UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS-CIYA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONÍA PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Electromecánico

AUTORES:

Dennis Alexander Cordova Heredia

Gabriel Ricardo Soria Paredes

TUTOR:

M.Sc. Alex Darwin Paredes Anchatipan

LA MANÁ-ECUADOR

MARZO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros: Córdova Heredia Dennis Alexander y Soria Paredes Gabriel Ricardo, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: "IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONIA PARA CULTIVOS HORTICOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ" siendo el MSc. Paredes Anchatipan Alex Darwin, tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Córdova Heredia Dennis Alexander
C.I: 1805313531

Soria Paredes Gabriel Ricardo
C.I: 1750000570

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONÍA PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ" Cordova Heredia Dennis Alexander Y Soria Paredes Gabriel Ricardo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico- técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyectoque el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, marzo del 2022

Firmado electrónicamente por:
LEX DARWIN AREDES ANCHATIPAN

M.Sc. PAREDES ANCHATIPÁN ALEX DARWIN

C.I: 050361493-5

TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicas – CIYA por cuanto el postulante Cordova Heredia Dennis Alexander y Soria Paredes Gabriel Ricardo con el título de proyecto de investigación:"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONÍA PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANA", han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, 31 marzo del 2022

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
YOANDRYS
MORALES

PhD. Yoandrys Morales Tamayo

CC: 175695879-7

Lector1

MSc. Francisco Saul Alcocer Salazar

CC:050306679-7

Lector 2

MSc**.** Johnatan Israel Corrales Bonilla

CI: 050314551-8

Lector 3

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios y a mis padres por apoyarme en esta etapa de mi vida, a la Universidad técnica de Cotopaxi Extensión La Mana, a mi tutora de tesis Marioxy Morales y de igual manera a Alex Paredes por todo la ayuda que nos brindó, a mi compañero de trabajo Gabriel Soria por toda la ayuda brindada para que todo salga de la mejor manera y poder cumplir este tan anhelado sueño de poder graduarnos.

Dennis Cordova,
Gabriel Soria.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la sabiduría en cada paso para poder seguir adelante, a mis padres Tania Alexandra Heredia Puetate, Alfredo Marcelino Córdova Lizano, por siempre estar para mi dándome consejos para que siempre sepa tomar las mejores decisiones en mi vida.

Dennis Cordova.

A Dios por no abandonarme nunca, especialmente cuando más he necesitado de él, por haberme iluminado, guiado y permitido encontrar el camino para la realización de este proyecto. A mis padres Rosa Elvira Paredes, Washington Eduardo Soria por haberme brindado todo su cariño, comprensión, por inculcarme buenos valores, por mostrarme el camino del bien, por darme buenos consejos y por estar ahí apoyándome y motivándome siempre; y sobre todo por darme ese amor incondicional.

Gabriel Soria.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TITULO DEL PROYECTO

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONÍA PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ

Autores:

Dennis Alexander Cordova Heredia

Gabriel Ricardo Soria Paredes

RESUMEN

En el presente proyecto se diseñó y se implementó un sistema automatizado para agricultura con tecnología hidropónica, para iniciar el proceso de un sistema tecnificado por hidroponía se tiene en mente el lugar donde va a ser instalado, en estes caso se encuentra ubicado en el bloque b de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, se construyó un invernadero para la protección contra los diferentes climas que puedan afectar al sistema, una vez terminado el invernadero se continua con la construcción del sistema hidropónico este se lo realizo con tubería de agua para el flujo del agua, ,en la construcción del tablero de control para la automatización se utiliza un PLC P1AM 100, todo es se llevó a cabo con las investigaciones realizadas, en libros tanto físicos como digitales, visitas de campo entre otros.

El sistema hidropónico es una manera muy efectiva del cultivo sin suelo y en espacios más reducidos con la misma producción que tendría en espacios amplios.

Palabras clave: tecnología hidropónica Arduino, medioambiental, sociedad, ciencia, tecnología.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THE MANNA EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES - CIYA

TITLE: IMPLEMENTATION OF A HYDROPONIC TECHNICAL SYSTEM FOR HORTICULTURAL CROPS AT THE TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI LA MANÁ EXTENSION.

Author:

Cordova Heredia Dennis Alexander

Soria Paredes Gabriel Ricardo

SUMMARY

In this project we designed and implemented an automated system for agriculture with hydroponic technology, to start the process of a technified system for hydroponics we have in mind the place where it will be installed, in this case it is located in block b of the Technical University of Cotopaxi extension La Maná, a greenhouse was built for protection against different climates that may affect the system, Once the greenhouse is finished we continue with the construction of the hydroponic system this was done with water pipes for water flow, in the construction of the control board for automation is used a PLC P1AM 100, everything is carried out with the research conducted in both physical and digital books, field visits among others.

The hydroponic system is a very effective way of cultivation without soil and in smaller spaces with the same production as it would have in large spaces.

Keywords: Arduino hydroponic technology, environmental, society, science, technology.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: "**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONÍA PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE**

COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ" presentado por: **Córdova Heredia Dennis Alexander y Soria Paredes Gabriel Ricardo**, egresado de la Carrera de **Ingeniería Electromecánica** perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, abril del 2022

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
WENDY ELIZABETH NUÑEZ MOREIRA

Mg. Wendy Núñez Moreira

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0925025041

INDICE GENERAL

PORTADA…...……i

DECLARACIÓN DE AUTORÍA……...ii

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN……iii

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN……..iv

RESUMEN……....vii

SUMMARY……..viii

AVAL DE TRADUCCIÓN……...ix

INDICE GENERAL……x

INDICE DE TABLAS……..xiii

INDICE DE FIGURAS……xiv

ÍNDICE IMÁGENES……....xv

1. INFORMACIÓN GENERAL. 1

2. INTRODUCCIÓN..... 2

3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 3

4. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO..... 3

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO 4

5.1. Beneficiarios Directos..... 4

5.2. Beneficiarios Indirectos 4

6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 5

6.1. Planteamiento del problema 5
6.2. Delimitación del problema 5
7. OBJETIVOS 6
7.1. Objetivo General 6
7.2. Objetivos específicos 6
8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS. .. 6
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA. 8
9.1. Marco teórico 8
9.1.1. Concepto de invernadero 9
9.1.2. Funcionamiento de un invernadero 9
9.1.3. Variables implicadas en el funcionamiento de un invernadero 10
9.1.4. Cultivo de Brasssica chinensis(Col China) 14
9.1.5. Cultivo de Brassica rapa subsp. rapa (Nabo) 15
9.1.6. Cómo cultivar nabos en cinco sencillos pasos 16
9.1.7. Formas de emplear y disfrutar de sus deliciosos nabos 19
9.1.8. Estructura de invernaderos 22
9.1.9. Estructuras metálicas 23
9.1.10. Cubierta de invernadero: materiales 23
9.1.11. Propiedades básicas de las láminas para cubrir casas de crecimiento 25
9.1.12. FUNDAMENTACION TEORICA 27
9.1.13. AUTOMATIZACION 27
9.1.14. Plc Arduino Industrial 8 Entradas 8 Salidas 24v Productivity 28
9.1.15. Sensores 29
9.1.16. Ventilación 30
9.1.17. Principio de Bernoulli 31

9.1.18. Ecuación de Bernoulli 34
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL 57
10.1. Localización 57
10.2. Tipos de investigación 57
10.2.1. Investigación 57
10.2.2. Hipótesis del proyecto 58
10.2.3. Pregunta Científica 58
11. ANALISIS DE LOS RESULTADOS. 58
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO 58
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 59
13.1. Conclusiones: 59
13.2. Recomendaciones: 59
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS. 60
15. Anexos 63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios directos del proyecto 4
Tabla 2: Beneficiarios indirectos del proyecto 5
Tabla 3 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos 7
Tabla 4 :Temperaturas horticolas 11
Tabla 5 Niveles de humedad 12
Tabla 6: Nutricional del Nabo 21
Tabla 7: Características P1AM 28
Tabla 8: Características pantalla nextion 47
Tabla 9: Especificaciones sensor de temperatura agua 48
Tabla 10: Tabla de crisol 49
Tabla 11: Caracteristicas rele estado solido 51
Tabla 12: Características del trasformador 24 V 52
Tabla 13: Descripcion guarda motor 53
Tabla 14: Características principales trasformador de 110V a 24 V 54
Tabla 15: Medidas de trasformador 24 V 55
Tabla 16: Presupuesto 58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 63
Figura 2 63
Figura 3 63
Figura 4 63
Figura 5 64
Figura 6 64
Figura 7 64
Figura 8 64
Figura 9 65
Figura 10 65
Figura 11 65
Figura 12 65
Figura 13 65
Figura 14 65
Figura 15 65
Figura 16 65
Figura 17 65
Figura 18 65
Figura 19 65
Figura 20 65

ÍNDICE IMÁGENES

Imagen 1 Espectro de la radiación solar 12
Imagen 2: Col china 14
Imagen 3 Estructura metálica, invernadero tipo túnel 23
Imagen 4 Interior de un invernadero tipo túnel 24
Imagen 5 Trasmisión de la luz solar campo visibles 25
Imagen 6: Hoja sin dispersión de luz y hoja con dispersión de luz. 26
Imagen 7:Hoja sin aditivos térmicos y hoja con aditivos 26
Imagen 8: PLC Arduino 28
Imagen 9: Sensor de temperatura y humedad ambiente 29
Imagen 10: Fluidos 33
Imagen 11: Teorema Bernoulli 35
Imagen 12: Teorema Bernoulli 36
Imagen 13: Diagrama de un fluido 38
Imagen 14: Colocación tubería 41
Imagen 15: Capa de fluidos 42
Imagen 16: Perfil de velocidades 42
Imagen 17: Volumen defluidos 43
Imagen 18: Colocación tubería principal y tubería para electroválvulas 44
Imagen 19: Bomba de agua hp 0.5 45
Imagen 20: Características bomba de succión 45
Imagen 21: Electroválvulas hidráulico serie 200 46
Imagen 22: pantalla nextion 46
Imagen 24:Sensor de temperatura y humedad 47
Imagen 25: Sensor de temperatura 48
Imagen 26: Sensor de Conductividad eléctrica 50
Imagen 27: Relé de estado sólido 50
Imagen 28: Fuente de alimentación 24V 51
Imagen 29:Guarda motor 52
Imagen 30: Transformador 24V 54

Imagen 31: circuito 57

INFORMACIÓN GENERAL.

Título del Proyecto:

"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA TECNIFICADO POR HIDROPONÍA PARA CULTIVOS HORTÍCOLAS EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANA"

Fecha de inicio:	octubre del 2021
Fecha de finalización:	febrero del 2022
Lugar de ejecución:	Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná
Unidad académica que auspicia:	Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA
Carrera que auspicia:	Ingeniería Electromecánica
Proyecto de investigación vinculado:	Desarrollo productivo como base de la transformación social a través de tecnologías sustentables.
Equipo de trabajo:	
Tutor del Proyecto:	MSc. Paredes Anchatipan Alex Darwin
Postulante:	Cordova Heredia Dennis Alexander y Soria Paredes Gabriel Ricardo
Área de conocimiento:	Ingeniería, Industria y Construcción
Línea de investigación:	Procesos Industriales
Sub líneas de investigación de la carrera:	Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos
Núcleo Disciplinar:	Control y Automatización

INTRODUCCIÓN

El cultivo hidropónico (que proviene de las palabras griegas Hydor, agua y Ponos, trabajo) se refiere a una técnica de cultivo sin suelo donde la tierra se sustituye como un medio inerte por agua; ocupando menos espacio ya que se distribuye y organiza a manera de terrazas, es un sistemas muy eficiente y sostenible para la producción de cultivos hortícolas, viendo la factibilidad del crecimiento de las plantas escogidas que en este caso son Beta vulgaris var. cicla (Acelga) y Brassica rapa subsp. pekinensis (Col china). El cultivo por hidroponía reporta importantes resultados entre los que se destacan: en la raíz recibe el alimento optimo ya que la mezcla entre agua y nutrientes es supervisada por la persona encargada o a su vez se hace de una forma automatizada lo que permite tener eficiencia en el cuidado de las plantas hortícolas al no utilizar tierra, se reduce el área de siembra, a su vez al no utilizar tierra los cultivos presentan un control más eficiente y fácil del pH y la salinidad, con lo que es un sistema más limpio y menos propenso a las plagas, en hidroponía el agua con nutrientes se puede reutilizar, consiguiendo un ahorro en agua y nutrientes de hasta 50% en comparación con el riego convencional, incrementando la producción del cultivo. En este proyecto se encuentra toda la información, cálculos, equipos necesarios y programación para la tecnificación y automatización de un sistema hidropónico para cultivos hortícolas. Este tipo de proyecto permite un diseño autosuficiente y a su vez programar cada variable que sea requerida para su correcto funcionamiento.

El sistema hidropónico y los cultivos hortícolas (acelga y col china) seleccionados para la utilización del sistema tecnificado la mejora de las condiciones del cultivo, requiere el control de la electricidad, iluminación, agua y custodia contra cambios climáticos y componentes externos, se tiene presente cambios climáticos, variaciones de temperatura, para elegir la ubicación óptima para hacer un cultivo hidropónico existe una secuencia de propiedades como; exposición solar mínima de 6 horas, evitando que se hagan siluetas por medio de inmuebles o árboles, seleccionar un espacio salvaguardado de las condiciones climáticas adversas como lluvias intensas, vientos y de simple ingreso para el agua de riego.

El sistema hidropónico se ubica en el sector del Bloque “B” de las Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, ya que se cuenta con el espacio físico adecuado para la disposición del sistema en su totalidad incluyendo el suministro hídrico y de nutrientes continuo para que los cultivos hortícolas crezcan de una manera óptima. Asimismo, se cuenta con el apoyo de los

docentes de la carrera de agronomía especialistas en cultivos y riego para supervisar el desarrollo de la investigación, ya que es una tecnología innovadora y sustentable que exige un equipo multidisciplinario.

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná siendo una institución orientada y con objetivos de mejorar los procesos productivos y optimización de recursos esto es posible gracias a la facultad de ciencias de la ingeniería y aplicadas (CIYA). En la cual se formo un sistema tecnificado por hidroponía, para el mejoramiento en cosechas, con los beneficios de lo que es tiempo y espacio, todo este proceso se lograra gracias a la implementación de sensores, contactores, selectores, plc Arduino entre otros.

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El calentamiento global está perjudicando a todas las naciones de los continentes y no va dar tregua. La meta del desarrollo Sustentable propone con la finalidad de minimizar las amenazas que están afectando el calentamiento a pesar que las emisiones de gases se redujeron debido a las restricciones de movimiento y recesiones económicas de la pandemia por el SAR-2 esta mejora es temporal. El Consenso de París, aprobado en 2015), aspira a reforzar la contestación mundial a la amenaza del calentamiento global manteniendo el crecimiento universal de la temperatura a lo largo de este siglo, por abajo de 2 grados Celsius con en relación a los niveles preindustriales. El consenso además aspira a reforzar la función de las naciones para lidiar con los efectos del calentamiento global.

Bajo este criterio de conservación de recursos naturales se enfoca el desarrollo del sistema automatizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, se utiliza únicamente agua y además aportara los nutrientes necesarios a los vegetales y no contaminan el ambiente, incluso no se desperdiciara el líquido vital ya que por el circuito por el cual fluye el agua con los nutrientes es recirculante , una vez fluya los nutrientes a través del circuito esta regresa al reservorio inicial para nuevamente ser tratada. Al optimizar estos recursos al máximo con la ayuda de la tecnología es considerable el ahorro de energía y entre estos el agua y sus componentes.

La automatización del sistema de cultivo por hidroponía, permite un buen manejo y control del uso del agua para los nutrientes y garantizar la dosificación de los nutrientes que puedan ser programadas y modificadas, a los requerimientos generales por el agricultor, para una producción limpia, de calidad y amigable con los recursos naturales.

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

5.1.Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto los estudiantes de las carreras de ingeniería electromecánica, agronomía y agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná contando con 534 hombres y 197 mujeres para un total de 731 estudiantes entre las 3 carreras. Mismos que utilizaran el sistema hidropónico de plantas hortícolas para los procesos productivos.

Tabla 1: Beneficiarios directos del proyecto

Hombres	Mujeres	Total
286	12	298
225	145	370
23	40	63
534	197	731

Fuente: Tomado de la oficina de secretaria Académica de la UTC extensión La Maná (2021)
Elaborado por: Córdova y Soria (2021)

5.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos del proyecto es la comunidad del cantón La Maná conformada por 42.216 personas de los cuales 21.420 son hombres y 20.796 son mujeres, esto indicado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC,2010); haciendo hincapié especialmente en las personas relacionadas con el rubro del comercio de insumos de cultivos hortícolas.

Tabla 2: Beneficiarios indirectos del proyecto

Hombres	Mujeres	Total
21.420	20.796	42.216

Fuente: Tomado de secretaria Académica de la UTC extensión La Maná (2021)

Elaborado por: Córdova y Soria (2021)

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

6.1.Planteamiento del problema

Ante la necesidad de integrar la teoría, la práctica e investigación; los estudiantes de octavo electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná se ha propuesto desarrollar tecnologías sustentables que permitan alcanzar este objetivo. Por tal razón se implementará un sistema tecnificado por hidroponía para cultivos hortícolas, que ayuden a evaluar el impacto de esta tecnología en las condiciones climáticas del cantón. Para esto se realiza un diseño considerando el tipo de motor a utilizar para la automatización de un Arduino lo cual permitirá un mejor rendimiento y una selección adecuada de los materiales. Asimismo, se selecciona los cultivos con apoyo de los ingenieros de agronomía y finalmente se instalará los componentes para implementar.

6.2.Delimitación del problema

Los cultivos hidropónicos se basan en una práctica que prescinde de la tierra para sustituirla por una solución de agua enriquecida con nutrientes, entre otras alternativas. Gracias a su escaso uso de recursos, se revela como una opción más sostenible frente a la agricultura tradicional, esto ayuda a el mismo grado de producción dependiendo el cultivo hortícola, pero en menor espacio, esto dice que produce la misma cantidad de cultivos que produciría en algunas hectáreas de suelo fértil y eso da a entender que es más factible el utilizar el procedimiento por hidroponía. La hidroponía tiene muchas ventajas si se compara con la agricultura tradicional.

La hidroponía no necesita de la tierra para lograr los cultivos, pues el agua es la base más importante para sembrar.

Los cultivos por hidroponía son requeridos en lugares que no tienen un amplio espacio para un cultivo óptimo. Para ello se quiere alcanzar la información de aquellos cultivos que son mejores

para el sistema hidropónico para el ahorra de espacio empleado para el cultivo y se puede dar a conocer sobre el sistema hidropónico a personas que se vean interesadas en el tema para que paso a paso sepan cómo hacer un sistema tecnificado por hidroponía para que funcione de una manera precisa

OBJETIVOS

7.1.Objetivo General

Implementar un sistema tecnificado por hidroponía para la automatización adecuada en el bloque b de la Universidad técnica de Cotopaxi extensión La Maná.

7.2.Objetivos específicos

- Analizar acervos bibliográficos que contengan información acerca de tecnología hidropónica utilizada en agricultura.
- Diseñar un sistema tecnificado por hidroponía automatizado para cultivos hortícolas.
- Construcción de un sistema tecnificado por hidroponía automatizado con la utilización de un PLC Arduino para su programación.
- Realizar las pruebas del sistema tecnificado por hidroponía para el bombeo de los nutrientes.

ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 3 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos

Objetivos	**Actividades**	**Resultados de las actividades**	**Descripción (técnicas e instrumentos)**
Analizar acervos bibliográficos que contengan información acerca de tecnología hidropónica utilizada en agricultura.	Búsqueda en bases de datos, archivos. Tesis, artículos y libros para el reconocimiento de las hortalizas adecuadas al sistema hidropónico.	Selección bibliográfica que aporta una mayor contribución a la investigación.	Sistematización de la Información Block de notas digital
Diseñar un sistema tecnificado por hidroponía automatizado para cultivos hortícolas.	Utilización de plataformas virtuales como Autodesk para la realización del diseño en 3D del sistema tecnificado por hidroponía. Revisión de planos hidropónicos para comparativa y descartar posibles errores que se tenga	Impresión o mostrario de los gráficos o planos del sistema tecnificado por hidroponía para una mejor visualización. Revisión en el programa Autodesk de los planos en 3D.	Tabla de estadísticas y medidas.
Construcción de un sistema tecnificado por hidroponía automatizado con la utilización de un PLC Arduino para su programación.	Aplicación del diseño en Autodesk para la construcción en físico del sistema tecnificado por hidroponía Realizar la programación requerida en la tarjeta Arduino para el funcionamiento	Revisión de la estructura para cerciorarse que no de problemas a futuro, así no necesita de mantenimientos concurridos	Pruebas experimentales en campo. Fotografías y anexos

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Realizar las pruebas del sistema tecnificado por hidroponía para el bombeo de los nutrientes.	Poner en funcionamiento la bomba para la mezcla del agua con los nutrientes y observar que no tenga ningún contratiempo en su puesta en marcha.	Chequeo del sistema de bombeo para cerciorarse que no tenga ninguna falla y de contar con fallas solucionar de una manera óptima.	Análisis de resultados Anexos

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.

9.1.Marco teórico

Para la construcción de un invernadero se hace prioridad en dos aspectos, en que material se empleara para la cubierta y la estructura, dependiendo del clima que se tenga se puede utilizar distintos tipos de materiales por ejemplo en zonas sub trópicas se puede utilizar el polietileno de baja densidad (plástico) que es que mayormente se ocupa. Entre las distintas características que tiene que tener un buen plástico, una de las principales características y más importantes que debe tener el plástico de invernadero, es la de trasmitir la mayor cantidad de radiación solar, otra manera de decirlo sería plásticos que permiten la mayor cantidad de radiación solar al área in terna de cultivo.

La estructura debe ser construida con materiales que soporten las cubiertas y las tensiones que serán ejercidas sobre ella que puedan generar los factores como la lluvia el viento o cualquier otro tipo de factor que perjudique a la misma. Depende de cómo sea la estructura esta tendrá que aguantar del peso de las plantas que serán puestas en donde corresponda. Algunos de los materiales que se emplean para la construcción de la estructura son la madera, la guadua y el metal, pero por su mayor durabilidad lo más recomendable es la utilización de las estructuras metálicas por su mayor durabilidad, mayor resistencia entre otros.

Se debe tener en cuenta que la forma en que se fija el plástico a la estructura afecta la durabilidad. El uso de grapas crea orificios sobre la cubierta, esto incrementando a la tensión a la que se ve sometido el material aumenta el índice de rupturas por corrientes de viento o acumulación del agua. (Córdova, 2021)

9.1.1. Concepto de invernadero

Un invernadero es una construcción de vidrio o plástico en la que su interior se cultivan plantas a una temperatura, humedad relativa, y concentración de dióxido de carbono (CO2) diferente a la exterior, generando un microclima para que la planta alcance su máximo desarrollo aun cuando se encuentra fuera de temporada. (Rivera, 2007), (Sethi V., 2009), también provee protección contra vientos, insectos y enfermedades al crearse una barrera (material de cubierta) hacia el exterior (Critten D.L., Bailey B.J., 2002).

9.1.2. Funcionamiento de un invernadero

La diferencia entre clima exterior y el del invernadero es causada principalmente por dos mecanismos. (Sethi & Sharma., 2007) El primer mecanismo (convección) es dado por el aire que se encuentra dentro del invernadero, el cual es un aire atrapado por las paredes. Así que el intercambio entre el aire exterior e interior se ve fuertemente disminuido. Esto ocasiona que el balance de masa este afectado ya que la humedad del aire y concentración de dióxido de carbono es distinta al exterior. El segundo mecanismo esta dado por la radiación. La radiación solar al tener una longitud de onda corta logra atravesar casi en su totalidad la cubierta del invernadero, esa radiación es absorbida por las plantas, suelo y materiales de la estructura, calentándose y emitiendo radiación infrarroja de longitud de onda mayor que la solar, la cual una gran parte de ella queda atrapada en el interior logrando así el efecto invernadero .El invernadero está constituido por una cubierta transparente la cual actúa como medio selectivo de diversas longitudes de onda.

El microclima del invernadero describe cuantitativamente los procesos de transferencia de masa y energía, los procesos de intercambio entre los elementos del aire, plantas, otras superficies, y como las plantas responden a los factores del medio ambiente (Teitel M. et. al., 2009) Si la temperatura exterior es mayor que la interior resulta una ganancia de calor en el invernadero, si ocurre lo contrario se genera una pérdida de calor. (Abdel-Ghany A., 2006). Dependiendo de la dirección de flujo neto de calor (radiactivo, convectivo, conductivo e infiltración) se necesitan sistemas de

enfriamiento y de calefacción para mantener la temperatura optima del cultivo y que la planta logre desarrollarse al máximo. El microclima de un invernadero puede estar afectado por: la orientación del invernadero, latitud, zona del invernadero, área de superficie, área de envolvente, diseño estructural (tamaño y forma) y las propiedades de los materiales utilizados para su construcción. (Bartazanas 2005)

9.1.3. Variables implicadas en el funcionamiento de un invernadero

El desarrollo de los cultivos está condicionado por diversos factores, tales como, temperatura, humedad relativa, concentración de dióxido de carbono, radiación solar, (Singh G (2006). Para que las plantas puedan realizar sus funciones es necesario mantener estas variables bajo los límites mínimos y máximos de crecimiento, fuera de estos las plantas cesan su metabolismo, pudiendo llegar a la muerte.

Temperatura

La temperatura es la variable más importante a tener en cuenta, ya que es la que mayor influencia tiene en el crecimiento y maduración de las plantas. La temperatura del aire que debe mantenerse dentro del invernadero depende del tipo de cultivo que se desarrolla en su interior, del nivel de confort deseado, y su estado de crecimiento.

Para entender mejor el manejo de la temperatura respecto a los cultivos en un invernadero es necesario aclarar los siguientes conceptos:

- Temperatura mínima letal. Es aquella por debajo de la cual se producen daños severos a las plantas.
- Temperatura mínima y máxima biológica. Indican los valores por debajo o por encima respectivamente del cual, no es posible alcanzar una determinada fase vegetativa, como floración, fructificación, etc.
- Temperatura óptima. Es la temperatura a la cual la planta obtiene un correcto desarrollo.
- En un cultivo de pimientos, un exceso de temperatura puede producir esterilidad del polen, mala fecundación, y frutos deformes; una planta que ha crecido en condiciones de estrés (por poca iluminación o elevada temperatura, por ejemplo) será más sensible a plagas y enfermedades debido a sus paredes más finas y debilitamiento general. (Davies. P (2005)

Tabla 4 : Temperaturas horticolas

	Tomate	Pimentón	Berenjena	Pepino	Melón	Sandía
mínima letal	0 - 2	(-1)	0	(-1)	0 - 1	0
mínima biológica	10 - 12	10 - 12	10 - 12	10 - 12	13 - 15	11 - 13
óptima	13 - 16	16 - 18	17 - 22	18 - 18	18 - 21	17 - 20
máxima biológica	21 - 27	23 - 27	22 - 27	20 - 25	25 - 30	23 - 28
máxima letal	33 - 38	33 - 35	43 - 53	31 - 35	33 - 37	33 - 37

Fuente: https://nutricontrol.com/es/la-humedad-relativa-en-invernadero/

Humedad Relativa

La humedad relativa es la cantidad de agua contenida en aire, en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura (Cengel, (2002). Una de las formas mediante las cuales las plantas liberan calor al exterior y, regulan su temperatura interna, es la evaporación. Mediante ella, son capaces de liberar calor para mantenerse en condiciones óptimas. La evaporación depende de la diferencia de presión de vapor entre el aire circundante y el objeto u organismo. Si la humedad ambiental es abundante, hay poca evaporación y poca disipación de calor por este medio. Cuando el ambiente es seco, aumenta la tasa de evaporación y con ella la disipación de calor (Ganguly A (2007).

La humedad relativa del aire es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la humedad relativa es excesiva, las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades. Por el contrario, si es muy baja, las plantas transpiran en exceso, pudiendo deshidratarse. Cada especie tiene una humedad relativa idónea para vegetar en perfectas condiciones.

Tabla 5: Niveles de humedad

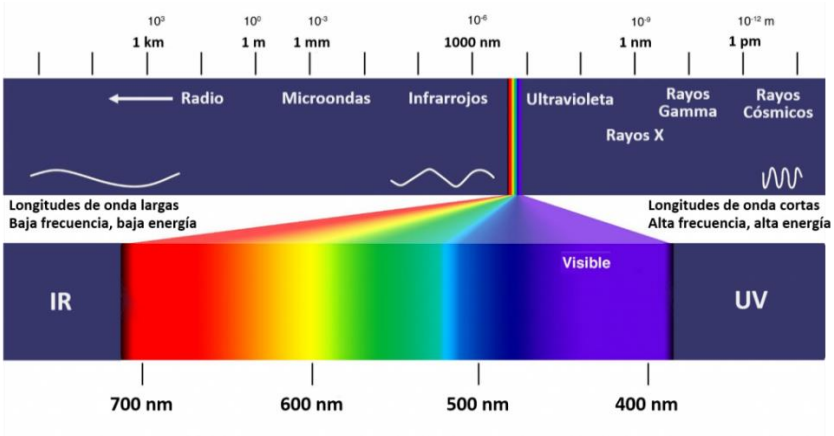
HUMEDAD RELATIVA PARA DISTINTAS ESPECIES (%)						
HR MÍNIMA	40	50	45	60	60	60
HR ÓPTIMA	50	60	55	75	65	65
HR MÁXIMA	60	70	70	90	75	75

Fuente: https://nutricontrol.com/es/la-humedad-relativa-en-invernadero/

Espectro de Radiación.

La radiación ultravioleta, visible e infrarroja son los 3 tipos de regiones del espectro solar (Figura I-III). La energía contenida en el espectro solar es transmitida en longitudes de onda entre 100 nm y 2400 nm (Schlegel G. (2003). La radiación ultravioleta está constituida por 3 regiones. La UV-C comprendida entre los 100-280 nm ligeramente alcanza la superficie de la tierra, mientras que la UV-B la cual está comprendida entre los 280-320 nm causa cáncer en la piel del ser humano y la UV-A comprendida entre los 320- 380 causa arrugas en la piel del ser humano. (Geoola F. et. Al. (1998)

Imagen 1: Espectro de la radiación solar



Fuente: https://www.helioesfera.com/la-radiacion-solar/

Las plantas requieren de luz en el rango de 390-700 nm para el desarrollo de la fotosíntesis. Por el otro lado la luz ultravioleta en el rango de 290-390 nm es dañina para la planta (Radhwan A., Fath H., 2005). El espectro electromagnético también incluye los rayos gamma, los rayos X, la radiación ultravioleta, luz visible, radiación infrarroja, las microondas y ondas de radio. Los diferentes tipos de radiación electromagnética se producen a través de diferentes mecanismos. El tipo de radiación electromagnética que resulta de interés para la transferencia de calor es la radiación térmica, la cual es el resultado de las transiciones energéticas de las moléculas, átomos y electrones de una sustancia. (Cengel, 2002)

Ventajas de los invernaderos

- En un invernadero se puede mover el periodo de desarrollo del cultivo, permitiendo producir fuera de temporada, cuando en campo abierto las condiciones ambientales no lo permiten, dando un valor agregado mucho mayor al producto.
- En un invernadero se puede incrementar la densidad de plantas por unidad de área de suelo utilizada, lo que permite una mayor producción que la lograda en cultivos sin protección.
- Permite obtener frutos continuos, es decir se pueden aplicar más cortes (cosecha) a la planta debido a que esta se encuentra en un microclima controlado.
- Permite reducir considerablemente la cantidad de agua requerida para el riego, debido a que las plantas se encuentran protegidas contra el viento, reduciendo así la evapotranspiración (perdida de agua por la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas).
- Permite mantener una mayor calidad de producto que el exterior, debido a que no hay plaga, insectos y pájaros dentro del invernadero.
- Permite desarrollar cultivos que necesitan otras condiciones climáticas Se puede trabajar en su interior durante los días lluviosos.
- Permite obtener una producción limpia
- **Desventajas de los invernaderos**
- Requiere de una fuerte inversión para la construcción y equipamiento
- Los costos de operación son altos.
- El controlar las condiciones climáticas implica el uso de energía

9.1.4. Cultivo de Brasssica chinensis(Col China)

La col china que se cultiva en la zona costera del área Mediterránea es de la familia Crucíferae Brassica pekinensis, también conocida como tipo Pe-tsai o "col china" propiamente dicha. Esta se parece a una lechuga del tipo romana, con las hojas verticales, alargadas, abullonadas, dentadas y con el nervio central muy marcado. Forma un cogollo compacto y de aspecto alargado que puede llegar a adquirir alturas de 50-60 cm. Las hojas interiores son de un color verde muy claro, casi blancas.

Este cultivo es oriundo de Extremo Oriente y cultivado en toda china. En estos países aporta a su dieta gran parte de las vitaminas. Se consumen en fresco, ensaladas, enguisos, salsas y cocidas.

En Europa es consumida enReino Unido, Países Bajos yAlemania, introduciéndose en nuestro mercado en los últimos años.

En estos momentos, en la zona Mediterránea es época de realizar las primeras siembras para plantar en los meses de septiembre y octubre y obtener una posterior recolección durante noviembre y diciembre. De esta forma, se da comienzo a un calendario de producción otoñal – invernal que se puede prolongar hasta realizar plantaciones del mes de marzo con recolecciones en el mes de mayo.

En plantaciones efectuadas durante el mes de septiembre, existe el riesgo que el cultivo de col china se vea afectado por la presencia de tip burn debido a las condiciones climáticas de esta zona.

Imagen 2: Col china

Fuente: https://www.istockphoto.com/es/fotos/col-china

El tip burn es una fisio Patía que se manifiesta en principio por una desecación marginal de las hojas jóvenes y como consecuencia provoca posteriores pudriciones. Esto se debe a una mala translocación de calcio inducida entre otros por:

-condiciones climáticas como altas temperaturas, baja humedad relativa,
-condiciones que favorecen un crecimiento rápido;
-salinidad en suelo o agua de riego.

En el mercado existen numerosas variedades de col china, existiendo entre ellas grandes diferencias en comportamiento frente a la anomalía anteriormente descrita. En estas fechas es conveniente seleccionar una variedad tolerante al tip burn.
Para trasplantes de septiembre y octubre, la variedad que mejor comportamiento ha tenido en nuestros ensayos ha sido One Kilo (Sakata). Por otro lado, *Kasumi* (Nickerson) también puede funcionar bien en trasplantes de octubre.

9.1.5. Cultivo de Brassica rapa subsp. rapa (Nabo)

El nabo (Brassica rapa) pertenece a la familia de los vegetales crucíferos, lo que lo hace primo cercano del colinabo y colirrábano. Son plantas bienales que se cultivan como anuales y podrían producir semillas en su primer año si se siembran a principios de primavera. Los nabos maduros alcanzan una altura de aproximadamente 30 a 45 centímetros y un ancho de alrededor de 15 a 20 centímetros.

Los nabos son cultivos generalmente del oeste de Europa, el Mediterráneo y las regiones templadas de Asia y ahora se cultivan ampliamente en los climas templados de todo el mundo. Los griegos y romanos ya usaban este cultivo, y Plinio el Viejo los consideraba como uno de los vegetales más importantes de su época.

En el pasado se llegó a cultivar nabo particularmente como forraje para el ganado, y durante cientos de años ha sido parte de la alimentación humana en Europa y los Estados Unidos. El sitio web The Spruce indica que los nabos:

- Tienen la apariencia de bulbos blancos o amarillos, mientras que la parte del fruto que se encuentra expuesta a la luz solar por encima del nivel del suelo cambia de color a verde o púrpura
- En la parte superior produce hojas verdes similares a las de la mostaza que son ligeramente velludas y tienen bordes dentados
- Posee pequeñas flores amarillas cuyos pétalos tienen forma de cruz; esto ocurre en todos los vegetales crucíferos, de ahí proviene su nombre

9.1.6. Cómo cultivar nabos en cinco sencillos pasos

Los nabos se desarrollan de forma adecuada cuando se siembran a inicios de la primavera para obtener una cosecha de verano. Si desea almacenarlos para usarlos durante el invierno, es mejor plantarlos a finales del verano y recolectarlos antes de la primera helada.

Si desea cultivarlos en otoño, plante las semillas aproximadamente 70 días antes de la primera fecha de helada en su área. Añadirle mantillo a su cultivo de nabos ayuda a evitar que se congelen, y el clima frío ayuda a endulzar su sabor. A continuación, se incluyen recomendaciones de expertos en jardinería sobre todo aquello que debe considerar para garantizar una buena cosecha de nabos:

• Semillas. - Como hortalizas de raíz, es mejor sembrar sus nabos a partir de semillas a una profundidad de aproximadamente un centímetro de distancia. Use su dedo o una espátula para crear una pequeña zanja y distribuya entre tres y 20 semillas por cada 30 cmts. Espacie las filas a una distancia de 30 a 50 cmts. Para cosechar nabos de manera continua, plante semillas adicionales cada 10 días a lo largo de la temporada de crecimiento.

• Suelo. - Los nabos prefieren que el pH del suelo sea ligeramente ácido en un rango de 6.0 a 6.5. Un suelo rico y bien drenado asegurará que sus bulbos crezcan rápidamente y no se pudran.

Debido a que los nabos maduran con rapidez, no hará falta fertilizar sus plantas. Para poder germinar, el suelo se debe encontrar al menos a 4 °C, lo que por lo general toma entre siete y 14 días.

• Sol. -Si está interesado en consumir tanto las hojas de nabo como su fruto, debe elegir un sitio donde su cultivo reciba pleno sol. Los nabos también tolerarán la sombra parcial.

• Ralea miento. - Una vez que sus nabos miden de 8 a 10 centímetros de altura, puede separarlos a una distancia de 5 a 10 centímetros para que las raíces tengan suficiente espacio para crecer. Si lo desea, puede consumir como verduras, aquellas plantas que haya eliminado.

• Agua. - Riegue sus semillas de nabo inmediatamente después de plantarlas con el fin de estimular la germinación. Proporcióneles al menos 3 centímetros de agua a la semana con el fin de promover el desarrollo sólido de las raíces y su rápido crecimiento.

6 tipos de nabo que puede probar

Aunque es posible que esté más familiarizado con los nabos blancos y morados de tamaño de pelotas de tenis que se encuentra comúnmente en los mercados locales, el sitio web The Spruce sugiere que existen otras variedades interesantes, incluidas las que producen raíces pequeñas y tiernas del tamaño de un rábano.

A continuación, encontrará algunas de las variedades recomendadas (con los días que les toma madurar):

1. Alltop (35 días) — Variedad de rápido crecimiento que se cultiva por sus hojas; vuelve a crecer rápidamente después de la cosecha
2. Reina escarlata (45 días) — Es rojo brillante en el exterior y blanco por dentro; lento para madurar
3. Pequeña bola de oro (60 días) — Tiene bulbos amarillos y dulces de sabor suave con un ligero toque almendrado
4. Shogoin (45 días) — Aunque se cultiva por sus agradables hojas suaves, su bulbo también es sabroso
5. Nabo globo blanco punta morada (55 días) — Es fácil de cultivar y es la variedad más popular; cuando su bulbo mide de 5 a 7 centímetros tiene mejor sabor

6. Tokyo Cross (35 días) — Es uniforme, de rápido crecimiento y su carne es de color blanco puro; es lento para madurar

Plagas que afectan a los nabos y problemas que debe tener en cuenta

Si suele cultivar otros miembros de la familia Brassica, tales como el brócoli, col o coliflor, es posible que ya conozca una o más de las afecciones que se sabe que afectan a los nabos. Según el sitio web The Spruce, los nabos podrían ser propensos a las siguientes enfermedades e insectos:

• Enfermedades — Los nabos, como todas las plantas de la familia Brassica, son propensos a la antracnosis, hernia de la col, mancha de la hoja, la podredumbre de la rhizoctonia, meloidogyne, sarna del manzano, el virus del mosaico de nabo y la roya blanca.

Puede prevenir estas enfermedades con solo rotar sus cultivos; no plante ninguna Brassica en el mismo lugar durante más de dos años seguidos. Para evitar la hernia de la col, espere seis años antes de cultivar Brassicas en el mismo sitio.

• Insectos — Mientras que los nabos son susceptibles a los pulgones y alticinos, que dañan sus hojas verdes, puede usar mallas de protección para mantenerlos lejos de sus plantas. Los antómidos y elatéridos son conocidos por dañar los bulbos de nabo.

Descubra cómo cosechar y conservar sus nabos para usarlos en invierno

Una vez que siembra las semillas y las riega de forma regular, puede esperar cosechar sus nabos entre 45 y 50 días más tarde. Si las planta en el otoño, puede permitir que los frutos permanezcan en el suelo y cosecharlos en invierno si lo desea.

En la mayoría de los casos, deberá recolectarlos antes de la primera helada. En áreas más templadas, podría permitir que permanezcan en el suelo durante el invierno al cubrirlos con una capa gruesa de mantillo. Esto es todo lo que necesita saber sobre la cosecha de nabo:

• Bulbos — La mejor manera de determinar si sus nabos están listos para ser cosechados es extraer uno o dos para verificar el tamaño de su bulbo.

Los bulbos tienen mejor sabor cuando son pequeños y tiernos, por lo tanto, coséchelos cuando lleguen a las 5 a 8 centímetros de diámetro aproximadamente. No deje que crezcan durante mucho tiempo después de su fecha de ideal porque los nabos más maduros, aunque aún son comestibles, pueden volverse duros o picantes.

• Hojas — Las hojas del nabo se pueden cosechar en cuanto alcancen los 10 centímetros de altura aproximadamente. Mientras no dañe la parte superior del fruto, las hojas se regenerarán de forma continua durante la temporada de crecimiento.

Se dice que los nabos de verano son más tiernos que los cultivos de otoño. Las variedades resistentes de otoño pueden conservarse durante todo el invierno si las almacena en un lugar fresco y seco o dentro del refrigerador. Primero retire las hojas (girándolas y dejando un tallo de 1.5 centímetros) ya que no durarán mucho. Otra razón para separar las hojas es que continuarán extrayendo energía y nutrientes de los bulbos.

Si tiene la suerte de tener una alacena en el sótano, los bulbos de nabo fácilmente podrían ocupar un lugar junto con el betabel, zanahorias y colinabos durante el almacenaje de invierno. Cuando almacene nabo, asegúrese de dejar tierra en las raíces ya que ayuda a proteger los bulbos mientras se encuentran almacenados.

9.1.7. Formas de emplear y disfrutar de sus deliciosos nabos

Los nabos son doblemente apreciados porque tanto sus raíces como hojas son comestibles y nutritivas. Si bien el sabor amargo de las hojas de nabo es un factor de rechazo para algunos, tienen un sabor similar al de las hojas de mostaza, puede escaldarlas, estofarlas o saltearlas para reducir su sabor amargo. Antes de cocinar o servir los nabos, asegúrese de limpiarlos bien al frotar su piel con un cepillo para vegetales bajo el chorro de agua.

Las raíces del nabo añaden consistencia y nutrientes beneficiosos a sus comidas. Cuando se cocinan tienen un sabor suave y una textura similar a la papa. Asegúrese de no cocerlos demasiado, ya que su crujido característico es parte de lo que hace que los nabos sean tan agradables. Si no está familiarizado con los nabos y se pregunta cómo podría usarlos, considere las siguientes sugerencias:

1. Agregue nabos (incluso los más maduros y leñosos) a sus guisados, guarniciones, sopas y estofados
2. El crujido de los nabos rallados y crudos le añade profundidad a la ensalada de col y verduras; córtelos en tiras y consúmalos con su aderezo saludable favorito.
3. Pruebe el germen de nabo – Le recomiendo bastante cultivar sus propios germinados ya que es fácil y puede mejorar radicalmente su nutrición en general
4. Cocine o saltee las hojas de nabo con caldo de hueso o una grasa saludable, respectivamente, y agregue las especias y otros ingredientes de su elección
5. Incorpore nabos en su receta de vegetales fermentados

Si no está seguro de cómo cocinar con nabos, consulte mi receta “Sabroso Nabo Asado en Aceite de Coco”, que hace que sea muy fácil disfrutar de los nabos de manera ocasional.

Apreciará la consistencia similar a la papa de los nabos asados y el sabor que proporciona el aceite de coco y la sal marina. Más allá de eso, no es sorprendente que se incluya este vegetal en mi receta de Sabroso Nabo Asado, donde son deliciosos cuando se sirven con otros vegetales de raíz saludables como el betabel, cebollas y chirivías.

Información nutricional de los nabos

Los nabos son un vegetal bajo en calorías – Una porción de 3.5 onzas o 100 gramos (g) contiene solo 28 calorías. La porción de la raíz también está repleta de vitamina C que favorece su sistema inmunológico, con 21 miligramos (mg) por cada 100 g, lo que representa el 35 % de la cantidad diaria recomendada (RDA) para esta vitamina esencial.

Tabla 6: Nutricional del Nabo

Nabo (raiz) cozido (por 100g)		%DDR (adultos)
Energia (kJ/kcal)	58/14	0,7
Lípidos (g)	0,4	0,6
Dos quais ácidos gordos saturados (g)	0,0	0,0
Hidratos de carbono (g)	2,3	0,9
Dos quais açúcares (g)	2,2	2,4
Fibra (g)	2,2	8,8
Proteínas (g)	0,4	0,8
Vitamina C (mg)	12	15,0
Folatos (µg)	8,0	4,0
Potássio (mg)	132	6,6
Magnésio (mg)	8,0	2,1

Fuente: https://nutrimento.pt/noticias/nabo-um-excelente-alimento-ao-servico-da-nossa-saude/

Además de favorecer su sistema inmunológico, la vitamina C protege su cuerpo contra el daño causado por los radicales libres y lo ayuda a formar y preservar el tejido conectivo, como sus vasos sanguíneos, huesos y piel.

Los porcentajes de los Valores Diarios están basados en una alimentación de 2000 calorías. Sus valores diarios podrían ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

Beneficios de los nabos: la razón por la que su cuerpo estará feliz de consumirlos continuación, encontrará algunos de los beneficios de los nabos:

- Los nabos son ricos en antioxidantes y nutrientes beneficiosos, como la vitamina C y las vitaminas A y K, que se encuentran en la parte superior de las hojas verdes, así como en calcio, cobre, hierro, manganeso y potasio.
- Una porción de 1 taza de hojas crudas de nabo proporciona 173 % de su valor diario recomendado de vitamina K
- Las hojas de nabo también contienen una variedad de vitaminas B (folato, niacina, ácido pantoténico, riboflavina y tiamina), que ayudan a reducir el riesgo de estrés oxidativo.

- Ya que son una excelente fuente de fibra, los nabos promueven una digestión y evacuación saludables; proporciona aproximadamente el 25 % de su requerimiento diario de fibra.
- Los nabos contienen un tipo de fitonutriente conocido como indoles, que son conocidos por sus propiedades para combatir el cáncer; se ha demostrado que un indol específico llamado brassinina inhibe el crecimiento de células de cáncer de colon humano
- Las investigaciones que involucran vegetales crucíferos sugieren que el compuesto sulforafano que les da a los vegetales como los nabos su sabor amargo desempeña una función en sus habilidades para combatir el cáncer
- Los glucosinolatos, que son compuestos que contienen azufre y se encuentran en el germen de nabo, parecen tener propiedades antibacterianas, anticancerígenas, antifúngicas y antiparasitarias; un estudio publicado en el Journal of Agricultural and Food Chemistry sugiere que el día ocho de germinación es el momento óptimo para consumir brotes de nabo, debido a que se encuentran en el nivel máximo de glucosinolatos disponibles.

9.1.8. Estructura de invernaderos

Los invernaderos forman instalaciones permanentes que, con mayor o menor vigilancia sobre las condiciones ambientales, permiten el desarrollo de todo ciclo de cultivo agrícola en su interior la duración temporal varía dependiendo de los materiales constructivos empleados, oscilando entre los 10 y 25 años. (Alberto Moreno, (2017)

La estructura de un invernadero de un invernadero es uno de los factores más importantes, ya que su resistencia estará relacionada con la economía del proyecto de ingeniería. Está formada por elementos verticales horizontales y curvos, los cuales otorgan la forma y resistencia en el invernadero y su función es resistir la carga y los esfuerzos que ocasionan los materiales de cubierta, el viento, lluvia, granizo. La estructura se levanta sobre una cimentación de hormigón en masa o armado, cuyas características dependerán de como sea el terreno natural, a nivel geotécnico que hará de soporte para el invernadero.

Por lo tanto, la estructura de los invernaderos deberá reunir unas condiciones óptimas, como por ejemplo ser.

- Ligeras y resistentes
- De material económico y da fácil conservación.
- Susceptibles de poder ser ampliadas.
- De poca extensión superficial.
- Adaptables y modificables.

9.1.9. Estructuras metálicas

Las estructuras de acero galvanizado formando naves adosadas con cubiertas arqueadas, por lo tanto, este material normalmente formando tubos de sección circular u oval para cubrir anchos de 10 metros y alturas de unos 4 metros

Imagen 3: Estructura metálica, invernadero tipo túnel

Fuente: https://www.sistemashorticolasalmeria.com/blog/accesorios-para-la-construccion-de-invernaderos/

9.1.10. Cubierta de invernadero: materiales

El cerramiento de un invernadero es uno de los componentes más importantes a la hora de satisfacer las necesidades de cultivo, los factores técnicos como la transparencia, retención de calor, el rendimiento térmico, la flexibilidad, el envejecimiento la resistencia frente al fuego, etc.,

El material de cubierta de un invernadero influye sobre algunas de las variables que más afectan al cultivo agrícola como la luz, temperatura o humedad.

De cubierta curva

- Invernadero tipo túnel.

- Invernadero semicilíndrico.
- Invernadero semi -elíptico.

Estas estructuras de protección de cultivos presentan en común que utilizan un determinado material de cobertura, el cual debe reunir las siguientes características.

- Que dejen pasar a través de su tejido la mayor cantidad posible de radiación solar.
- Que conserven la humedad en el suelo y la temperatura en los alrededores de la planta.
- Que no distorsione el espectro visible, necesario para que las hojas puedan realizar la fotosíntesis.
- Poco peso.

Imagen 4 Interior de un invernadero tipo túnel

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria

Las casas de crecimiento (invernaderos y túneles ofensivos), son edificios cubiertos con una lámina que transita los rayos del sol. La estructura brinda protección física a los cultivos contra los vientos, la lluvia, la nieve y otros peligros naturales, y permite el control estructural del clima. Cuanto mejor sea el control del clima y el control de las condiciones dentro del edificio, mejor será la calidad del crecimiento dentro del invernadero. Cultivar en casas de cultivo con un clima controlado permite la producción y suministro de hortalizas durante todo el año sin interrupción, hortalizas de mayor calidad y una reducción en el uso de pesticidas.

9.1.11. Propiedades básicas de las láminas para cubrir casas de crecimiento

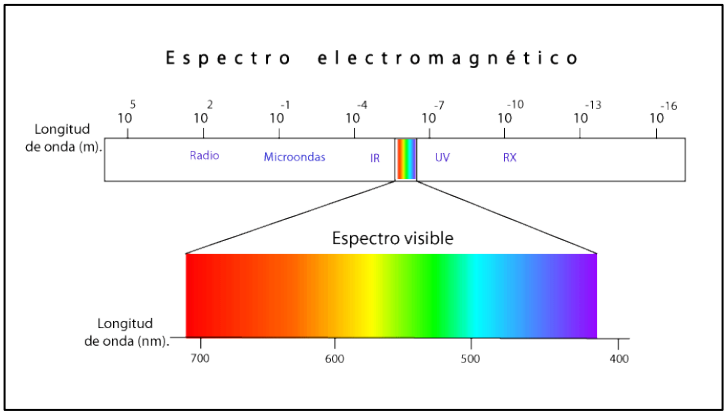
Buenas propiedades mecánicas

Las propiedades mecánicas de las hojas están determinadas por la composición de la hoja y su contenido. Las hojas de la empresa AA Las políticas en su conjunto cumplen con los requisitos de la Norma israelí 821 Parte 2.

Resistencia a la radiación ultravioleta: el polietileno se daña con la radiación ultravioleta (longitud de onda de 250 a 400 nanómetros). Este daño se manifiesta en bajas propiedades mecánicas hasta el punto de fallar y disminución de la transmisión de luz a la hoja. Para prevenir o reducir este daño, es necesario agregar estabilizadores apropiados. El tipo y la cantidad de estabilizadores varían de acuerdo con la vida útil requerida para la hoja, el grosor de la hoja, la ubicación geográfica y la exposición a productos químicos.

Transmisión de luz adecuada en el campo visible: La luz visible es el campo requerido para el proceso de fotosíntesis en las plantas. El paso de la luz puede controlarse en el área visible y planificarse de acuerdo con los requisitos de las plantas, la temporada de crecimiento y el área de cultivo.

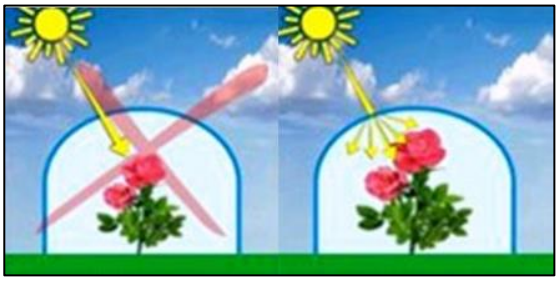
Imagen 5 Trasmisión de la luz solar campo visibles



Fuente: https://www.aulaclic.es/

Dispersión de la luz: La dispersión de la luz en las hojas puede variar del 20% al 70%. El nivel de dispersión requerido depende del área de cultivo, la temporada de cultivo y el tipo de cultivo. Generalmente se recomienda una hoja difusora para cultivos con un paisaje desarrollado y en áreas donde la radiación directa es muy fuerte.

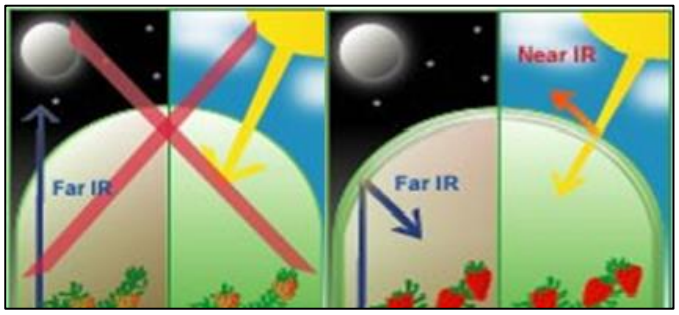
Imagen 6: Hoja sin dispersión de luz y hoja con dispersión de luz



Fuente: https://www.politiv.co.il/es/product/greenhouses/

Térmico: Como es sabido, durante el día el aire y el suelo del invernadero se calientan. En la noche en que la temperatura exterior desciende, la temperatura interior de la estructura del invernadero desciende emitiendo radiación en el rango IR. Una lámina de polietileno sin aditivos transmite radiación en esta zona y por tanto no retiene el calor acumulado. El calor en el invernadero. Según a las pruebas realizadas, bajo una lámina térmica, el rendimiento aumentó y el daño por frío fue mucho menor en comparación con las láminas sin aditivos térmicos.

Imagen 7: Hoja sin aditivos térmicos y hoja con aditivos



Fuente: https://www.politiv.co.il/es/product/greenhouses/

Aditivos antigoteo (antivaho): De noche y como consecuencia del descenso de temperatura en el interior del edificio, el vapor de agua se condensa en la plancha. Las gotitas de agua que se forman sobre la lona provocan una disminución en el paso de la luz visible por la mañana y durante el día, el goteo de la lona sobre las plantas provoca enfermedades y un aumento en el consumo de pesticidas y una disminución en la calidad y cantidad. de la cosecha.

Antivirus: Estas láminas fotos electivas alteran el espectro de radiación que ingresa a la estructura y hacen que los insectos dañinos sean menos activos, reduciendo así la vulnerabilidad y la

enfermedad. Es importante señalar que este bloqueo no afecta la actividad de las abejas dentro del invernadero.

Antipolvo (evita la acumulación de polvo): Esta lámina contiene aditivos que evitan que el polvo se "pegue" a la lámina y por lo tanto permite que se lave fácilmente o alternativamente se limpie de polvo por la primera lluvia.

Preventores de niebla: en las láminas que contienen antigoteo en áreas bajas, se puede formar niebla dentro del invernadero. Estos aditivos que se combinan junto con los antigoteo reducen drásticamente la cantidad de niebla. (Politive (1999) Ltd.)

9.1.12. FUNDAMENTACION TEORICA

La fundamentación teórica servirá para dar a conocer de dónde se inició la investigación del tema planteando, dando a conocer cada de talle que fueron considerados para realizar este proceso.

9.1.13. AUTOMATIZACION

La tecnología nos permite controlar un sin número de procesos que realizábamos de manera manual, logrando de esta manera reducir la presencia del ser humano.

La automatización es un sistema diseñado para utilizar la función de las máquinas para realizar determinadas labores previamente efectuadas por humanos, y para el control de la sucesión de las operaciones sin participación humana.

De tal manera se establecido que el proceso de automatización es la aplicación de la técnica en proceso que realizaba de manera manual y se fundamenta en la averiguación de mejoras y principalmente de la mejora de recursos.

Se nota que la presencia de la intervención humana disminuye, aparece la presencia de las maquinas que influyen el proceso que realice el ser humano de esta forma ayuda a disminuir el tiempos y actividad física ya que también reduce la actividad física en trabajos forzados.

9.1.14. Plc Arduino Industrial 8 Entradas 8 Salidas 24v Productivity

Imagen 8: PLC Arduino

Fuente: https://www.automationdirect.com

Descripción

El PLC Arduino consta de varios aspectos nos permite tener comunicación analógica y digital es muy rentable gracias a su bajo costo en comparación con los PLC industriales.

Tabla 7: Características P1AM

CARACTERÍSTICAS
P1AM-100 CPU (Arduino-compatible)
CPU de grado industrial open source
Memoria: 256kB Flash con 10kB usados para el bootloader, 32kB SRAM
Interfaces: MicroB USB, Arduino MKR1000, microSD card para data logging (32GB max), socket Productivity1000 industrial para los módulos industriales.
Posee 1 LED y 1 switch controlables por el usuario.
Programable en C/C++ con IDE Arduino o ProductivityBlocks
Temperatura de Operación: 0 to 60°C (32 to 140°F)
Alimentado a 24VDC

Certificaciones UL, CE agency approvals
Fuente poder 220/110 a 24v 20 a

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

9.1.15. Sensores

Sensor de temperatura y humedad, las variaciones de la temperatura y humedad afectan al metabolismo, respiración, comportamiento, distribución, migraciones, alimentación, crecimiento y reproducción de la mayoría de los animales y plantas. (Pérez R, 2017).

Los sensores son dispositivos de entrada y son los encargados de recibir las variables de un sistema, existen dos tipos de sensores que entrega señal analógica y digital a la salida.

Imagen 9: Sensor de temperatura y humedad ambiente

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria

Los macro túneles son la opción más económica y se puede utilizar tuberías de agua de acero galvanizado. Puedes doblar los tubos con las herramientas adecuadas, para formar la estructura del invernadero.

Algunas personas prefieren usar aluminio en lugar de acero, ya que es un metal precioso que se puede reciclar, sin embargo, tenga en cuenta que el aluminio es solo un tercio más fuerte que el acero, lo que lleva a la compra de tubos más grandes que pueden compensar su falta de fuerza.

Al tener los tubos ya formados, Giacomelli recomienda enterrar el tubo del marco 45-60 cm debajo del suelo, a fin de soportar bien la estructura y proveerle mayor protección contra fuertes vientos.

Adicionalmente, se recomienda aislar esta base enterrada con un tablero de espuma, evitando así que el calor se escape del invernadero. Después de establecer el armazón del invernadero, cubre

con una cubierta plástica o malla. De sufrir fuertes vientos, retira la cubierta con el propósito de preservar el marco, el cual es más difícil de reemplazar.

Algunos cultivadores de invernaderos y macro túneles argumentan que el uso de mantillos con superficie de goteo (una superficie de plástico que evita que el agua que gotea caiga sobre la planta, pero se deslice por la pared) ha fomentado que las plantas suden los olores continuamente sin saturar el aire, mejorando sus propiedades morfológicas.

9.1.16. Ventilación

Es fundamental que el macro túnel esté bien ventilado. La diferencia entre la ventilación pasiva y la mecánica es un mejor control de la temperatura dentro del invernadero al doble del costo. Si la temperatura desciende demasiado durante la noche, una capa adicional entre la vegetación y el techo y las paredes de la estructura ayuda a mantener el calor en la estructura durante la noche.

En general, para la mayoría de los cultivos, la temperatura promedio que mejor se presta para el desempeño de las plantas es 25°C. (Meister W/(2022)

Para el inicio del proyecto se comienza con la limpieza del área seleccionada donde se instaló el sistema tecnificado por hidroponía en este caso es situado en el bloque B de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, el siguiente paso es la construcción del invernadero (macro túnel) para ello adquieren los siguientes materiales: tubo redondo de acero galvanizado de 2 pulgadas para los postes y de 1 pulgada y media para las cerchas, malla sarán, cable acerado de 3mm,plástico de invernadero calibre número 8,tubos cuadrados de 1 pulgada y media , cemento, grapas para invernadero, varilla, electrodos, proceden a hacer los cortes de los tubos de acero galvanizado en medida de 3,50m para la elaboración de las escalerillas que serán los pilares del invernadero y de 7,50m para las cerchas(cubierta),una vez ya terminado el proceso de soldadura continúan a realizar los huecos en el suelo que son de 1m de profundidad para la colocación de las escalerillas y los tensores en varilla, en este caso son 6 huecos para escalerillas y 3 huecos para los tensores, una vez hecho los huecos proceden a la colocación de las escalerillas y los tensores, elaboran la mezcla de cemento con arena y agua y colocan para tapar los huecos, una vez seca la mezcla las escalerillas y los tensores quedan fijos al suelo, realizan la colocación de las cerchasen la parte superior de las escalerillas, sueldan unos puntos para mayor seguridad y queden de una manera más fija, sueldan unos pequeñas tuercas a los lados laterales de las escalerillas por la parte exterior ya que por ahí pasaran los cables acerados que quedaran al nivel del suelo y otros a un nivel de 1,50 y 3 m de

altura, proceden a templar los cables ya que ahí será donde grapen el plástico de invernadero, por consiguiente ponen la cubierta del pastico superior tapando así toda la parte de arriba, tiemplan el plástico para que no quede ninguna arruga y sea de manera casi precisa de igual manera empiezan a poner los plásticos laterales y la malla sarán para que tenga una ventilación adecuada, luego de haber terminado ese proceso continúan el corte y soldadura de la puerta, una vez terminado lo forran con el plástico del invernadero y se pone en su lugar respectivo con soladura para que quede fija. Las medidas que tiene el invernadero son 10 metros de largo por 6 metros de ancho.

En la parte interior del invernadero tienen lo que son los caballetes hidropónicos los cuales sirven para la colocación de los tubos de PVC, este caballete tiene una altura de 2 metros el cual está construido en tubo cuadrado de 1 pulgada y media y de largo tiene 3 metros, proceden a colocar varios soportes en varilla para que resista el peso de la tubería, estos soportes están situados al inicio y final del caballete, verticalmente tiene 5 soportes de lado y lado a una distancia de 30cm cada 1.

Para el sistema hidropónico procedieron a comprar los siguientes materiales: 1 bomba de ½ HP, succión de bomba de 1 pulgada, salida de bomba de 1 pulgada, filtro de anillos arkal de 1 pulgada, manifold de válvulas de 1 pulgada, accesorios para conexión de válvulas, tubería principal, accesorios para tubería principal, tanque de 1000 lt, accesorios varios, para el inicio de instalación del sistema hidropónico primero tienen que hacer la limpieza del terreno para que quede bien uniforme, se realiza la instalación de un base que haga de soporte para el tanque de agua, se ejecuta la conexión de todo lo que es el sistema, con una bomba de media va colocado todo lo que es succión de la bomba, salida de la bomba(la salida de la bomba entra con un filtro), el filtro es uno de media que va conectado con una válvula de apertura lenta todo eso es con acoples rápidos(succión, salida de bomba), la tubería principal y las tuberías secundarias que van con una manguera de 32 todo conectado a la tubería de 50mm para la hidroponía, en toda la trayectoria de la tubería de la hidroponía dispone de una válvula check en cada uno de las torres, posee válvulas de retención para que el agua quede en la parte aérea, van colocado con 4 electroválvulas.

9.1.17. Principio de Bernoulli

Esta ecuación te ayuda a analizar un fluido que fluye de arriba a abajo a través de toda clase de tubos distintos

El principio de Bernoulli es un enunciado que parece ir en contra de la intuición, acerca de cómo la velocidad de un fluido se relaciona con la presión del fluido. Muchas personas sienten que el principio de Bernoulli no debería de ser correcto, pero esto se debe a un mal entendimiento de lo que dice el principio. El principio de Bernoulli establece lo siguiente:

El principio de Bernoulli: dentro de un flujo horizontal de fluido, los puntos de mayor velocidad del fluido tendrán menor presión que los de menor velocidad.

No tienen que ser horizontal, pero el cambio en la altura del fluido mientras fluye no puede ser muy drástico. De otro modo, los cambios en la energía potencial debida a la fuerza de gravedad se tornarán importantes, y pueden hacer que el principio de Bernoulli se vuelva incorrecto.

El principio de Bernoulli se puede hacer más general si tomas en cuenta la energía potencial debida a la gravedad. El resultado de esto se llama la ecuación de Bernoulli

Así que dentro de una tubería horizontal de agua que cambia de diámetro, las regiones donde el agua se mueve más rápido se encontrarán a menor presión que las regiones donde se mueve más lento. Esto a muchas personas les parece contrario a la intuición, ya que asocian una gran velocidad con presiones altas. En la siguiente sección, mostraremos que, en realidad, esta es otra manera de decir que el agua irá más rápido si hay más presión detrás de ella que delante de ella. En la siguiente sección vamos a derivar el principio de Bernoulli, vamos a mostrar de manera más precisa qué es lo que dice y, con suerte, lo haremos ver un poco menos misterioso.

Los fluidos incompresibles tienen que aumentar su velocidad cuando alcanzan una sección más estrecha para mantener el volumen de flujo constante. Por esta razón, una boquilla estrecha en una manguera causa que el agua salga más rápido. Puede ser que algo te esté molestando sobre este fenómeno: si el agua se acelera en la constricción, también gana energía cinética. ¿De dónde sale esta energía? ¿De la boquilla? ¿De la tubería?

La única manera de darle energía cinética a algo es haciendo trabajo sobre él. Esto se expresa por el principio del trabajo y la energía.

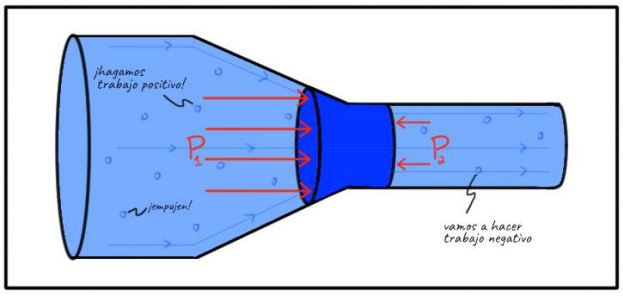
$$W_{externo} = \Delta K = \frac{1}{2}mv^2f - \frac{1}{2}mv_i^2$$

Así que, si una región del fluido aumenta su velocidad, algo externo a esa porción del fluido debe estar haciendo un trabajo sobre ella. ¿Qué fuerza provoca que se haga trabajo sobre el fluido? Bueno, en la mayoría de los sistemas del mundo real hay muchas fuerzas disipativas que podrían estar haciendo un trabajo negativo, pero, para mantener las cosas simples, vamos a suponer que estas fuerzas viscosas son despreciables y que tenemos un flujo continuo y perfectamente laminar. Un flujo laminar es significa que el fluido fluye en capas paralelas sin cruzar caminos. En un flujo laminar no hay remolinos ni vórtices en el fluido.

Entonces supondremos que no tenemos pérdida de energía debida a fuerzas disipativas. En este caso, ¿qué otras fuerzas podrían estar haciendo trabajo sobre nuestro fluido, acelerándolo? La presión del fluido circundante estará causando una fuerza que puede hacer trabajo y acelerar una porción del fluido.

Considera el diagrama a continuación, que muestra agua que fluye sobre las líneas de flujo, de izquierda a derecha. A medida que el volumen de agua señalado entra en la región constreñida, aumenta su velocidad. La fuerza de la presión P1, el lado izquierdo del agua sombreada empuja hacia la derecha y hace un trabajo positivo, ya que empuja en la misma dirección que el movimiento del fluido sombreado. La fuerza de la presión P2, en el lado derecho del fluido sombreado empuja hacia la izquierda y hace un trabajo negativo, ya que empuja en la dirección opuesta del movimiento del fluido sombreado.

Imagen 10: Fluidos



Fuente: https://www.teorema.top/

Sabemos que el agua debe acelerar (debido a la ecuación de continuidad), por lo que una cantidad neta positiva de trabajo se realiza sobre ella. Así, la cantidad de trabajo que realiza la fuerza debida a la presión en el lado izquierdo debe ser más grande que la cantidad de trabajo que realiza la

fuerza debida a la presión en el lado derecho. Esto significa que la presión en el lado ancho y lento P1, tiene que ser mayor que la presión en el lado angosto y rápido P2.

Esta relación inversa entre la presión y la velocidad en un punto en un fluido se llama el principio de Bernoulli.

El principio de Bernoulli: en puntos a lo largo de una línea horizontal de flujo, las regiones de mayor presión tienen una menor velocidad del fluido, y las regiones de menor presión tienen una mayor velocidad del fluido. Conceptualmente, podría ser más simple pensar acerca del principio de Bernoulli como el hecho de que un fluido que fluye de una región de mayor presión a una de menor presión se acelerará debido a la fuerza neta sobre la dirección de movimiento.

La idea de que las regiones donde el fluido se mueve más rápido tendrán menor presión puede parecer extraña. Seguramente, un fluido que se mueve rápidamente y te golpea debe aplicar mayor presión en tu cuerpo que un fluido que se mueve lentamente, ¿cierto? Sí, es cierto. Pero ahora estamos hablando de dos presiones diferentes. La presión a la que se refiere el principio de Bernoulli es la presión interna que el fluido ejerce en todas direcciones durante el flujo, incluyendo la que ejerce sobre la tubería. Esta es diferente de la presión que un fluido ejercerá sobre ti si te pones en su camino y detienes su movimiento.

9.1.18. Ecuación de Bernoulli

La ecuación de Bernoulli es esencialmente una manera matemática de expresar el principio de Bernoulli de forma más general, tomando en cuenta cambios en la energía potencial debida a la gravedad. Derivaremos esta ecuación en la siguiente sección, pero antes de hacerlo miremos cómo es la ecuación de Bernoulli, desarrollemos una idea de lo que dice y veamos cómo podemos usarla.

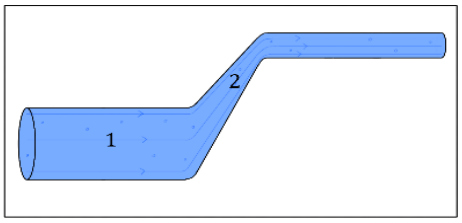
La ecuación de Bernoulli relaciona la presión, la velocidad y la altura de dos puntos cualesquiera (1 y 2) en un fluido con flujo laminar constante de densidad ρ. Usualmente escribimos la ecuación de Bernoulli de la siguiente manera:

$$P_1 + \frac{1}{2}pv_1^2 + pgh_1 = P_2 + \frac{1}{2}pv_2^2 + pgh_2$$

Las variables P1, v1, y h1, se refieren a la presión, la velocidad y la altura del fluido en el punto 1, respectivamente, mientras que las variables P2,2*v*, h2, se refieren a la presión, la velocidad y la altura del punto 2, como se muestra en el diagrama a continuación. En este podemos ver una

elección particular de los dos puntos (1 y 2) en el fluido, pero la ecuación de Bernoulli es válida para cualesquiera dos puntos en el fluido.

Imagen 11: Teorema Bernoulli



Fuente: https://www.teorema.top/teorema-de-bernoulli/

Cuando usas la ecuación de Bernoulli, ¿cómo sabes dónde escoger tus puntos? Tienes que seleccionar uno de los puntos en donde quieres determinar una variable desconocida. De otro modo, ¿cómo podrás resolver la ecuación para esa variable? Típicamente, escogerás el segundo punto en una posición donde se te ha dado alguna información o donde el fluido está abierto a la atmósfera, ya que la presión absoluta ahí es la presión atmosférica Patm=1.01x10^5Pa.

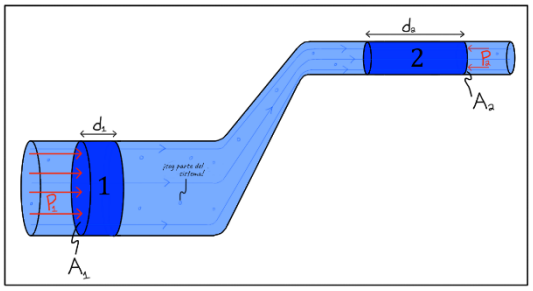
Observa que la h se refiere a la altura del fluido por encima de un nivel arbitrario que puedes escoger de cualquier forma que te resulte conveniente. Típicamente, es más fácil escoger al más bajo de los dos puntos (1 o 2) como la altura donde h=0. La P refiere a la presión en ese punto. Puedes escoger usar la presión manométrica o la presión absoluta, pero cualquier presión que decidas usar (manométrica o absoluta) debes utilizarla en el otro lado de la ecuación. No puedes sustituir la presión manométrica en el punto 1 y la presión absoluta en el punto 2. De mismo modo, si sustituyes la presión manométrica en el punto 1 y resuelves para la presión en el punto 2, el valor que obtengas será la presión manométrica en el punto 2 (no la presión absoluta).

Los términos 1/2pv^2 y pgh en la ecuación de Bernoulli se parecen a la energía cinética 1/2mv^2 y la energía potencial mgh, solo con el término de la masa m, intercambiado por el de la densidad p. Así que no debe sorprendernos que la ecuación de Bernoulli sea el resultado de aplicarle la conservación de la energía a un fluido que se mueve. Derivaremos la ecuación de Bernoulli por medio de la conservación de la energía en la siguiente sección.

Considera el diagrama siguiente, donde el agua fluye de izquierda a derecha en una tubería que cambia tanto su área como su altura. Como antes, el agua se acelerará y ganará energía cinética K en las constricciones de la tubería, dado que la tasa de flujo volumétrico debe

mantenerse para un fluido incompresible, aún si las constricciones se mueven hacia arriba. Puesto que la constricción también causa que el fluido se mueva hacia arriba, la energía potencial del agua debida a la gravedad Ug, también aumentará, así como su energía cinética K. Derivaremos la ecuación de Bernoulli al igualar la energía adquirida por el fluido con el trabajo externo realizado sobre él.

Imagen 12: Teorema Bernoulli



Fuente: https://www.teorema.top/teorema-de-bernoulli/

Supongamos que el sistema energético que estamos considerando se compone de los volúmenes de agua 1 y 2, así como de todo el fluido entre esos dos volúmenes. Si suponemos que el fluido no es viscoso, su flujo es laminar y no hay fuerzas disipativas que lo afecten, entonces cualquier energía extra $\Delta(K+U)$ sistema, añadida al sistema la causará el trabajo externo (W externo) sobre el fluido que realicen las fuerzas de presión que lo rodean.

Podemos expresar este hecho de forma matemática como:

$$W_{externo} = \Delta(K + U)_{sistema}$$

Primero trataremos de encontrar el trabajo externo W externo realizado sobre el agua. Nada del agua entre los puntos 1 y 2 puede realizar trabajo externo, ya que esa agua es parte de nuestro sistema energético. Las únicas presiones que pueden hacer un trabajo externo directamente sobre nuestro sistema son P1 y P2 como se muestra en el diagrama. El agua en P1a la izquierda del volumen 1 hará trabajo positivo, ya que la fuerza apunta en la misma dirección que el movimiento del fluido. El agua en P2 la derecha del volumen 2 hará trabajo negativo en nuestro sistema, pues empuja en la dirección opuesta al movimiento del fluido.

Por simplicidad, consideraremos el caso en que la fuerza debida a la presión del agua a la izquierda del volumen 1 empuja al volumen 1 a través de todo su ancho d1. Al suponer que el fluido es

incompresible, este debe desplazar un volumen de agua idéntico en cualquier parte del sistema, causando que el volumen 2 se desplace en su longitud una distancia d2.

Podemos encontrar el trabajo con la expresión W=Fd, sustituir la fórmula para la fuerza debida a la presión F=PA en la expresión del trabajo y obtener W=P Ad. Así, el trabajo positivo hecho sobre nuestro sistema por el agua cerca del punto 1 W1=P1A1d1 y el trabajo hecho por el agua cerca del punto 2 será W2=P2A2d2.

Al sustituir estas expresiones para el trabajo en el lado izquierdo de nuestra fórmula de energía-trabajo W neto=Δ(K+U) sistema.

$$P_1 A_1 d_1 - P_2 A_2 d_2 = \Delta(K + U)_{sistema}$$

Pero los términos A1d1 y A2d2 tienen que ser iguales, ya que representan los volúmenes del fluido desplazado cerca del punto 1 y del punto 2. Si suponemos que el fluido es incompresible, un volumen idéntico de fluido debe ser desplazado en todos lados en el fluido, incluyendo cerca de la parte superior. Así V1=A1d1=A2d2=v2. Podemos escribir el término de volumen simplemente como V*V*V, ya que los volúmenes son iguales. Esto simplifica el lado izquierdo de la fórmula trabajo-energía a

$$P_1 V - P_2 V = \Delta(+U)_{sistema}$$

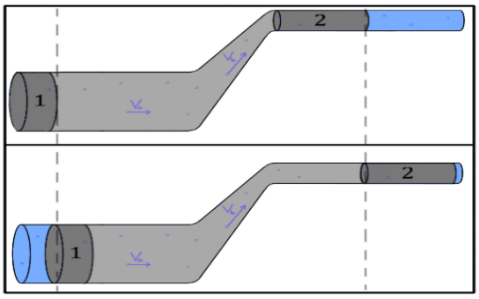
Con eso terminamos el lado izquierdo. Ahora tenemos que trabajar sobre el lado derecho de esta ecuación. Esta es una parte sutil y crucial de la derivación. Recuerda que nuestro sistema no solo incluye las porciones sombreadas de agua cerca de los puntos 1 y 2, sino también toda el agua entre esos dos puntos. ¿Cómo podremos dar cuenta de todo el cambio en la energía cinética y la energía potencial debida a la gravedad de todas las partes de ese sistema tan grande y enredado?

Bueno, tenemos que hacer una suposición más antes de terminar la derivación. Vamos a suponer que el flujo del fluido es constante. Por "flujo constante" nos referimos a que la velocidad del fluido que pasa por un punto particular de la tubería no cambia. En otras palabras, si te pararas y observaras cualquier sección particular de la tubería transparente, verías agua nueva pasarte en todo momento, pero si el flujo es constante, entonces toda el agua tendría la misma velocidad cuando pase ese punto particular.

Entonces, ¿cómo es que la idea de flujo constante nos ayuda a determinar el cambio en la energía del sistema grande y enredado? Considera el siguiente diagrama. Nuestro sistema de energía consiste del fluido ensombrecido (volumen 1, volumen 2 y todo el fluido entre estos). En la primera imagen, el sistema tiene una cantidad de energía total (K+U) inicial. En la segunda imagen, se realizó trabajo sobre el sistema completo, ganó energía, se desplazó a la derecha, y ahora tiene una energía total diferente (K+U) final. Pero observa que la energía del fluido entre las líneas punteadas será la misma que la que era antes de que se realizará trabajo si suponemos flujo constante.

El agua cambió de posición y de velocidad en la región entre las líneas punteadas, pero lo hizo de tal forma que se moverá con exactamente la misma velocidad (es decir, va y vb), y tendrá la misma altura que el agua que se encontraba previamente en esa posición. La única cosa que es diferente en nuestro sistema es que ahora el volumen 2 se extiende a una sección de la tubería en la que no estaba previamente y que ahora nada en nuestro sistema ocupa la vieja posición detrás del volumen.

Imagen 13: Diagrama de un fluido



Fuente: https://www.teorema.top/teorema-de-bernoulli/

En general, esto significa que podemos determinar el cambio total en la energía del sistema simplemente considerando las energías de los puntos en los extremos. Es decir, podemos tomar las energías cinética y potencial (K2+U2) que ahora existen en el volumen 2 después que el trabajo ha sido realizado y restarles las energías cinética y potencial (K1+U1) que ya no existen detrás del volumen 1 después de que el trabajo ha sido realizado. En otras palabras, Δ (K+U) sistema= (K2+U2) -(K1+U1)

Al sustituir esto en el lado derecho de la ecuación de trabajo-energía P1V-P2V= Δ(K+U) sistema, obtenemos

$$P_1V - P_2V = (K_2 + U_2) - (K_1 + U_1)$$

Ahora sustituiremos las fórmulas para la energía cinética K=1/2mv^2 y la energía potencial debida a la gravedad Ug=mgh para obtener.

$$P_1 - P_{2V} = \left(\frac{1}{2} m_2 v \frac{2}{2} + m_2 g h_2\right) - (\frac{1}{2} m_1 v \frac{2}{1} + m_1 h g_1)$$

En esta ecuación, P1 y P2 representan las presiones del fluido en los volúmenes 1 y 2, respectivamente. Las variables v1 y v2 representan las velocidades del fluido en los volúmenes 1 y 2, respectivamente, h1 y h2 representan las alturas del fluido en los volúmenes 1 y 2, respectivamente.

Pero dado que estamos suponiendo que el fluido es incompresible, las masas desplazadas de los volúmenes 1 y 2 deben ser las mismas, m1 y m2. Al eliminar los subíndices en las masas, obtenemos.

$$P_1 V - P_2 V = \left(\frac{1}{2} m v \frac{2}{2} + m h g_2\right) - (\frac{1}{2} m v \frac{2}{1} m g h_1)$$

Podemos dividir ambos lados entre V y eliminar los paréntesis para obtener.

$$P_1 - P_2 = \frac{\frac{1}{2} m v \frac{2}{2}}{V} + \frac{m g h_2}{V} - \frac{\frac{1}{2} m v \frac{2}{1}}{V} - \frac{m g h_1}{V}$$

Podemos simplificar esta ecuación al observar que la masa del fluido desplazado dividida entre el volumen del fluido desplazado es la densidad del fluido p=m/v. Al m/v, obtenemos

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2} p v \frac{2}{2} + p g h_2 - \frac{1}{2} p v \frac{2}{1} - p g h_1$$

Ahora, solo vamos a reorganizar la fórmula usando álgebra para poner todos los términos que se refieren al mismo punto en el espacio en el mismo lado de la ecuación; así.

$$P_1 + \frac{1}{2} p v \frac{2}{1} + p g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} p v \frac{2}{2} + p g h_2$$

Y ahí está, finalmente. ¡Esta es la ecuación de Bernoulli! Dice que si sumas la presión P con la densidad de energía cinética 1/2pv^2y la densidad de energía potencial debida a la gravedad pgh en cualesquiera dos puntos de un flujo laminar, serán iguales.

Densidad de ENergìa

Podemos ver la ecuación de Bernoulli como una ley de conservación de energía para un fluido en movimiento. Vimos que la ecuación de Bernoulli era el resultado de usar el hecho de que cualquier energía cinética o potencial extra que gana un sistema o fluido es debido al trabajo externo realizado en el sistema por otro fluido no viscoso. Debes tener en mente que tuvimos que hacer muchas suposiciones en el trayecto para que esta derivación funcionara; tuvimos que suponer flujo laminar y ausencia de fuerzas disipativas, ya que de otra manera se hubiera generado energía térmica; tuvimos que suponer flujo constante, pues de otra forma nuestro truco de cancelar las energías en la sección de en medio no hubiera funcionado; tuvimos que suponer incompresibilidad, o de otra forma los volúmenes y las masas no hubieran sido necesariamente iguales.

Ya que la cantidad P+1/2pv^2+pgh es la misma en todo punto de un flujo laminar, otra forma de escribir la ecuación de Bernoulli es,

$$P + \frac{1}{2}pv^2 + pgh = constante$$

Esta constante será diferente para diferentes sistemas de fluidos, pero para un fluido no disipativo que fluye de forma laminar y constante, el valor de P+1/2pv^2+pgh será el mismo en cualquier punto del fluido.

Aquí debemos observar que el principio de Bernoulli está contenido en la ecuación de Bernoulli. Si empezamos con.

$$P_1 + \frac{1}{2}pv\frac{2}{1} + pgh_1 = P_2 + \frac{1}{2}pv\frac{2}{2} + phg_2$$

y suponemos que no hay cambios en la altura del fluido, los términos pgh se cancelan si los restamos de ambos lados.

$$P_1 + \frac{1}{2}pv\frac{2}{1} = P_2 + \frac{1}{2}pv\frac{2}{2}$$

O lo podemos escribir como.

$$P + \frac{1}{2}pv^2 = constante$$

Esta fórmula resalta el principio de Bernoulli, ya que, si la velocidad v de un fluido es mayor en una región dada de un flujo laminar, la presión P*P*P debe ser menor en esa región (que es el principio de Bernoulli). Un incremento en la velocidad v debe ser acompañado por una disminución simultánea de la presión P*P*P de manera que la suma siempre dé el mismo número constante.

Imagen 14: Colocación tubería

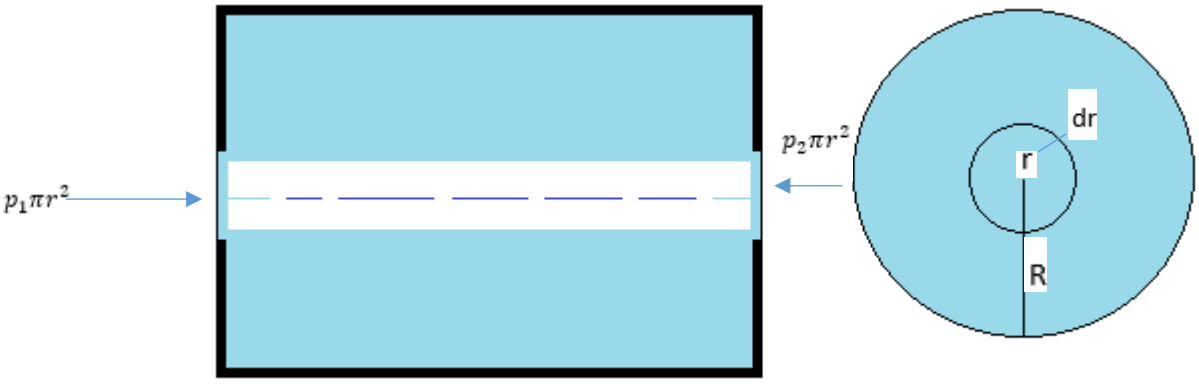
Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Colocación de la tubería principal para en paso del agua por el sistema del caudal del agua sola y agua con nutrientes.

Para el flujo laminar tomamos en cuenta lo que es la teoría y fórmulas de Poiseuille

Consideremos ahora un fluido viscoso que circula en régimen laminar por una tubería de radio interior R, y de longitud L, bajo la acción de una fuerza debida a la diferencia de presión existente en los extremos del tubo.

Imagen 15: Capa de fluidos



Fuente: http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/ppois.html

Sustituyendo F en la fórmula (1) y teniendo en cuenta que el área A de la capa es ahora el área lateral de un cilindro de longitud L y radio r.

$$\frac{P_1 - P_2)r^2}{2rL} = -n\frac{dv}{dr}$$

El signo negativo se debe a que v disminuye al aumentar r.

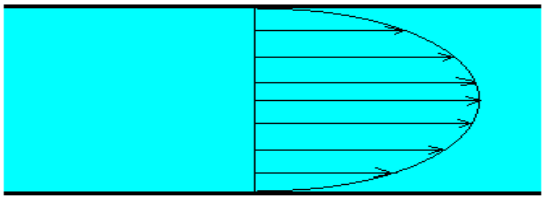
- **Perfil de velocidades**

Integrando esta ecuación, obtenemos el perfil de velocidades en función de la distancia radial, al eje del tubo. Se ha de tener en cuenta que la velocidad en las paredes del tubo r=R es nula.

$$\int_v^o dv = \frac{P_1 - P_2}{2nL}\int_r^R rdr \qquad v = \frac{P_1 - P_2}{4nL}(R^2 - r^2)$$

que es la ecuación de una parábola.

Imagen 16: Perfil de velocidades



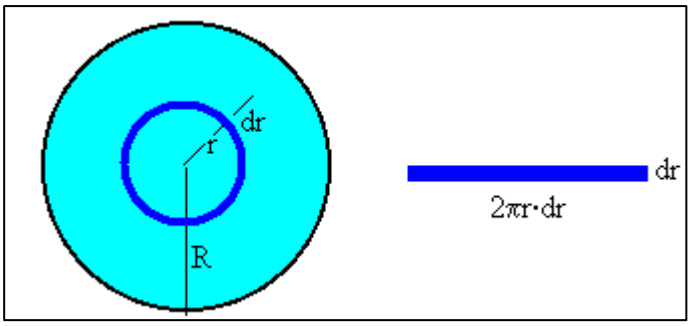
Fuente: http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/ppois.html

El flujo tiene por tanto un perfil de velocidades parabólico, siendo la velocidad máxima en el centro del tubo.

- **Gasto**

El volumen de fluido que atraviesa cualquier sección normal del tubo en la unidad de tiempo se denomina gasto.

Imagen 17: Volumen defluidos



Fuente: http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/ppois.html.

El volumen de fluidos que atraviesa el área del anillo comprendido entre r y r+dr en la unidad de tiempo es v (2p rdr). Donde v es la velocidad del fluido a una distancia r del eje del tubo y 2p rdr es el área del anillo.

El gasto se hallará integrando

$$G = \int_O^R V 2\pi r dr = \frac{\pi(P_1 - P_2)}{2nL} \int_O^R (R^2 - r^2) r dr = \frac{\pi}{8} \frac{(P_1 - P_2)R^4}{nL}$$

El gasto G es inversamente proporcional a la viscosidad h y varía en proporción directa a la cuarta potencia del radio del tubo R, y es directamente proporcional al gradiente de presión a lo largo del tubo, es decir al cociente (p_1-p_2) /L.

El gasto se puede expresar G=πR^2(v), donde (v) es la velocidad media del fluido

$$P_1 - P_2 = \frac{8nL}{R^2}(v)$$

Colocación de la tubería principal y tubería del caudal para sistema hidropónico con bases y fundamentos referentes a la ley de Poiseuille.

Imagen 18: Colocación tubería principal y tubería para electroválvulas

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria

Proceso selección de bomba

Para aguas con nutrientes para las plantas que debe garantizarse una velocidad de flujo de por lo menos 2,5 m/s.

Según la tabla referente a las pérdidas de presión o los diagramas de las pérdidas de presión, resulta un valor de 21,66 metros para la pérdida de carga por cada 100 metros de tubería, y una velocidad de flujo de 2,55 m/s. El valor se obtiene leyendo el punto de intersección entre los valores de 5 l/s de caudal y un diámetro interior de DN50. Ahora, el valor de 21,66 metros determinado debe convertirse en la longitud real de la tubería de presión (= 20 metros) mediante la regla de tres. Para esto, se dividen los 21,66 metros por el factor 5 y se obtendrá el valor de 4,332 metros para la pérdida de carga real de la tubería de presión.

Para determinar la altura manométrica (= altura de presión que una bomba debe superar efectivamente para que el líquido bombeado puede evacuarse bombeando) de la bomba, deben sumarse los valores de la cota de nivel y de la pérdida de carga en la tubería de presión. De este modo, se obtiene una altura manométrica Hmano = 8,332 metros.

Se elegirá una bomba apropiada inscribiendo los dos valores altura manométrica Hmano = 8,332 metros y caudal Q = 5 l/s en el diagrama de rendimiento de las bombas.

La bomba que se encuentre más cercana al punto de intersección será la bomba apropiada para la presente aplicación. Si hay dos bombas de posición ideal con respecto al punto de intersección,

será posible utilizar ambas bombas. La elección de la bomba correcta depende de otros factores (p. ej. la reserva con respecto a la altura de presión o la reserva con respecto al caudal, o el diámetro del racor de conexión).

Imagen 19: Bomba de agua hp 0.5

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria.

Imagen 20: Características bomba de succión

Características Físicas	
Voltaje	110-120 ~ 60 Hz
Potencia de entrada	370W (0.5HP
Succión	35MMax
Flujo	8MMax
Diámetro de la tubería	1 "x1"
Motor de alambre de cobre	
Cable de 0,15 m de longitud	
Impulsor de cobre	

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Aplicación de uso:

Genera altas presiones gracias a su diseño de impulsor tipo turbina y es adecuada para aplicaciones domésticas, caudales pequeños para uso de jardinería, vaciado, llenado de tanques y para pequeñas aplicaciones industriales, tales como la alimentación de calderas bajo presión (anti condensación).

Electroválvulas plásticas de control hidráulico serie 200

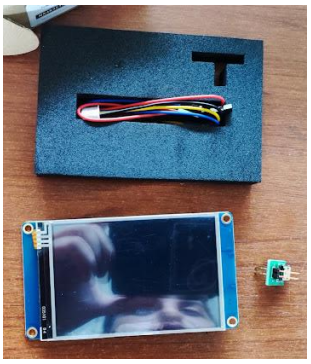
Imagen 21: Electroválvulas hidráulico serie 200

Fuente: https://www.bermad.com/app/uploads/2016/06/pc2as11-ir-200-series-catalogue_spanish_final.pdf

Las electro válvulas e un 1 pulgada de la serie 200 Bermad es una de las mas utilizadas ya que se la puede utilizar ya sea en casas, para el control de riego de cultivos medianos y pequeños, son muy eficientes ya que el voltaje para su utilización es de 24 V.

Para la automatización tenemos los siguientes dispositivos.

Imagen 22: Pantalla nextion



Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Nextion es una solución de Human Machine Interface (HMI) que proporciona una interfaz de control y visualización entre un ser humano y un proceso, máquina, aplicación o dispositivo.

Nextion se aplica principalmente a Internet of thing (IoT) o al campo de la electrónica de consumo. Es la mejor solución para reemplazar el LCD tradicional.

Tabla 8: Características pantalla nextion

Características
Resolución: 320 x 240
Color: RGB 65K
Incluye tecnología Touch
Comunicación: Serie
Memoria: 4M para código y datos
Área visual:36.72mm(L)×48.96mm(W)
Brillo ajustable
Alimentación: 5V
Consumo: 90mA
Peso: 48g

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria

Imagen 23: Sensor de temperatura y humedad

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

El sensor digital de la humedad de la temperatura DHT21 es un sensor compuesto de la humedad y de la temperatura que contiene salida calibrada de la señal numérica. Asegura los productos con alta confiabilidad y estabilidad de largo plazo excelente. El sensor incluye un elemento humedad-

sensible y un elemento de la medida de la temperatura de NTC, y conecta con un SCM de alto rendimiento. Por lo tanto, el producto tiene ventajas tales como calidad excelente, respuesta rápida estupenda y capacidad anti-jamming fuerte, precio alto extremadamente.

Características
Voltaje de operación: 3.3V-5.2V
Rango Humedad: 0-99.9% de Humedad Relativa
Rango temperatura: -40°C a 80ºC
Resolución Humedad: +-3%RH
Resolución Temperatura: +-0.5°C
Salida: Digital (1 wire)

Imagen 24: Sensor de temperatura

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Tabla 9: Especificaciones sensor de temperatura agua

Especificaciones	
Material	metal
Color	como se muestra

Funcionamiento de amplio voltaje	3,3 ~ 5,5 V
Señal de salida	0 ~ 2,3 V
Corriente de funcionamiento	3 ~ 6mA
Rango de medición TDS	0 ~ 1000ppm
Interfaz del módulo	XH2.54-3P
Interfaz del Electrodo	XH2.54-2P
Número de sondas	2
Longitud total	(aprox.) 60cm
Interfaz de conexión	XH2.54-2P
Tamaño	(aprox.) 42*32mm

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Tabla 10: Tabla de crisol

Crisol de grafito mini horno de oro de la antorcha de fusión del metal
1 unidad por placa adaptadora de señal TDS
1 Ud. por sonda TDS resistente al agua
1 unidad por cable de sensor analógico

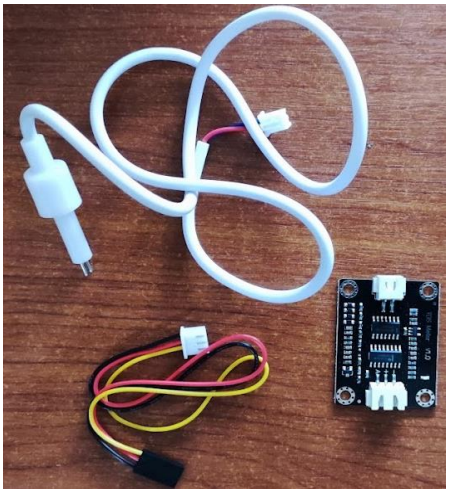
Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Aviso: Las sondas TDS no se pueden utilizar en agua por encima de 55 °C, no debe colocarse demasiado cerca del borde del contenedor, ya que afectará a la pantalla.

La cabeza y el cable de la sonda TDS Son impermeables y se pueden sumergir en agua, pero la interfaz de conexión y la placa adaptadora de señal no son resistentes a1 agua. Presta atención al uso.

Nota: Debido a la luz y a la diferencia de pantalla, el color del artículo puede ser ligeramente diferente al de las imágenes, permite diferencias de 0,5-2 cm debido a la medición manual.

Imagen 25: Sensor de Conductividad eléctrica

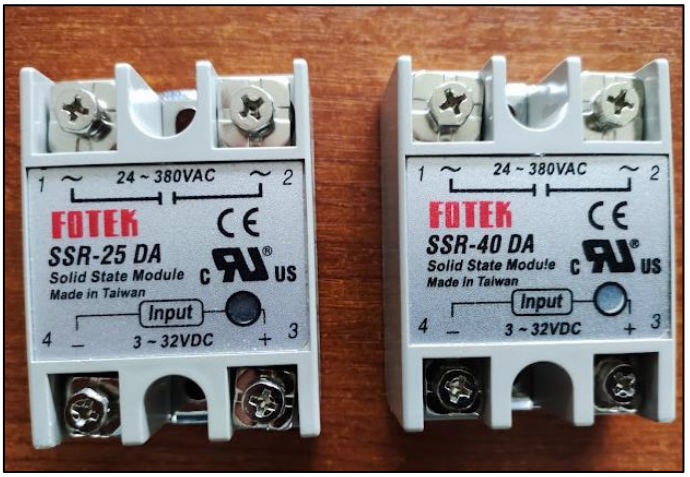


Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Descripción

Un sensor de conductividad eléctrica tiene la capacidad de determinar alguna sustancia haya sido introducida en algún liquido puede ser agua, gaseosas, las lecturas que este emite, permite a los programadores la inyección de algún químico, sustancia o nutrientes controlada.

Imagen 26: Relé de estado sólido



Fuente: (Dennis Cordova,Gabriel Soria)

Un relé de estado sólido permite controlar carga de corriente alterna, mediante un pulso de corriente continua de tensión inferior. Los relés de estado sólido tienen varias ventajas sobre los relés mecánicos. Una de las ventajas es que se puede activar por una tensión mucho más baja y a

una corriente mucho menor que la mayoría de los relés mecánicos. Además, debido a que no hay contactos mecánicos, los relés de estado sólido pueden conmutar mucho más rápido y durante mucho más tiempo sin desgaste.

Este modelo puede conmutar cargas de corriente de hasta 100A con una entrada de 3 a 32V DC. Cada uno de estos relés está equipado con cuatro terminales de tornillo (para uso con conectores de anillo o de horquilla) y una cubierta de plástico que se desliza sobre la parte superior del relé para proteger los terminales.

Tabla 11: Características relé estado solido

Características	
Corriente de conmutado	7.5mA (12V)
Voltaje de carga	24 a 380V AC
Voltaje de entrada	3 a 32V DC

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Imagen 27: Fuente de alimentación 24V

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Fuente Alimentación MEAN WELL de máxima calidad para las aplicaciones más exigentes para uso en instalaciones interiores que proporciona una salida de DC24V/150W/6,5A. Fuente de alimentación encapsulada de salida única de 150 W de la serie RS Pro LRS-150 es un producto cerrado de perfil bajo muy eficiente. Gracias a su malla metálica y a la convección de aire que garantizan una óptima disipación de calor, la serie LRS-150 está diseñada para utilizarse en aplicaciones exigentes. La serie LRS-150 presenta un diseño eficiente y ofrece un consumo de

potencia sin carga muy bajo. La instalación en más entornos de prueba se puede llevar a cabo gracias a la capacidad antivibración de 5G. Características y ventajas •Entrada universal de ca/gama completa con una entrada de sobretensión de 300 V ca durante 5 segundos.

•Hasta un 90 % de eficiencia nominal, con menos de 0,5 W de consumo de potencia sin carga. •Resistencia a las vibraciones de 5 G.

•Refrigeración de convección de aire libre.

Tabla 12: Características del trasformador 24 V

DESCRIPCION
La fuente de alimentación dispone de bornes de conexión.
El voltaje de salida se puede ajustar entorno a un ±10% compensando la caída de tensión entre la F.A. y el punto de consumo.
Disponen de protección contra sobrecargas, temperatura y sobretensiones.
Disponen de protección contra sobrecargas, temperatura y sobretensiones.
Su carcasa de chapa perforada permite su refrigeración por convección natural del aire. - Ideal para la alimentación de tiras led y otros dispositivos que necesiten alimentación continua de DC24V.
Potencia: 150 Watios
Corriente: 6,5 Amperios
V. de Salida: 24 Voltios DC
Conexión: Bornes Protecciones: Cortocircuito, sobrecarga, temperatura

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Características del Guardamotor

Imagen 28: Guarda motor

Fuente: https://motores-electricos.com.ar/que-es-un-guardamotor/

Los datos eléctricos tendremos que sacarlos del motor a proteger una vez tenemos los datos debemos seleccionar nuestro guardamotor con las siguientes características:

Tabla 13: Descripción guarda motor

Descripción	
Tensión de Trabajo	Normalmente 400V en trifásica
Capacidad de Ruptura	La intensidad máxima que puede cortar el guardamotor sin dañarse.
Intensidad Nominal	Es un rango entre una máxima y una mínima.
Curva de Disparo	Para cada guardamotor existe una curva que indica el tiempo en que se activa la protección térmica de acuerdo al múltiplo de la corriente nominal.
Frecuencia	Para Europa de 50Hz y para América 60Hz Otras cosas en las que tendrás que fijarte es en el modo de sujeción.

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Imagen 29: Transformador 24V

Fuente: https://www.admadistribuidora.com

Transformador 24V - 3A con Tap Central (24 - 0 - 24), son dispositivos usados en circuitos eléctricos para cambiar el voltaje de la electricidad que fluye en el circuito.

Los transformadores se pueden utilizar para aumentar o disminuir el voltaje. Los transformadores sólo trabajan con circuitos de AC (Corriente Alterna).

Los transformadores son dispositivos pasivos, es decir no agregan energía. Del transformador sale alto voltaje y baja intensidad de corriente, llevando casi la misma cantidad de energía a lo largo de las líneas de transmisión que llevaban el bajo voltaje y la corriente de mayor intensidad inicial.

Este transformador cuenta con derivación de Tap Central que te permite, en caso necesario, obtener la mitad del voltaje del mismo, tomando el cable central y cualquiera de los cables de los extremos (sólo uno) del transformador. Si deseas obtener el voltaje total del transformador, se toman los dos cables extremos o del mismo color juntos.

Tabla 14: Características principales trasformador de 110V a 24 V

Principales Características	
Entrada de Voltaje	120 VAC
Salidas con Tap Central	-24 VAC / 24 VAC
Salida de Voltaje sin tomar el Tap central	48 VAC
Salida de Corriente	3A
Material base	Aluminio reforzado
Cuenta con 2 orificios para atornillar a superficie	
Numero de Cables	5

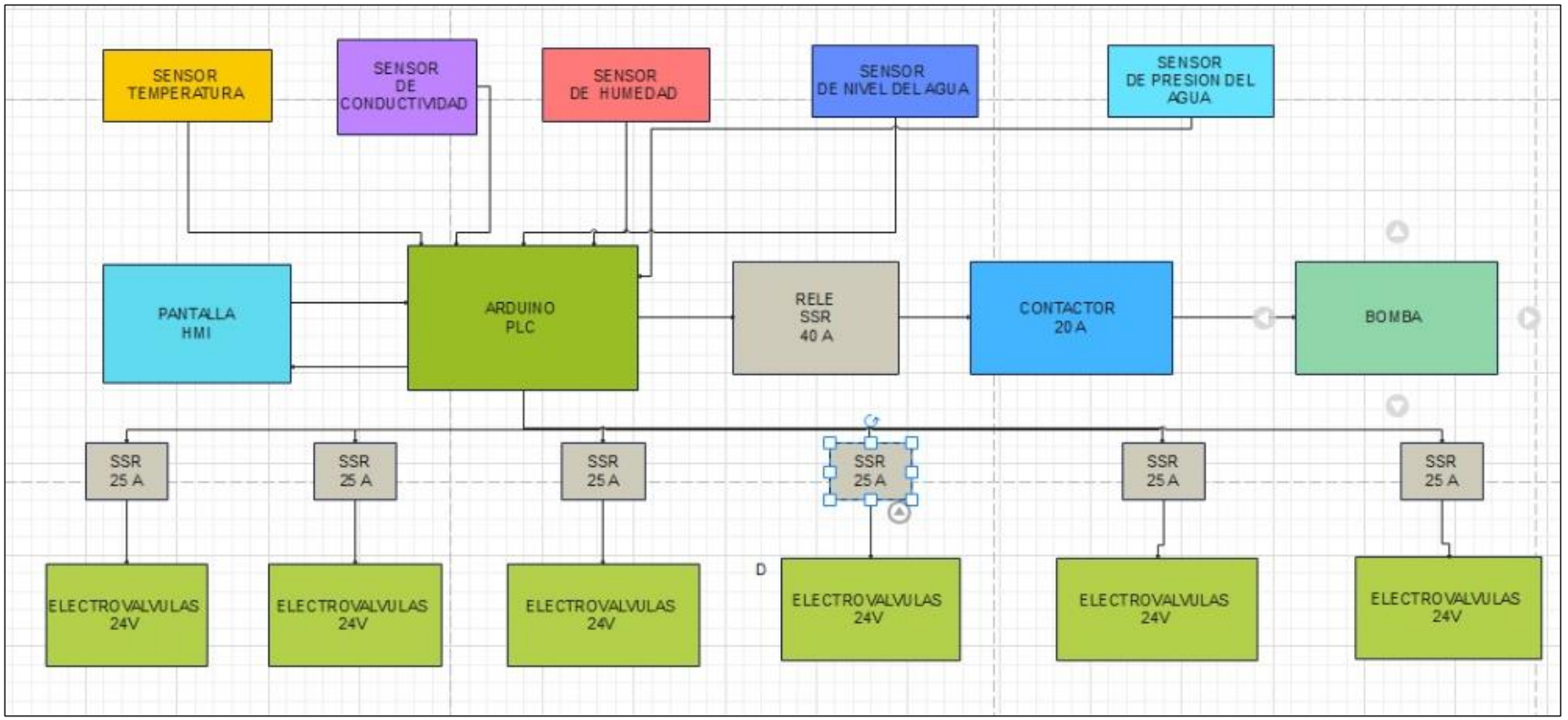
Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

Tabla 15: Medidas de trasformador 24 V

Medidas Aproximadas	
Largo	105 mm
Alto	105 mm
Ancho	65 mm
Peso Aproximado	1100 gr

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

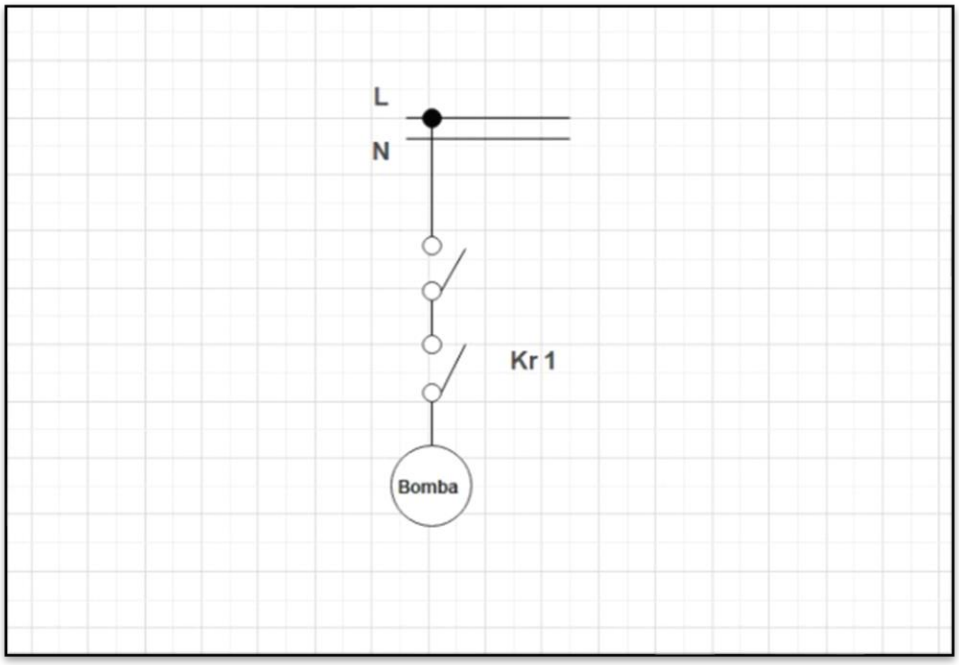
Imagen 30: Diagrama de tablas automatización



Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

El PLC Arduino genera la comunicación para activar los diferentes dispositivos, para la energizar y controlar, pantalla, relés de estado sólidos, contactor, Bomba y electroválvulas.

Imagen 31: circuito



Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Localización

SE ENCUENTRA UBICADO EN LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI EXTENSION LA MANÀ

10.2. Tipos de investigación

10.2.1. Investigación

Investigación es documental por que se realizó a través de documentos, libros digitales, etc. De campo o investigación directa por qué ya que se procedió a hacer visitas a espacios donde se pueda recopilar información del tema para poder implementarlo.

10.2.2. Hipótesis del proyecto

La automatización de un cultivo permitiría mejor las cosechas en menor tiempo, siempre y cuando se hecho de la mejor manera.

10.2.3. Pregunta Científica.

¿Por qué es beneficioso la tecnificación a través de un sistema hidropónico para mejorar el desarrollo de los insumos hortícolas?

ANALISIS DE LOS RESULTADOS.

Tenemos como resultado la automatización del sistema hidropónico, con el funcionamiento de los sensores de humedad, conductividad eléctrica, temperatura ambiente, que se encuentra en el tablero de control , se enciende la bomba de succión y las electroválvulas que permite el recorrido del agua por todo el sistema hidropónico, teniendo salida a un tanque de retorno para que no haya desperdicio de agua y se pueda utilizar nuevamente, en las pruebas se hizo circular por cada una de las estructuras viendo que se encienda cada electroválvula y cerrándose las restantes.

PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 16: Presupuesto

Cantidad	Descripción	Valor unitario	Valor total
1	Plástico de invernadero	$300	$300
1	Tubos galvanizados	$200	$200
1	Tubo de ½ 100m	$18.40	$18.40
1	Cables acerados	$150	$150
3	Cemento	$13.33	$40
1	Tractor pala	$30 hora	$60
16	Grapas para invernadero	$1	$16
1	Perchas de hidroponía	$42.50	$170
1	Electrodos	$16	$16
1	Bomba eléctrica de ½ HP	$70	$70
1	Succión de bomba 1”	$40	$40
47	Tubos de 4”	$12.50	$587.50
1	Salida de bomba 1”	$90	$90

1	Filtro de anillos de 1 arkal 1”	$55	$55
2	Manifold de válvulas 1”	$20	$40
4	Electroválvulas 1”	$36	$144
4	Accesorios para conexión de válvulas	$15	$60
1	Accesorios para tubería principal	$190	$190
1	Tanque 1000 Lt	$200	$200
1	Accesorios varios	$60	$60
1	Objetos varios	$400	$400
1	Tablero de control	$700	$700
Total			$3,606.90

Fuente: Dennis Cordova,Gabriel Soria

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones:

- Se tiene que tener en cuenta que un sistema hidropónico tiene muchos beneficios en el cultivo ya que se ahorra un amplio espació de siembra.
- El diseño del sistema tecnificado por hidroponía tiene aspectos positivos gracias a la automatización que nos permite el control más exacto del caudal del agua y controles de temperatura.
- Al ser un sistema tecnificado según sea su programación este tiene varios aspectos, el cual sería que con el hecho de ser programable el sistema hará la mayoría del trabajo y no se necesita el cuidado constante del cultivo.
- Los nutrientes tienen propiedades únicas dependiendo del cultivo que va a ser el beneficiado, ya que así tendrá un buen desarrollo en el crecimiento.

13.2. Recomendaciones:

- Se tiene que tomar en cuenta varios factores como la luz y el agua, que se tenga disponible de una forma continua para no tener inconvenientes con los procesos de automatización y procesos de cultivo.

- Se deber tener mucho cuidado al momento de maniobrar con PLC, Arduinos, sensores, ya que son componentes delicados, de igual manera tener las debidas protecciones electicas para el manejo de fuentes eléctricas.
- Tener en mente un lugar apropiado para el sistema tecnificado por hidroponía ya que dependiendo el caso tiene componentes caros y podrían ser robados.
- De llegar a ser un sistema conocido, el proceso será más utilizado en cualquier zona del país, puesto que al no ser muy conocido no saben cuan productivo es ese método de cultivo y mucho más lo beneficioso de la automatización en el mismo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

Cacciagioni, L. L. O. (s. f.). aHydro: Hidroponía automatizada. 10.

GAVILAN, MIGUEL, U. (2015). Manual práctico del cultivo sin suelo e hidroponía. Ediciones Paraninfo, S.A.

Guevara López, A. C. (2016). Diseño e implementación de un sistema de riego automatizado, alimentado por un sistema fotovoltaico para el cultivo hidropónico en una planta piloto en el sector de San Vicente-Quero. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/4915

Home—Agronomy | American Society of Agronomy. (s. f.). Recuperado 21 de marzo de 2022, de https://www.agronomy.org/

Películas para invernaderos—Politiv. (s. f.). Recuperado 21 de marzo de 2022, de https://www.politiv.co.il/es/product/greenhouses/

Porras Pumalema, C. D. (2021). Análisis, desarrollo e implementación de un sistema hidropónico ebb and flow automatizado para la fundación Ecosur-Ecuador. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/7745

VEGA, A. M. (2017). Manejo y mantenimiento de invernaderos. Mundi-Prensa Libros.

Wilson, A. (2018). Los hidropónicos: La guia suprema de los hidroponicos para salvar tiempo y dinero. Babelcube Inc.

Consejos para tu primer macrotúnel. (2015, abril 17). Hortalizas. https://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/consejos-para-tu-primer-macrotunel/

Costa, L. F. D., Soares, T. M., Silva, M. G. D., Modesto, F. J. N., Queiroz, L. D. A., & Pereira, J. D. S. (2020). CAULIFLOWER GROWTH AND YIELD IN A HYDROPONIC SYSTEM WITH BRACKISH WATER. Revista Caatinga, 33, 1060-1070. https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n421rc

Curay, A. M. C. (s. f.). TUTOR: Ing. Mg. SEGUNDO EUCLIDES CURAY QUISPE. 102.

Eras, P. E. L. (s. f.). IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA FOMENTAR EL AHORRO EN CONSUMIDORES RESIDENCIALES. 68.

Lema Patiño, D. O. (2017). Evaluación de tres soluciones nutritivas en hidroponía en el cultivo de lechuga (Lactuca sativa l.) Var. Crispa, en invernadero, Departamento de Horticultura, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/8174

Llumiquinga Moromenacho, P. A., & Suquillo Pulupa, B. S. (2015). Diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de frutas de capacidad de 12 kg. Con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8726

Memòria.pdf. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/17543/Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Mérida, J. M. S. (2011). Influencia de tres sustratos (arena, cascarilla de arroz y aserrín) en el rendimiento de cebolla (Allium cepa, Liliaceae) en condiciones de cultivo hidropónico. 65.

Merino Silva, D. A., & Silva Cevallos, F. J. (2017). Implementación de un sistema automático de fertilización en cultivos hidropónicos, para mejorar el proceso de producción del cultivo. http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4047

Morales, V. A. C. (s. f.). DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS. 68.

Santos, C. P. dos, Noboa, C. S., Martinez, M., Cardoso, J. C., & Sala, F. C. (2021). Morphological evaluation of lettuce genotypes grown under hydroponic system. Horticultura Brasileira, 39, 312-318. https://doi.org/10.1590/s0102-0536-20210311

T-UCE-0010-FIL-234.pdf. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2022, de http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17319/1/T-UCE-0010-FIL-234.pdf

UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2019-005.pdf. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2022, de http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/1778/1/UISRAEL-EC-ELDT-378.242-2019-005.pdf

Anexos

Figura 1*:* Limpieza para tubería de agua

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura *2:* Limpieza Área del invernadero

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria**.**

Figura 4*:* Colocación tubería de agua

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 4: Colocación tubería de agua

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 5: Excavación para colocar escalerilla

Fuente: Dennis Córdova, Gabriel Soria.

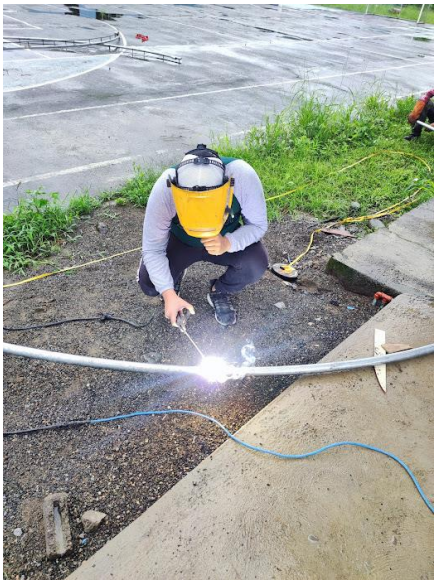
Figura 6: Colocación escalerilla

Fuente: Dennis Córdova, Gabriel Soria.

Figura 7*:* Enlucido de escalerilla

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 8: Soldadura de escalerilla



Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 9: Colocación cercha

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 10: Cerchas acero galvanizado

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 11: Colocación plástica de invernadero

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 12: Colocación reservorio principal

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 7: Soldadura bases sistema hidropónico

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 10: Bases sistema hidropónico

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria**.**

Figura 15: Colocación bomba de succión

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura16: Colocación tubería de agua

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 17: Instalación electro válvulas

Fuente: Dennis Córdova, Gabriel Soria.

Figura 14 : Perforación tubo 4 pulgadas

Fuente: Dennis Córdova, Gabriel Soria**.**

Figura 16: Base intermedia

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Figura 19: sistema hidropónico

Fuente: Dennis Cordova, Gabriel Soria.

Curriculum vitae Datos de los estudiantes

CURRICULUM VITAE

Datos Personales

NOMBRE: Dennis Alexander Córdova Heredia

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 1805313531

FECHA DE NACIMIENTO: 10 de enero de 1999

DIRECCIÓN: Pinllo

TELÉFONO: 0987438559-2467752-2426432

E-MAIL: dennis.cordova@utc.edu.ec

Formación Académica

Primaria: Unidad Educativa Santo Domingo de Guzman.

Estudios Secundarios: Unidad Educativa San Alfonso (2016)

Idioma Extranjero: Inglés (suficiencia)

Formación Académica

Primaria: Unidad Educativa Santo Domingo de Guzman.

Estudios Secundarios: Unidad Educativa San Alfonso (2016)

Idioma Extranjero: Inglés (suficiencia)

IMFORMACION PERSONAL

Nombres y Apellidos: Gabriel Ricardo Soria Paredes

Cédula de identidad: 175000057-0

Lugar y fecha de nacimiento: **La maná** 05/octubre/1995

Estado civil: soltero

Tipo de sangre: o+

Domicilio: Cantón la Maná - Av. Quitó y los Álamos

Teléfonos: 0999304483, 2687441

Correo electrónico: gabriel.soria0570@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel: Esc. Fiscal Mixta La Mana (**APROVADO)**

Segundo Nivel: UNIDAD EDUCATIVA LA MANÁ (**APROVADO)**

Tercer Nivel: UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI “EXTENSIÓN LA MANÀ” (**CURSANDO**)

TITULOS

Bachiller en contabilidad 2015-03-11

Datos de la Tutor

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: PAREDES ANCHATIPÁN

NOMBRES: ALEX DARWIN

ESTADO CIVIL: SOLTERO

CEDULA DE CIUDADANÍA: 0503614935

NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 0

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: LATACUNGA, 21 DE MARZO DE 1991

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: PUJILÍ, LUIS ANTONIO RIVADENEIRA Y JUAN SALINAS

TELÉFONO CONVENCIONAL: 032 723 485

TELÉFONO CELULAR: 0987259422

EMAIL INSTITUCIONAL: alex.paredes4935@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	AÑO DE REGISTRO	INSTITUCIÓN
TERCER	Ingeniero en Electrónica e Instrumentación	2015	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE – Extensión Latacunga
CUARTO	Máster Universitario en Automática y Robótica	2018	Universidad de Alicante - España

HISTORIAL PROFESIONAL

PERIODO	OCUPACIÓN	CENTRO	DEPARTAMENTO	LUGAR
2021-2022	Docente	Universidad Técnica de Cotopaxi	Electromecánica	La Maná
2021	Supervisor de Calidad	Dimenzur Cia. Ltda.	Eléctrica e Instrumentación	Tapir A – Bloque 17
2020-2021	Supervisor de Calidad	Dimenzur Cia. Ltda.	Eléctrica e Instrumentación	Cuyabeno – Bloque 58
2019-2020	Docente	Universidad Técnica de Cotopaxi	Electromecánica	La Maná
2019	Docente	Escuela de Formación de	Herramientas Ofimáticas	Ambato

		Soldados del Ejército ESFORSE		
2019	Docente	Escuela de Formación de Soldados del Ejército ESFORSE	Fundamentos Matemáticos	Ambato
2016	Técnico Especialista	Constructora Norberto Odebrecht	Eléctrica e Instrumentación	Pascuales - Cuenca
2015	Técnico	Tecnus	Mantenimiento Técnico Instrumental	Quito
2014	Docente	Unidad Educativa Sagrado Corazón de Jesús	Matemática – Informática Aplicada	Latacunga

UNIDAD ADMINISTRATIVA O ACADÉMICA EN LA QUE LABORA: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción

FECHA DE INGRESO A LA UTC: noviembre 2021

Análisis anti plagio

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Tesis Cordova y Soria.pdf (D132968181)
Submitted	2022-04-07T19:06:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI / TESIS DESHIDRATADORA 31.3.22....21.31.pdf** Document TESIS DESHIDRATADORA 31.3.22....21.31.pdf (D132978291) Submitted by: yoandrys.morales@utc.edu.ec Receiver: yoandrys.morales.utc@analysis.urkund.com	5
SA	**informe+de+la+pr%C3%A1ctica+de+laboratorio.docx** Document informe+de+la+pr%C3%A1ctica+de+laboratorio.docx (D125917797)	1
SA	**TRABAJO A ENTREGRAR-- Huerto Automatizado Hidroponico.docx** Document TRABAJO A ENTREGRAR-- Huerto Automatizado Hidroponico.docx (D75745913)	1
SA	**TF_Taller de Tesis1_Chavez Leal Pablo. Rev Sist.docx** Document TF_Taller de Tesis1_Chavez Leal Pablo. Rev Sist.docx (D109907203)	1