower Solutions – MANUAL DE PRODUCCION DE LECHUGA
- Omar Rojas Cardona, Jessica Zulaydi Vaca, Yeison Adalbert Vaca Lozano - DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA INVERNADERO HIDROPÓNICO
- Gabriel Saavedra Del R. Ing. Agrónomo, Ph. D. / INIA La Platina, Fabio Corradini S. Ing. Agrónomo, M. Sc. / INIA La Platina - MANUAL DE PRODUCCION DE LECHUGA – Instituto de desarrollo agropecuario – instituto de investigación agropecuaria
- First Edition August 2007 - MANUAL DE PROGRAMACION ARDUINO - Traducido y adaptado: José Manuel Ruiz Gutiérrez
- Jose Luis Huayanay Villar, Julio Ore Garcia DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE CONTROL DE BOMBAS DE AGUA EN UN CULTIVO HIDROPONICO EN EL ENTORNO ARDUINO
- Ing. Jose Carlos Lopez Arenales - MOTORES ELECTRICOS
- Prof. JORGE L, PATIÑO V. Lic. En tecnología Eléctrica. MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA - Instituto Profesional y Técnico de Veraguas
- I.E.S. ANDRÉS DE VANDELVIRA - MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA
- José Beltrano y Daniel O. Gimenez (coordinadores) – CULTIVO EN HIDROPONIA

ANEXOS

Anexo 1. Arduino

 **STORE** PRODUCTS ▾ NEW PRODUCTS MOST

[Overview](#) [Tech Specs](#) [Documentation](#) [Faq's](#)

Tech specs

MICROCONTROLLER	ATmega328P
OPERATING VOLTAGE	5V
INPUT VOLTAGE (RECOMMENDED)	7-12V
INPUT VOLTAGE (LIMIT)	6-20V
DIGITAL I/O PINS	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM DIGITAL I/O PINS	6
ANALOG INPUT PINS	6
DC CURRENT PER I/O PIN	20 mA
DC CURRENT FOR 3.3V PIN	50 mA

 **STORE** PRODUCTS ▾ NEW PRODUCTS MOST P

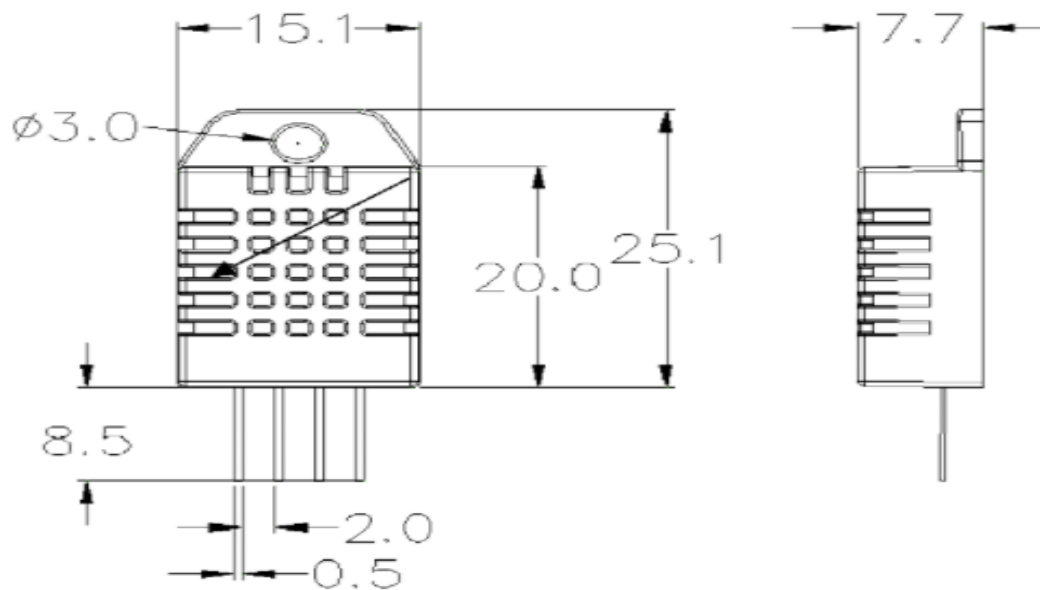
[Overview](#) [Tech Specs](#) [Documentation](#) [Faq's](#)

DC CURRENT PER I/O PIN	20 mA
DC CURRENT FOR 3.3V PIN	50 mA
FLASH MEMORY	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
CLOCK SPEED	16 MHz
LED_BUILTIN	13
LENGTH	68.6 mm
WIDTH	53.4 mm
WEIGHT	25 g

Anexo 2. Sensor DHT22

3. Technical Specification:

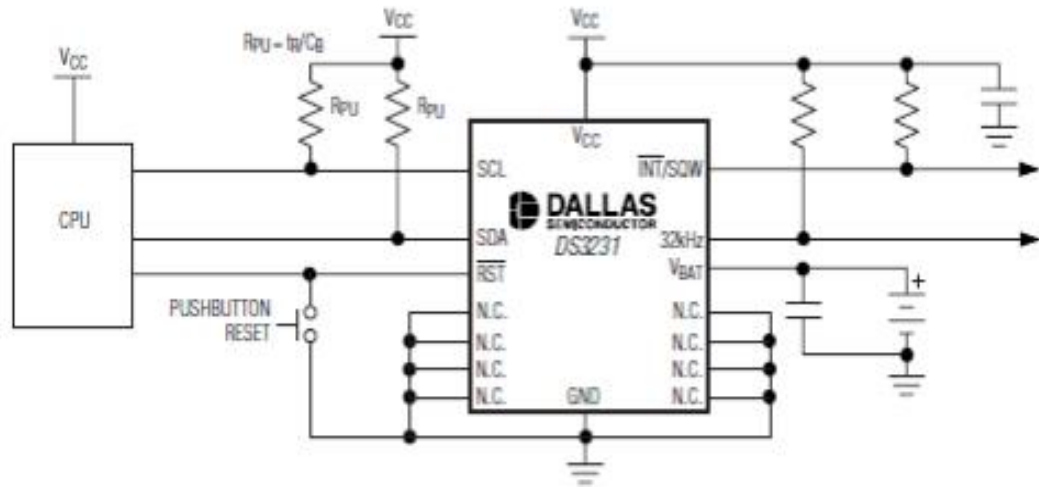
Model	DHT22
Power supply	3.3-6V DC
Output signal	digital signal via single-bus
Sensing element	Polymer capacitor
Operating range	humidity 0-100%RH; temperature -40~80Celsius
Accuracy	humidity $\pm 2\%$ RH(Max $\pm 5\%$ RH); temperature ± 0.5 Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH; temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity $\pm 1\%$ RH; temperature ± 0.2 Celsius
Humidity hysteresis	$\pm 0.3\%$ RH
Long-term Stability	$\pm 0.5\%$ RH/year
Sensing period	Average: 2s
Interchangeability	fully interchangeable
Dimensions	small size 14*18*5.5mm; big size 22*28*5mm



Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD----power supply
2	DATA--signal
3	NULL
4	GND

Anexo 3. Reloj externo DS3231



Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal

DS3231

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on VCC, VBAT, 32kHz, SCL, SDA, RST, INT/SQW Relative to Ground.....-0.3V to +6.0V
 Operating Temperature Range (noncondensing).....-40°C to +85°C
 Junction Temperature.....+125°C

Storage Temperature Range.....-40°C to +85°C
 Lead Temperature (Soldering, 10s).....+260°C/10s
 Soldering Temperature.....See the Handling, PC Board Layout, and Assembly section.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	VCC		2.3	3.3	5.5	V
	VBAT		2.3	3.0	5.5	V
Logic 1 Input SDA, SCL	VIH		0.7 x VCC	VCC + 0.3		V
Logic 0 Input SDA, SCL	VIL		-0.3	+0.3 x VCC		V
Pullup Voltage (SDA, SCL, 32kHz, INT/SQW)	VPU	VCC - 0V			5.5V	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = 2.3V to 5.5V, VCC > VBAT, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.) (Typical values are at VCC = 3.3V, VBAT = 3.0V, and TA = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Supply Current	ICCA	(Notes 3, 4)	VCC = 3.63V		200	µA
			VCC = 5.5V		300	
Standby Supply Current	ICCS	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off (Note 4)	VCC = 3.63V		110	µA
			VCC = 5.5V		170	
Temperature Conversion Current	ICCS CONV	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off	VCC = 3.63V		575	µA
			VCC = 5.5V		650	
Power-Fail Voltage	VPF		2.45	2.575	2.70	V
Logic 0 Output, 32kHz, INT/SQW, SDA	VOL	IOL = 3mA			0.4	V
Logic 0 Output, RST	VOL	IOL = 1mA			0.4	V
Output Leakage Current 32kHz, INT/SQW, SDA	ILO	Output high impedance	-1	0	+1	µA
Input Leakage SCL	ILI		-1		+1	µA
RST Pin I/O Leakage	IOL	RST high impedance (Note 5)	-200		+10	µA
VBAT Leakage Current (VCC Active)	IBAT LKG			25	100	nA

Extremely Accurate I²C-Integrated RTC/TCXO/Crystal

DS3231

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 2.3V to 5.5V, V_{CC} > V_{BAT}, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Typical values are at V_{CC} = 3.3V, V_{BAT} = 3.0V, and T_A = +25°C, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Frequency	f _{OUT}	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V		32.768			kHz
Frequency Stability vs. Temperature (Commercial)	Δf/OUT	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V, aging offset = 00h	0°C to +40°C	±2			ppm
			>+40°C to +70°C	±3.5			
Frequency Stability vs. Temperature (Industrial)	Δf/OUT	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V, aging offset = 00h	-40°C to <0°C	±3.5			ppm
			0°C to +40°C	±2			
			>+40°C to +85°C	±3.5			
Frequency Stability vs. Voltage	Δf/V			1			ppm/V
Trim Register Frequency Sensitivity per LSB	Δf/LSB	Specified at:	-40°C	0.7			ppm
			+25°C	0.1			
			+70°C	0.4			
			+85°C	0.8			
Temperature Accuracy	Temp	V _{CC} = 3.3V or V _{BAT} = 3.3V		-3		+3	°C
Crystal Aging	Δf/t ₀	After reflow, not production tested	First year	±1.0			ppm
			0-10 years	±5.0			

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 2.3V to 5.5V, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Active Battery Current	I _{BATA}	E _{OSC} = 0, BBSQW = 0, SCL = 400kHz (Note 4)	V _{BAT} = 3.63V	70			μA
			V _{BAT} = 5.5V	150			
Timekeeping Battery Current	I _{BATT}	E _{OSC} = 0, BBSQW = 0, EN32kHz = 1, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V _{BAT} (Note 4)	V _{BAT} = 3.63V	0.84	3.0		μA
			V _{BAT} = 5.5V	1.0	3.5		
Temperature Conversion Current	I _{BATTC}	E _{OSC} = 0, BBSQW = 0, SCL = SDA = 0V or SCL = SDA = V _{BAT}	V _{BAT} = 3.63V	575			μA
			V _{BAT} = 5.5V	650			
Data-Retention Current	I _{BATTD}	E _{OSC} = 1, SCL = SDA = 0V, +25°C		100			nA

Anexo 4. Nivel de agua vertical ZP5210

ZP5210 Sensor de nivel de agua vertical



El sensor de nivel de líquido es un interruptor flotador, este dispositivo es utilizado para medir el nivel de líquido dentro de un tanque, el sensor puede activar una bomba, una alarma u otros dispositivos. Utiliza este sensor en una pecera, aires acondicionados, tanques de agua, y otras más aplicaciones, donde se requiera controlar el nivel de líquido.

Este sensor de nivel de líquido se compone de un interruptor y un flotador magnético de láminas, el interruptor de láminas magnético esta dentro del encapsulado de la barra guía, cuando el flotador sube y baja con el nivel de líquido, sus imanes internos atraen al interruptor de lámina magnéticos, con el fin de detectar la posición de nivel de líquido como un control de nivel de líquido.

- Material: Polímero y PP
- Represión de contacto (Max): 10 Watts
- Voltaje del switch (Max): 50 VDC
- Corriente del switch (Max): 0.5 A



Anexo 5. BOMBA DE AGUA

Información de producto

Detalles técnicos

Fabricante	Askoll
Identificador de producto del fabricante	M231 XP
Dimensiones del paquete	16 x 14 x 2 cm; 200 gramos
Referencia del fabricante	M231 XP
Fuente de alimentación	Con cable.
Incluye baterías	No
Necesita baterías	No
Peso del producto	200 g

Información adicional

ASIN	B07L6VCL6Q
Valoración media de los clientes	★★★★★ 8 valoraciones 4,8 de 5 estrellas
Clasificación en los más vendidos de Amazon	nº4,349 en Grandes electrodomésticos (Ver el Top 100 en Grandes electrodomésticos) nº680 en Repuestos y accesorios para lavadoras
Producto en Amazon.es desde	16 diciembre 2018

Ayúdanos a mejorar

¿Quieres informarnos sobre un precio más bajo? ▾

Descripción del producto

Original Askoll produce bomba de desagüe de lavadora sincrónica adecuada para los siguientes modelos: t17051, 17308, 17343e. Apto como repuesto de muchas lavadoras diferentes como: AEG,Electrolux 132069901,Privileg, Bauknecht, Constructa, Zanussi, Genuine,Arthur Martin, Corbero, EGE, Elektro Helios, Foll. aure, Husqvarn. a, Juno, Kelvinator, LLOYDS Neckermann, Marijines, Matura, Quelle, Rosenlew, Seppelfricke, Therna, V-Zugg, Zanker, Zoppas, Creda. Pieza de repuesto original.

Activar Windows

Ve a Configuración para activar Windows



Anexo 6. PANTALLA LCD

Sr. No	Pin No.	Pin Name	Pin Type	Pin Description	Pin Connection
1	Pin 1	Ground	Source Pin	This is a ground pin of LCD	Connected to the ground of the MCU/ Power source
2	Pin 2	VCC	Source Pin	This is the supply voltage pin of LCD	Connected to the supply pin of Power source
3	Pin 3	V0/VEE	Control Pin	Adjusts the contrast of the LCD.	Connected to a variable POT that can source 0-5V
4	Pin 4	Register Select	Control Pin	Toggles between Command/Data Register	Connected to a MCU pin and gets either 0 or 1. 0 -> Command Mode 1-> Data Mode
5	Pin 5	Read/Write	Control Pin	Toggles the LCD between Read/Write Operation	Connected to a MCU pin and gets either 0 or 1. 0 -> Write Operation 1-> Read Operation
6	Pin 6	Enable	Control Pin	Must be held high to perform Read/Write Operation	Connected to MCU and always held high.
7	Pin 7-14	Data Bits (0-7)	Data/Command Pin	Pins used to send Command or data to the LCD.	<u>In 4-wire mode</u> Only 4 pins (0-3) is connected to MCU <u>In 8-Wire Mode</u> All 8 pins(0-7) are connected to MCU
8	Pin 15	LED Positive	LED Pin	Normal LED like operation to illuminate the LCD	Connected to +5V
9	Pin 16	LED Negative	LED Pin	Normal LED like operation to illuminate the LCD connected with GND.	Connected to ground

Anexo 7. Fuente de alimentación

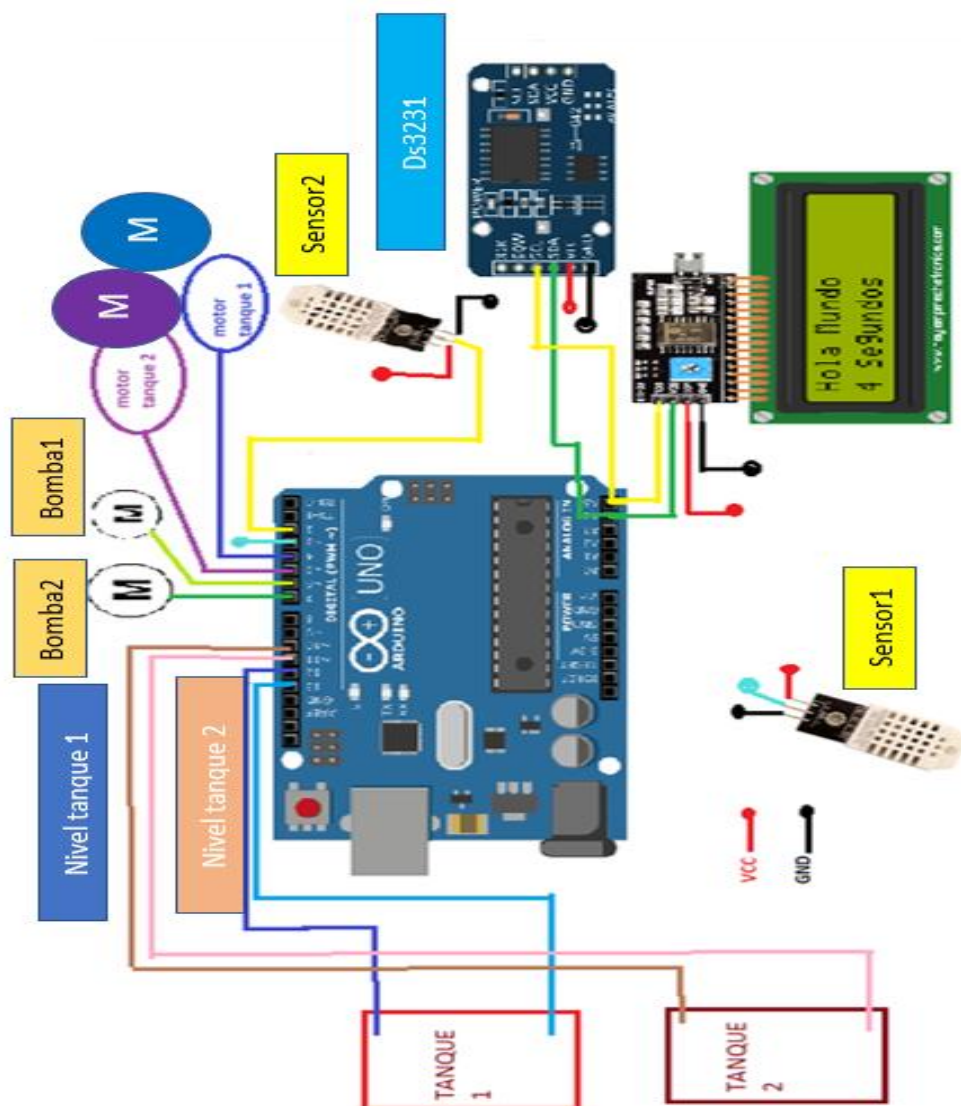
Address:	ROOM 604 6/F SOUTH TOWER WORLD FINANCE CTR HARBOUR CITY 17 CANTON ROAD TST KL Hong Kong
Manufacturer:	TECNO MOBILE LIMITED
Address:	ROOM 604 6/F SOUTH TOWER WORLD FINANCE CTR HARBOUR CITY 17 CANTON ROAD TST KL Hong Kong
Factory:	SHENZHEN TECNO TECHNOLOGY CO., LTD.
Address:	101, Building 24, Waijing Industrial Park, Fumin Community, Fucheng Street, Longhua District, Shenzhen City, P.R.China

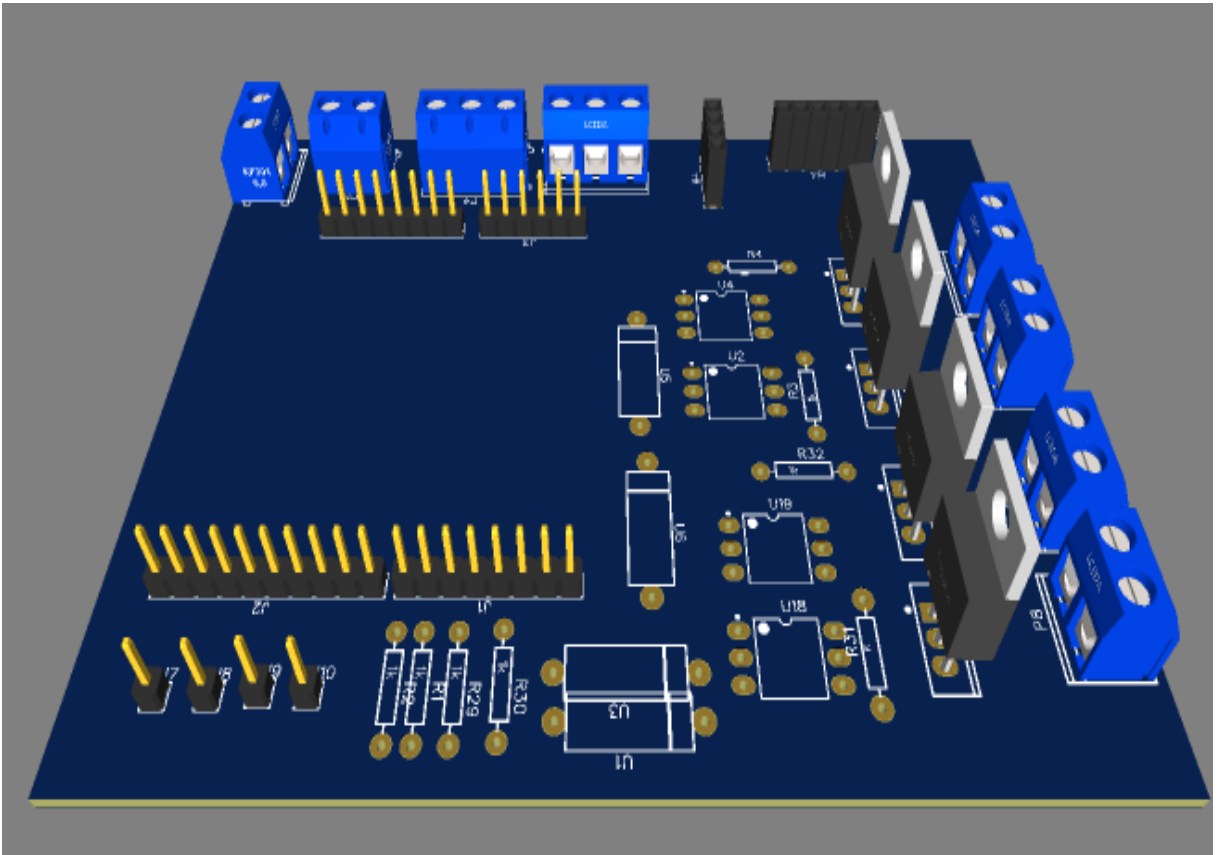
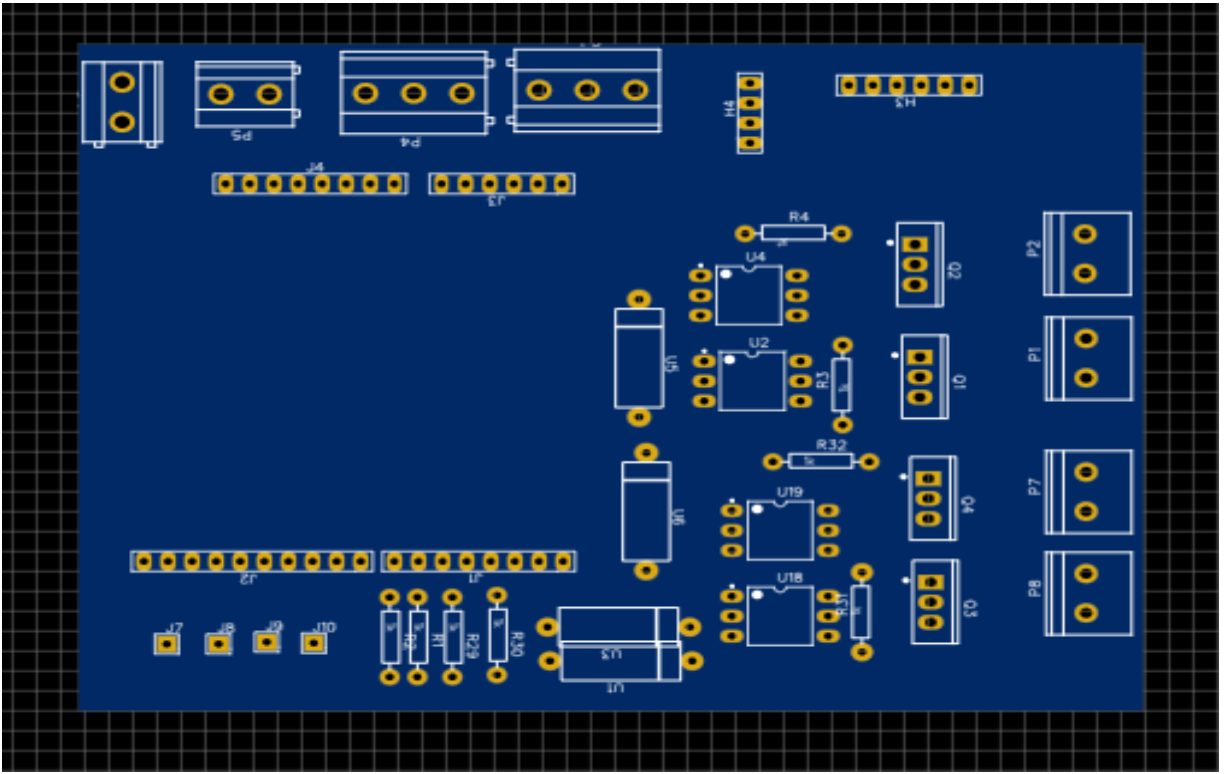
5.2 General Description of E.U.T.

Product Name:	Mobile Phone
Model No.:	KE7
Power supply:	Rechargeable Li-ion Battery DC3.85V-4900mAh
AC adapter:	Model: U100TSA Input: AC100-240V, 50/60Hz, 0.3A Output: DC 5.0V, 2.0A
Test Sample Condition:	The test samples were provided in good working order with no visible defects.

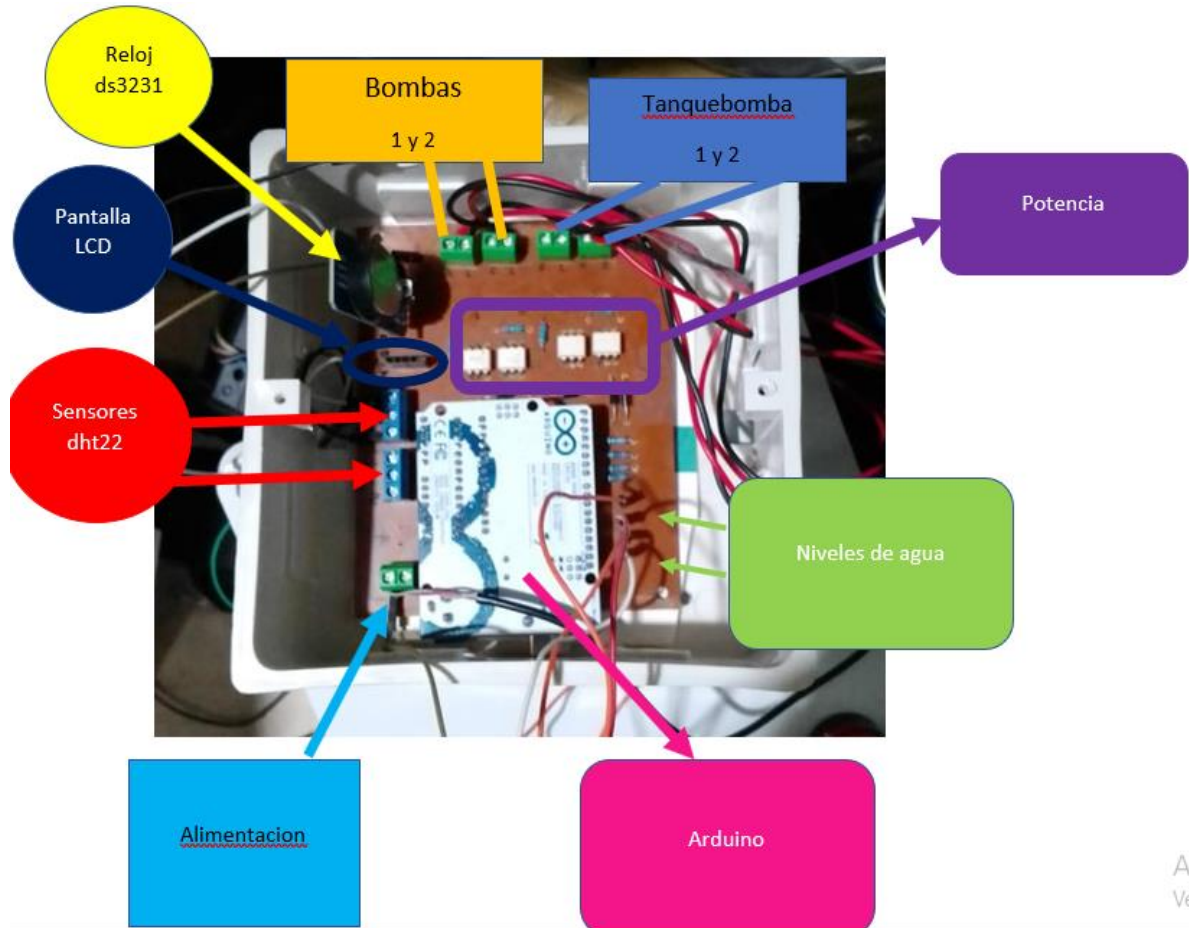


Anexo 8. Diseño del circuito





Anexo 9. Placa PCB



Activar V
Ve a Config

Bot (Chila)

🔍



Anexo 10. Caja protectora de potencia

